



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

DESARROLLO DE LOS MAPAS TECNOLÓGICOS  
Y SU IMPACTO EN EL PROGRAMA DE  
EFICIENCIA OPERATIVA DE PEMEX  
EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO PETROLERO**

P R E S E N T A:

**JUAN LUIS VARGAS GUERRERO**

Director de Tesis: M. I. Tomás Eduardo Pérez García.



Ciudad Universitaria, D.F. Febrero 2013.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



## Índice

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I La Tecnología como Ventaja Competitiva</b>	<b>5</b>
1.1 La planeación de la tecnología	5
1.2 Etapas de madurez de la tecnología	8
1.2.1 Etapa embrionaria	10
1.2.2 Etapa comercial	10
1.2.3 Etapa de madurez	10
1.2.4 Obsolescencia	10
1.3 Tecnología competitiva	11
1.4 Estrategias tecnológicas	12
1.5 Innovación tecnológica	14
<b>Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia tecnológica y organizacional</b>	<b>18</b>
2.1 Premisas conceptuales de la vigilancia en la inteligencia tecnológica	18
2.2 Enfoques globales de la vigilancia en la inteligencia tecnológica	21
2.3 Ciclos de la vigilancia para la inteligencia tecnológica y sus criterios de selección	23
2.3.1 Criterios para la selección de herramientas de vigilancia tecnológica	28
<b>Capítulo III La Planeación Estratégica</b>	<b>31</b>
3.1 Antecedentes, proceso y estructura	31
3.1.1 El porvenir de las decisiones actuales	32
3.1.2 El proceso	32
3.1.3 La filosofía	33
3.1.4 La estructura	33
3.2 Importancia de la planeación estratégica	34
3.2.1 Aspectos relevantes en la planeación estratégica	35
3.2.2 Diagnósticos y pronósticos externos.	36

## Índice

3.2.3	Pronósticos tecnológicos	37
3.2.4	Diagnostico estadístico y pronósticos internos	38
3.3	Estrategias Competitivas	39
<b>Capítulo IV</b>	<b>El proceso de diseño de los mapas tecnológicos. (MT's)</b>	<b>41</b>
4.1	Panorama descriptivo	41
4.1.1	Definición	45
4.1.2	Procedimiento de diseño de un mapa tecnológico	51
4.2	Construcción de un mapa tecnológico	57
4.3	Selección de la estrategia tecnológica (destinos)	60
4.4	Rutas de los mapas tecnológicos	65
4.5	Funcionalidad y metodología de los mapas tecnológicos	69
4.5.1	Métodos proyectivos	73
4.5.2	Métodos prospectivos	74
<b>Capítulo V</b>	<b>Los mapas tecnológicos y su impacto en el programa de eficiencia operativa de Pemex Exploración y Producción</b>	<b>76</b>
5.1	La directriz de Pemex	76
5.2	El programa de eficiencia operativa	77
5.3	Inversión de Pemex en tecnología	81
5.4	Alcance de la estrategia	83
5.5	Desarrollo del proyecto	86
5.6	Caso de aplicación específico	94
5.6.1	Definiciones del reto, necesidades e Impacto tecnológico	94
5.6.2	Planteamiento de alternativas y soluciones tecnológicas	96
5.6.3	Selección de la tecnológica	97
5.6.4	Evaluación y definición de alternativas de solución	105
<b>Conclusiones</b>		<b>116</b>
<b>Recomendaciones</b>		<b>119</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		

# Introducción

---

## Introducción

La innovación, como un generador de riqueza por medio del conocimiento, es un elemento fundamental para propiciar ventajas competitivas a través del desarrollo de nuevos y mejores productos. Sin embargo, en la actualidad, la innovación debe darse en función de los requerimientos de la industria, y de las tendencias tecnológicas, lo que ha propiciado que se desarrollen nuevas técnicas para planear, prever e identificar mecanismos más eficientes para el desarrollo de las tecnologías.

El proceso de las previsiones tecnológicas, dentro del proceso de la planeación estratégica, tiene un rol fundamental para la sobrevivencia de la industria petrolera, debido al vertiginoso cambio tecnológico que se ha presentado desde hace tres décadas.

Las previsiones tecnológicas coadyuvan a evitar inversiones sin grandes expectativas, es decir, existen casos en los cuales no deben de hacerse asignación de recursos a proyectos poco rentables que no satisfagan las expectativas, lo cual puede llevar a pérdidas considerables para la empresa. Por otra parte, estimulan la generación de innovaciones de manera ordenada, evitando investigaciones banales a través de la identificación del grado de desarrollo de las tecnologías.

De igual manera, posibilitan reorientar la asignación de recursos a investigación y desarrollo (I+D) que permitan contribuir adecuadamente al fortalecimiento de la organización.

De esta forma, se requiere de una estructura lógica, capaz de realizar un desarrollo operativo integral, entre las diferentes áreas que participan en la planeación, toma de decisiones y ejecución de proyectos de la empresa. A dicha interfaz se le denomina mapas tecnológicos (MT's).

Los MT's, son el puente entre las grandes decisiones y los proyectos tecnológicos, soportado por las distintas áreas del conocimiento abocadas a resolver una determinada necesidad.

## Introducción

---

Bajo el esquema propuesto por Pemex, para la construcción de los mapas tecnológicos, es necesario definir una estructura lógica de tareas previas al desarrollo de la técnica, tales como escenarios, inteligencia tecnológica y las correspondientes cadenas de valor, entre otras más que convengan con el correcto desarrollo del trabajo.

Es indispensable delimitar el o las áreas donde se tienen que aplicar la tecnología, así como los tiempos en que debe desarrollarse, Se debe de tener claro si el desarrollo de esta será para generar nuevos productos para la industria, enfocada al capital humano o para mejorar los procesos existentes, en todos los casos, el desarrollo de la tecnología nos conduce a innovaciones.

Cuando se habla de un mapa tecnológico para un proceso productivo, el nivel donde convergen las estrategias de negocios y las tecnológicas se da de manera natural en las funciones tecnológicas productivas del sistema funcional.

Para tal efecto es necesario definir cuáles son las estrategias del negocio, esto con el objeto de fortalecerlas a través de la retroalimentación de los mapas tecnológicos, específicamente en las funciones técnicas fundamentales que deben activarse con mayor fuerza para definir las tecnologías que proporcionen ventajas competitivas a la empresa.

Derivado de esta necesidad y con el propósito de fortalecer el desarrollo tecnológico de Pemex Exploración y Producción para cubrir de manera global sus necesidades en este rubro, se lleva a cabo el proyecto de implementación de mapas tecnológicos, como parte del programa de eficiencia operativa de PEP.

El objetivo de los mapas tecnológicos en Pemex Exploración y Producción es definir un plan detallado que mejore las capacidades tecnológicas identificadas como estratégicas, con características que permitan de una manera sencilla su retroalimentación para obtener progresos significativos a las metas que persigue la Empresa, bajo un enfoque de evaluaciones externas e internas, desarrollando planes explícitos para invertir en recursos humanos, instalaciones y en proyectos de I+D, que sean capaces de cubrir los vacíos tecnológicos existentes y fortalezcan las metas de la organización.

El objetivo de este trabajo es definir e identificar los elementos más relevantes para construir los mapas tecnológicos, su impacto en los procesos tecnológicos propios de la empresa y la relación que establecen con el proceso organizacional.

## Introducción

---

Se debe puntualizar, que los mapas tecnológicos son solo el primer paso en el proceso de desarrollo de soluciones integrales que constituyen los mapas de ruta tecnológico, que constituyen la estructura más acabada en la elaboración de soluciones integrales.

A su vez, es materia de este trabajo la evaluación y cuantificación del impacto de estos en el programa de eficiencia operativa de Pemex Exploración y Producción, con respecto a problemas presentados en un proyecto real de la subsidiaria.

En el capítulo I, se mencionan enfoques prácticos de planeación tecnológica identificados en la literatura. A su vez, se realiza una presentación preliminar del proceso de inteligencia tecnológica y organizacional, como una herramienta que permite ligar la tecnología con objetivos del negocio, para el desarrollo de nuevos productos, servicios o procesos aplicables al contexto de la industria.

En el capítulo II, se presenta la forma en que las diferentes etapas de la inteligencia organizacional se homologan con los componentes del sistema de vigilancia tecnológica.

Como el mercado de las herramientas tecnológicas empleadas en cada una de las etapas del ciclo vigilancia en la inteligencia organizacional es cada vez más amplio en cuanto a la versatilidad y alcance de los desarrollos, se determina un conjunto de criterios para la evaluación de herramientas organizacionales y de software que apoyan la inteligencia tecnológica con respecto a su desarrollo y aplicabilidad en varios escenarios.

El capítulo III se enfocará a definir la planeación estratégica interactiva, según los lineamientos establecidos por la empresa, bajo el esquema definido como el orientado hacia la obtención de un control sobre las estrategias a futuro, el cual consiste fundamentalmente en la aplicación total de las estrategias propuestas y a la selección de alternativas para lograrlas, lo cual da cabida a un esquema de planeación estratégica.

En el capítulo IV, se destacan los elementos relacionados con el uso de los mapas tecnológicos, se detallara el proceso y se describirá el método de cómo debe llevarse a cabo en las empresas de base tecnológica, como lo es Pemex, en particular Exploración y Producción con el propósito de coadyuvar a la mejora de sus procesos productivos.



## Introducción

---

es materia de este capítulo, además, el describir la relación que guardan los mapas tecnológicos, en las previsiones dentro del proceso de planeación estratégica, bajo un clima de cambios vertiginosos como lo es la tecnología.

La asociación de ideas que debe establecerse entre las estrategias y capacidades con que cuenta una organización, así como los riesgos, su análisis y evaluación, son materia de estudio en este trabajo.

En el capítulo V, se definen los lineamientos gubernamentales que dan pie al proceso de desarrollo tecnológico implementado por Pemex de manera institucional para sus diferentes subsidiarias, en específico para exploración y producción, y a su vez se detallan una serie de trabajos encaminados al estudio de problemas operativos propios del área, focalizando y analizando uno de ellos y sus posibles soluciones.

Se detalla, por último las conclusiones resultantes a este trabajo de investigación, y se emiten las recomendaciones que considera pertinentes el autor.

## Capítulo I

### La Tecnología como Ventaja Competitiva

La integración efectiva de consideraciones tecnológicas en la estrategia de una empresa es un aspecto clave de su proceso de planeación. La administración tecnológica se basa en el manejo eficiente de nuevas tecnologías y las ya existentes que permiten generar productos o servicios y satisfacer necesidades.

La estructura de la industria petrolera no es estática, y las empresas en todas las industrias periféricas a esta, enfrentan incertidumbre acerca de cómo cambiará la infraestructura y organización en el futuro.

El pronóstico proporciona visiones plausibles y posibles del futuro, a partir de las cuales, pueden establecerse acciones o procesos de planeación en el presente, anticipando estados futuros de la industria.

#### 1.1 La Planeación de la Tecnología.

La relación empresarial con la industria petrolera es una directriz fundamental para los procesos de innovación, y se encuentra dirigida a crear nuevas combinaciones de recursos para hacer posible la innovación que traen juntos la técnica y el mundo comercial de manera rentable, efectiva y eficiente.

El criterio de éxito para una innovación tecnológica debe estar enfocado más en lo comercial que en lo técnico, debido a que están basados en esquemas de retorno de inversiones y sus utilidades, esto requiere que el mercado sea lo suficientemente grande para que la innovación pueda ser desarrollada.

La innovación se puede clasificar en tres diferentes formas:

- Incremental: Consiste en la adaptación, refinación y mejoramiento de los productos existentes y/o de los sistemas de producción.
- Radial: Consiste en la creación de nuevos productos, servicios y sistemas de producción.

- **Arquitectónica:** Referente a la reconfiguración a los sistemas de componentes que constituyen el producto.

Bajo los conceptos antes mencionados e identificados, y su correcta y ordenada aplicación dentro de las instituciones, está fundamentado el proceso de la Planeación de la Tecnología.

El proceso de planeación tecnológica, así como la relación entre tecnología y estrategia, se encuentra presente en distintos niveles:

### **Nivel 1. La Dimensión Tecnológica como Insumo al Proceso de Planeación Estratégica.**

De acuerdo a las necesidades de planeación de Pemex Exploración y Producción, la tecnología es una de las variables que intervienen en el proceso de planeación estratégica que debe considerarse. A lo largo de todo el proceso es necesario identificar y analizar información interna y externa de índole tecnológica. La responsabilidad en este caso recae, en aquellos directivos que más cerca se encuentran del entorno tecnológico: Gerentes de Desarrollo Tecnológico o Chief Technology Officer (CTO), personal de Investigación y Desarrollo (I+D), ingeniería y operaciones. Aunque la influencia de la tecnología puede ser tan alta que todos los directivos deben de tener la capacidad suficiente para atender implicaciones competitivas de los cambios tecnológicos.

### **Nivel 2. La Planeación Estratégica en Empresas de Base Tecnológica.**

La variable tecnológica es la de mayor importancia dado el tipo de organización al que pertenece Pemex, con el propósito de formular una tecnología de largo plazo que permita ligar oportunidades de mercado (en este caso satisface la demanda interna y externa de hidrocarburos), en conjunto con compañías desarrolladoras de tecnología, el proceso de planeación estratégica debe darle especial énfasis al monitoreo del entorno (competencia y desarrollos tecnológicos), para este particular, es importante considerar mayor incertidumbre sobre el futuro, por lo que los planes deben ser más flexibles, siendo el área I+D, la de mayor responsabilidad.

## Nivel 3. Estrategia Tecnológica de una Organización.

Bajo este contexto organizacional, se busca contestar cuatro aspectos primordiales.

- ¿Cuál es la importancia relativa de la tecnología para el desarrollo competitivo de la organización?
- ¿En donde invertir para lograr un mayor desarrollo tecnológico?
- ¿Cómo elegir entre varias alternativas en la conveniencia de un liderazgo?
- ¿Cómo elegir con relación al origen de los conocimientos necesarios: autogeneración vía I + D, adaptación o adquisición de otros.

## Nivel 4. Plan estratégico de la función tecnológica.

Formulación del plan funcional del área responsabilizada por el desarrollo tecnológico asociado a las operaciones.

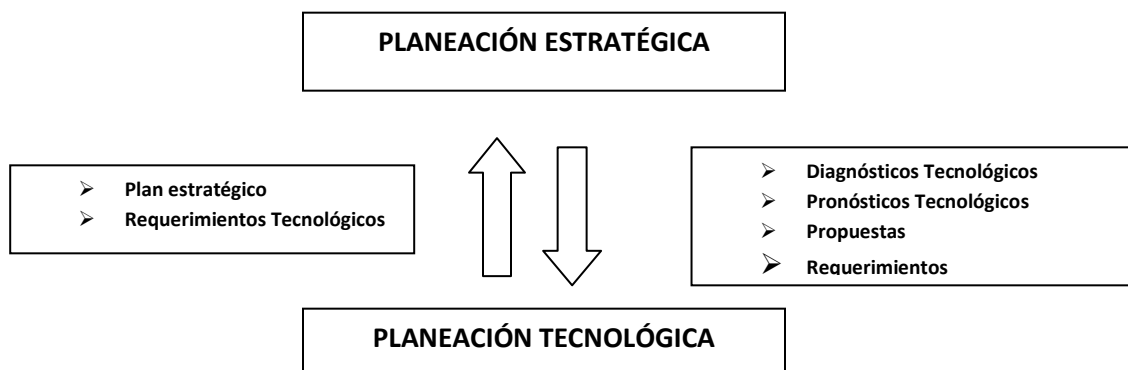


Fig. 1-1 Relación entre planeación estratégica y planeación tecnológica, y los tópicos que debe responder.

La relación planteada en los puntos anteriores, se muestra en la Figura 1-1, la cual conecta a la planeación estratégica y la planeación tecnológica, así como los beneficios que debe reportar cada una de ellas; del esquema anterior es importante resaltar el flujo de los requerimientos que forman un ciclo retro alimentador, esto dará cabida a la forma estructural del mapa tecnológico.

### 1.2 Etapas de madurez de la Tecnología

Una tecnología tiene un ciclo de existencia, y por analogía con los seres biológicamente constituidos, ella evoluciona en una secuencia de estados. Es decir, según Tapias (2000), a una tecnología se le puede asociar una gestación, un nacimiento, un crecimiento y desarrollo, y finalmente una muerte u obsolescencia.

La gestación está asociada con la idea de un nuevo producto, un proceso o una nueva manera de realizar actividades establecidas, y está íntimamente vinculada con las oportunidades tecnológicas, necesidades y deseos existentes o latentes. De acuerdo con Roberts (1989), “como resultado de la gestación se obtiene el invento, por medio de un proceso que involucra todos los esfuerzos orientados a la creación de nuevas ideas y al logro de su funcionamiento y utilidad. El Nacimiento lo constituye la innovación radical, definida esta como la primera aplicación de la invención de un proceso productivo o en el mercado” (Tapias, 2000).

El crecimiento y desarrollo lo experimenta la tecnología con la adopción, propagación o difusión masiva de la innovación radical. La difusión, que transforma una innovación radical en un fenómeno económico social, es un proceso que se lleva a cabo a ritmo variable y en el cual influyen variables sociales, económicas, políticas y de mercado (Tapias, 2000).

La muerte u obsolescencia de una tecnología se vislumbra cuando las empresas que la usan van agotando las posibilidades de innovaciones incrementales, y ven estancarse su productividad y amenazados sus niveles de rentabilidad. En estas condiciones el aparato productivo abandona gradualmente una tecnología y adopta una nueva. Justamente, este proceso de abandono de un modelo productivo por uno nuevo caracteriza el descenso de las ondas largas de Kondratief (según Pérez, 1986, citado por Tapias, 2000). *“La muerte de una tecnología se puede presentar en cualquier momento del ciclo de vida. La tecnología puede morir aun en la infancia, si es sustituida por una tecnología que tiene mejor desempeño o mayor aceptación social”* (Tapias, 2000).

De acuerdo a lo expuesto, queda claro que el desarrollo de una tecnología se lleva a cabo en varias etapas, la primera etapa se asocia a la concepción de una idea, por lo general dirigida a solventar una necesidad, deseo o a mejorar un producto, proceso o servicio existente, y a la materialización de la idea o invención, es decir, a la creación de la innovación; es una etapa de investigación y pruebas.

## Capítulo I La tecnología como ventaja competitiva

---

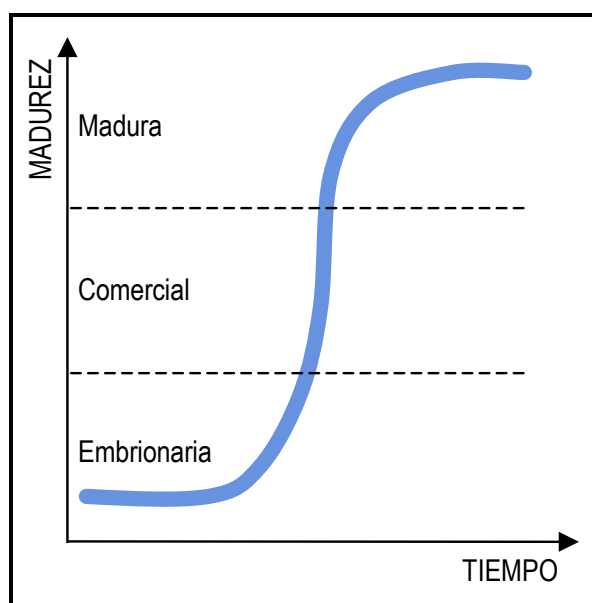
La segunda etapa se relaciona a la adopción de la tecnología e involucra un proceso de evaluación y detección de mejoras.

La tercera etapa es la propagación masiva de la innovación, la aplicabilidad y mejores prácticas son suficientemente conocidas.

Finalmente, en función de no ser posibles innovaciones incrementales que mejoren la tecnología, se fomenta el surgimiento de otras innovaciones que transitarán por estas mismas etapas y que sumirán en la obsolescencia la ya conocida tecnología.

El dinamismo de este ciclo esta vinculado directamente con el afán de la industria por mantener ventajas competitivas y el apalancamiento en la tecnología para su supervivencia; básicamente son dos las razones que incrementan la velocidad de estos cambios: las necesidades y deseos del consumidor y la competencia tecnológica industrial.

La madurez de una tecnología se puede dividir en 3 etapas, embrionaria, en crecimiento, comercialización y madura. Para Steele (1989) y Alfonso, Ruíz, Uzcategui, y Urribarri, (2002), la madurez de una tecnología y grado de disponibilidad de la tecnología, se asemeja al comportamiento de la curva “S” de esfuerzo versus tiempo, donde la parte inicial de la curva se asocia al estado embrionario de la tecnología, la parte media a la etapa de comercialización y la última porción a la etapa madura (Figura 1-2).



**Figura 1-2 Curva “S” de la madurez tecnológica**

### **1.2.1 Embrionaria**

La madurez tecnológica en su porción inicial representa la etapa embrionaria de la tecnología; caracterizado por una alta incertidumbre en cuanto a desempeño y condiciones de utilización, avances rápidos y esfuerzos de innovación, son tecnologías en desarrollo, las pruebas se realizan a nivel de centros de investigación y desarrollo (Alfonzo, Ruiz, Uzcategui, Urribarri, 2002).

### **1.2.2 Comercial**

En la porción media de la curva se encuentra la etapa de comercialización donde se ubican las tecnologías comercialmente disponibles, en las cuales no existe suficiente información de su aplicabilidad.

### **1.2.3 Madurez**

Por último, en la porción final de la curva se ubica la etapa de madurez, en la cual las tecnologías son comercialmente maduras, refiriéndose a tecnologías comerciales donde existe suficiente data relativa a su aplicabilidad, rentabilidad, lecciones aprendidas y mejoras prácticas.

### **1.2.4 Obsolescencia**

De acuerdo con otra clasificación de la madurez tecnológica, expuesta por Getec (2003), menciona que todas las tecnologías presentan una curva de desarrollo en forma de “S” en la cual 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.

De acuerdo con esta fuente, globalmente se diferencian cinco fases o estados en el desarrollo de la tecnología, que pueden ser: Emergente, donde la tecnología parece ser prometedora, Crecimiento, donde la tecnología va madurando haciéndose más útil, Madurez, donde ya ha alcanzado su nivel de rendimiento adecuado para su incorporación a todo tipo de proyectos, Saturación, cuando ya no es posible mejorar su rendimiento y por último la obsolescencia, donde tras un período de saturación, la tecnología se hace obsoleta porque el rendimiento comparativo con otra posible tecnología competidora la convierte en perdedora.

## 1.3 Tecnología Competitiva

“El cambio tecnológico es uno de los principales factores que afectan el grado de competencia en una industria, jugando un papel muy importante en el cambio estructural y en la creación de nuevas industrias. De todos los factores que pueden cambiar las reglas del juego, el cambio tecnológico es el más prominente” (Porter, Michael 1987).<sup>1</sup>

El cambio tecnológico no es importante en sí mismo, lo es sí afecta la ventaja competitiva y la estructura industrial, por lo que es conveniente concentrar la atención sobre el cómo una organización puede reconocer y aprovechar las implicaciones competitivas de cambio tecnológico, lo cual puede lograrse en base a:

- 1.- Conceptualización de la tecnología en la organización
- 2.- Relación entre tecnología y capacidad para competir, logro de una ventaja competitiva sustentable.
- 3.- Metodología para seleccionar una estrategia tecnológica
- 4.- Pronósticos del cambio tecnológico en línea con la evolución de la industria.

Toda organización abarca un determinado número de tecnologías que pueden ser aplicables a sus productos o a sus procesos de manufactura (Paquetes Tecnológicos) a su vez, estas deben tener un impacto significativo en la capacidad de competir de una organización.

Estas tecnologías están sustentadas y forman parte de todos los procesos de la empresa y sus funciones:

- 1.- Desarrollo Tecnológico, Desarrollo de Software y administración de proyectos I+D.
- 2.- Adquisiciones Tecnológicas en sistemas de comunicación y de transporte.

---

<sup>1</sup> Porter Michael E. Competitive Advantage. Creating and Sustaining Superior Performance. The Free Press, 1985; pp 164,245.



- 3.- Logística de entrada/ salida; Que implique tecnología en el manejo de Materiales y tecnología de pruebas.
- 4.- Tecnología básica de procesos y operaciones, tecnología de materiales, tecnología de maquinas, herramientas y sus métodos de Mantenimiento.
- 5.- Comercialización y ventas.
- 6.- Servicios.

### **1.4 Estrategias Tecnológicas.**

Las tecnologías que deben desarrollarse, son las que contribuirán al máximo al desarrollo de la estrategia genérica de la empresa, en comparativa con su probabilidad de éxito al desarrollarlas. Se debe aclarar, que existen empresas que estan más interesadas por el éxito científico de la I+D, que por obtener una verdadera ventaja competitiva, no obstante, se debe conceptualizar claramente que la I + D, debe estar enfocada a dar consistencia a una ventaja genérica.

El desarrollo de tecnología de punta, seguimiento de tecnologías, o el nulo desarrollo de estas; Dependerá de la estrategia genérica de la empresa, Muchas empresas por un lado tratan de ser líderes referentes a través del liderazgo tecnológico y al mismo tiempo son seguidores para obtener bajos costos.

No obstante, en el sector petrolero, suele haber varios líderes debido a la diversidad de tecnologías y a los diferentes tipos de ventajas competitivas buscadas.

Una forma de coalición con otras empresas o conformación de redes con fines comunes es la creada bajo la denominación de licencia tecnológica, la cual, se presenta cuando una empresa posee una sola tecnología; o por exigencias gubernamentales, si la tecnología es parte sustancial de la ventaja competitiva.

El compartir la tecnología bajo licencia es muy arriesgado, por lo tanto esto debe suceder bajo condiciones muy especiales.

En los últimos tiempos se han desarrollado técnicas para definir la administración de la administración de la Investigación y Desarrollo, una de ellas es la llamada "Tercera Generación para I+D", desarrollada con la finalidad de ligar los proyectos con las estrategias corporativas, respaldada en una filosofía de

## Capítulo I La tecnología como ventaja competitiva

---

administración, que pretende crear un espíritu de confianza entre la organización y la administración de la tecnología, ambos exploran, evalúan y deciden el que, cuando, por qué y cuanto se debe desarrollar en I+D.

Esto asume que la tecnología y su proyección proporcionan una adecuada base de competitividad de éxito o que alguna nueva tecnología represente una amenaza u oportunidad a la que debiera ser dirigida, así como a que áreas deberían ser cubiertas con un pronóstico formal, por ejemplo: ¿qué procesos pueden ser desarrollados? o bien, si no existe un estudio formal, se tiene una percepción del futuro que le espera a la organización.

Los pronósticos tecnológicos son necesarios en las compañías de reciente creación, con respecto a una compañía con esfuerzos tradicionalistas o que cambian rápidamente, por lo tanto un buen pronóstico es aquel que proporciona una visión muy clara de las trayectorias, casi siempre los planes no son llevados a cabo por la dificultad de encontrar una forma de ligar las estrategias y los recursos con que cuenta la empresa.

Sin embargo, se puede pensar que ya evaluados los proyectos, en forma directa y en colaboración con el staff de I+D, pueden estructurarse sin lugar a dudas, por medio de un árbol de decisiones, no obstante, para las tendencias actuales de negocios, como ya se ha hecho énfasis, al definir proyectos de mediano y largo plazo en un ambiente de cambios vertiginosos, es preciso contar con un protocolo que permita definir las directrices tecnológicas de mediano y largo plazo, que permitan sustentar al producto o servicio a mediano y largo plazo, sin la necesidad de reestructurar lo que se planteo al inicio del proyecto en el árbol de decisiones, de la anterior necesidad de resolver esta problemática, surge el concepto de Mapas Tecnológicos (MT's).

Los mapas tecnológicos, como primera parte del proceso de creación de los Technology Roadmaps (TRM), por sus siglas en ingles, coadyuvan a ligar las estrategias del negocio, con las estrategias tecnológicas, fundamentales para sustentar el compromiso de la empresa, generan a su vez, la convergencia de ideas y conocimientos, tanto en la administración general como en la administración técnica, muestran información para hacer diagnósticos y reúnen la mayor cantidad de información de pronósticos en un solo documento.

### 1.5 Innovación Tecnológica

La innovación tecnológica es la materialización de los avances que se derivan del conocimiento acumulado y que se concreta en la creación, producción o venta de productos o servicios nuevos o mejorados, se le debe considerar además como parte del resultado final de la planeación tecnológica, incluye además la reorganización de procesos productivos, la asimilación o mejora sustancial de un servicio o proceso productivo.

Un proceso es considerado una innovación si pone en marcha nuevas técnicas, tanto para la fabricación, como para el desarrollo de un proceso.

El proceso de Innovación tecnológica posibilita combinar las capacidades técnicas, financieras, comerciales y administrativas que permiten el lanzamiento al mercado de nuevos y mejorados productos o procesos.

La tecnología no es el único factor que determina la competitividad, aunque hoy se ha extendido el criterio de que entre todas las cosas que pueden cambiar las reglas de la competencia, el cambio tecnológico figura como la más prominente. Las ventajas competitivas derivan hoy del conocimiento científico convertido en tecnologías.

La reactivación económica y el desarrollo del país dentro del contexto mundial actual, nos sitúa ante la necesidad de valorar cómo los procesos de gestión de la Innovación Tecnológica permiten la creación de capacidades productivas, y sobre todo, tecnológicas en el marco empresarial y nacional, este enfoque, conduce al análisis del proceso de innovación, como respuesta a apremiantes necesidades económico-sociales y su impacto en la sustitución de importaciones, así como en la utilización de la infraestructura productiva y la diversificación de los fondos exportables.

La situación actual y las perspectivas de la economía mundial son muy complejas. La nación tiene ante sí numerosas necesidades de capital, mercado y tecnología y una gran urgencia de elevar su competitividad.

En dicho estado de competencia se encuentran normalmente todos los países y empresas, tengan o no capacidades que los hagan competentes. Sobre este particular, se ha de tratar la búsqueda de la competitividad, rasgo muy característico del proceso contemporáneo de innovación y desarrollo tecnológico.

La empresa debe ser competente, no hay razón para excepciones, ya que la eficiencia del sector estatal es una necesidad específica de la economía; Este es un asunto que ocupa prioritariamente a los ejecutivos de las empresas, a los directivos de éstas y a la dirección del país en los diferentes niveles.

Es por ello que la misión de la ciencia y la innovación tecnológica en el momento actual debe estar dirigida hacia esa línea, constituyendo un elemento dinamizador del desarrollo sostenible del país.

Las mayores dificultades se presentan en el sector de producción de bienes y servicios, donde la mayoría de las empresas no cuentan con una disposición innovadora y no disponen de una planificación y organización de carácter estratégico.

En el sector de los servicios no se ha prestado la debida atención a la innovación, a pesar del potencial de este sector para contribuir a un incremento significativo del empleo y la producción, ganando cada vez más terreno, constituyéndose en un sector emergente dentro de la economía.

En el entorno actual, la empresa está obligada a desarrollar recursos humanos, sistemas de información y capacidades tecnológicas acordes con los nuevos desafíos. De ahí la importancia que tiene el proceso de innovación. Pues esto implica la renovación y ampliación de procesos, productos y servicios, cambios en la organización y la gestión y cambios en las calificaciones del capital humano. Por tanto, no debe entenderse como un concepto puramente técnico, sino que tiene raíces de carácter económico-social, y su análisis necesita de comprensión y de sus dos características esenciales:

- La innovación tiene como objetivo explotar las oportunidades que ofrecen los cambios, lo cual la obliga, según lo demuestra Roberts (1987), a que sea fundamental en la generación de una cultura innovadora, misma que permita a la empresa ser capaz de adaptarse a las nuevas situaciones y exigencias del mercado en que compite.
- El carácter innovador tiene su base en la complejidad del proceso de investigación tecnológica y en las alteraciones de la naturaleza imprevisible que mueven el mercado y la propia competencia.

La actitud innovadora es una forma de actuación capaz de desarrollar valores y actitudes que impulsen ideas y cambios que impliquen mejoras en la eficiencia de la empresa, aunque suponga una ruptura con lo tradicional.

El mundo empresarial está invadido por una denominada "locura innovadora", los libros sobre gestión de la innovación florecen en las librerías y cientos artículos aparecen en las revistas de gestión. ¿Por qué se escribe tanto sobre innovación?

Como el crecimiento externo no es una opción al alcance de todos, queda "la innovación", que se ha convertido en la "nueva frontera" de la gestión empresarial.

De una forma esquemática la innovación se traduce en los siguientes hechos:

- Renovación y ampliación en la gama de productos y servicios.
- Renovación y ampliación de los procesos productivos.
- Cambios en la organización y en la gestión empresarial.
- Cambios en las clasificaciones de los profesionales.

Las Innovaciones tecnológicas pueden ser clasificadas atendiendo a su originalidad en:

- Radicales: Las cuales se refieren a aplicaciones fundamentalmente nuevas de una tecnología, o combinación original de tecnologías conocidas que dan lugar a productos o procesos completamente nuevos.
- Incrementales: Son aquellas que se refieren a mejoras que se realizan dentro de la estructura existente y que no modifican sustancialmente la capacidad competitiva de la empresa a largo plazo.

La innovación tecnológica puede ser:

- De producto, la cual se considera como la capacidad de mejora del propio producto o el desarrollo de nuevos productos mediante la incorporación de los nuevos avances tecnológicos que le sean de aplicación o a través de una adaptación tecnológica de los procesos existentes. Esta mejora puede ser directa o indirecta,
  - a) directa si añade nuevas cualidades funcionales al producto para hacerlo más útil.
  - b) o indirecta, si está relacionada con la reducción del costo del producto a través de cambios o mejoras en los procesos u otras actividades empresariales con el fin de hacerlas más eficientes.

## Capítulo I La tecnología como ventaja competitiva

---

- De proceso: Que consiste en la introducción de nuevos procesos de producción, o la modificación de los existentes mediante la incorporación de nuevas tecnologías. Su objeto fundamental es la reducción de costos, pues además de tener una repercusión específica en las características de los Productos, constituye una respuesta de la empresa a la creciente presión competitiva en los mercados.



## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

### Capítulo II

#### **Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional.**

La inteligencia empresarial se caracteriza por su dinamismo y versatilidad al ser un instrumento integrador de herramientas de gestión que tradicionalmente se emplean de manera independiente. La vigilancia tecnológica es una de ellas, y se reconoce cada vez más como un instrumento que posibilita el desarrollo y ejercicio de la función de inteligencia al velar por la adecuada y precisa difusión de la información dentro de la organización.

En este capítulo se presenta la forma en que las diferentes etapas de la inteligencia organizacional se homologan con los componentes del sistema de vigilancia tecnológica.

Como el mercado de las herramientas tecnológicas empleadas en cada una de las etapas del ciclo vigilancia en la inteligencia organizacional es cada vez más amplio en cuanto a la versatilidad y alcance de los desarrollos, se determina un conjunto de criterios para la evaluación de herramientas organizacionales y de software que apoyan la inteligencia tecnológica con respecto a su desarrollo y aplicabilidad en varios escenarios.

#### **2.1 Premisas Conceptuales de la Vigilancia en La Inteligencia Tecnológica.**

La inteligencia tecnológica es una función continua en el tiempo y muy ligada a los aspectos estratégicos, es un estado permanente de atención y toma de decisiones ante oportunidades y amenazas del entorno.

La inteligencia organizacional es el esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de: observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma, por poder implicar una oportunidad o amenaza para esta. Teniendo en cuenta estos aspectos se puede definir la



## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

vigilancia tecnológica como la actividad de identificar las evoluciones y novedades de la tecnología, tanto en proceso, como en producto, con el fin de determinar las oportunidades y amenazas, provenientes del entorno que puedan incidir en el futuro de una organización y sus procesos productivos.

Los procesos de inteligencia tecnológica parten de las siguientes premisas para la identificación de tendencias tecnológicas:

1. Los resultados de la mayoría de las investigaciones en ciencia y tecnología se transmiten a través de un proceso de comunicación escrita (artículos de revista, libros, actas de congreso, patentes, etc.); Por lo tanto, los trabajos publicados componen uno de los productos finales de toda actividad científica y tecnológica, y presentan un indicador de volumen de investigación producido.
2. Los trabajos publicados en las fuentes primarias se recopilan en forma abreviada en las bases de datos, entonces la consulta es un método adecuado para obtener información sobre las publicaciones, en cualquier ámbito científico, de ahí que el principal insumo del proceso de inteligencia tecnológica sean bases de artículos y patentes.

El análisis de patentes es fundamental para el estudio de la dinámica de la tecnología, ya que da cuenta de lo que se está haciendo en un campo tecnológico de interés específico. Así mismo, permite, a través de su análisis estadístico, identificar patrones de comportamiento tecnológico, tecnologías emergentes, competencias medulares de los competidores y tendencias tecnológicas que pueden afectar la estrategia de la organización. Por su parte, los artículos científicos tienen la ventaja de que algunas veces son publicados primero que las patentes, sin embargo, no necesariamente llevan dentro de sí información tecnológica relevante, lo que se encuentra es la generación de conocimiento que posteriormente se utilizara en una innovación patentable.

Las ventajas de usar artículos en el desarrollo organizacional, no son muchas frente a las patentes.

## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

Entre las que se pueden citar están:

- La capacidad de identificar investigadores en un área o rama de la ciencia.
- Establecer encadenamientos de científicos que trabajen en un tema en particular, al utilizar la bibliografía de cada artículo.

Al aplicar técnicas de cienciometría, se puede obtener conocimiento a partir de artículos y patentes principalmente, a través de la determinación de indicadores.

La OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual), establece cuatro categorías de los indicadores que pueden ser obtenidos:

1. De actividad, analizan el número y distribución de los documentos obtenidos, la productividad científica y tecnológica por países, instituciones e investigadores y el impacto que tienen a nivel mundial.
2. Relacionales de primera generación, establecen la interacción entre empresas, instituciones y organismos públicos de investigación, al revisar las citaciones de artículos científicos en patentes.
3. Relacionales de segunda generación, son los que consideran la información presente en el título, el resumen o en el texto. El análisis de co-ocurrencia o co-word es el más conocido y analiza la aparición conjunta de dos o más palabras en varias publicaciones. Permiten identificar áreas de investigación, la relación entre las temáticas y su transformación en el tiempo (análisis dinámico).
4. De tercera generación, son representaciones visuales del estado del desarrollo tecnológico y científico en un área determinada. El avance de las tecnologías de la información ha permitido la representación de mapas que determinan gráficamente las tecnologías y áreas de conocimiento en las cuales se investiga, publica y patenta más en un periodo determinado. Cuando se comparan mapas de distintos periodos se puede determinar cuáles son las áreas emergentes y cuales experimentan una rápida expansión.

De forma concreta, el análisis de indicadores puede determinar, por ejemplo, el crecimiento de cualquier campo de la ciencia, según la variación cronológica del número de trabajos publicados en él, el envejecimiento de los campos científicos, la colaboración entre los científicos o instituciones, medida por el número de

## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

autores por trabajo o centros de investigación que colaboran, el impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional, establecido por el número de citas que reciben dichas publicaciones por parte de trabajos posteriores.

En los ejercicios de inteligencia y vigilancia tecnológica se requiere necesariamente experiencia, tanto en el área de desarrollo tecnológico como en las técnicas y programas informáticos que permitan el procesamiento de información, y en la mayoría de casos este conocimiento se concentra en diferentes especialistas, convirtiendo los procesos de vigilancia en escenarios multidisciplinarios, por lo cual es fundamental contar con adecuadas herramientas de representación de los resultados para su entendimiento y comunicación.

### 2.2 Enfoques Globales de la Vigilancia en la Inteligencia Tecnológica.

La vigilancia tecnológica es resultado de una constante evolución de diferentes países, donde se han desarrollado distintas escuelas (cada una con enfoques particulares).

A continuación se presentan algunos enfoques de la vigilancia tecnológica en los países más representativos de Europa en este tema, así como el desarrollo en Estados Unidos y algunos casos de Latinoamérica (Tabla 2-1).

**Tabla 2-1 Desarrollo de la vigilancia tecnológica en diferentes países.**

<b>País</b>	<b>Características</b>	<b>Autores.</b>
<b>Estados Unidos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los antecedentes de la inteligencia Organizacional se remontan a los años 60's.</li><li>- En 1986 se crea la SCIP para el desarrollo profesional de la inteligencia Tecnológica.</li><li>- Actualmente enfocada en desarrollar la competitividad a partir de la explotación de información científica y técnica. Identificación de agentes de cambio con herramientas como el roadmapping.</li></ul>	Ashton y Klavans (1997). Meadows(1999)

## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

<b>Francia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollos iniciales a finales de los 80's y principios de los 90's.</li> <li>- Enfoque hacia la búsqueda de información que se pueda extraer de la competencia.</li> <li>- Uso de técnicas estadísticas para análisis de bases de datos y análisis semánticos de textos.</li> <li>- Desarrollo de software especializado para el análisis y representación de grandes volúmenes de información.</li> </ul>	<p>Jakobiak(1992) Lesca(1994) Martinet y Marti (1995)</p>
<b>España</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptación del modelo francés a partir del trabajo de Lesca, principalmente.</li> <li>- Trabajo sobre la evolución del concepto de vigilancia tecnológica para generar ventajas competitivas en las organizaciones.</li> <li>- Desarrollos del concepto de inteligencia organizacional, en escenarios como el tecnológico y el económico.</li> <li>- Solución a problemas organizacionales puntuales a través de la vigilancia tecnológica.</li> </ul>	<p>Tena(1992) Cornella(2000) Palop y Vicente (1999) Escorsa y Mapons (2001) CETISME(2002)</p>
<b>Cuba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfoque hacia el desarrollo de sistemas propios de inteligencia organizacional y/o de vigilancia tecnológica articulado a la estrategia y la cultura corporativa.</li> <li>- Investigación en gestión de información</li> <li>- Articulación de las funciones de los sistemas de inteligencia empresarial, tecnológica y competitiva.</li> <li>- Aproximaciones al aprendizaje organizacional a través de la Vigilancia Tecnológica.</li> </ul>	<p>León, González y Días(2004) Echavarría(2004)  Rocha y Pardo(2004)</p>
<b>México</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfoque epistemológico y metodológico proveniente de países como Estados Unidos, Francia y España.</li> <li>- Búsqueda de mecanismos de cooperación en torno a la innovación e incorporación de modelos de inteligencia competitiva en organizaciones, principalmente aquellas relacionadas con ciencia y tecnología.</li> </ul>	<p>Rodríguez(2003) López(2001) Huerta(2003) Mier(2003)</p>
<b>Colombia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existe una corriente propia en el tema por la falta de comunidad crítica a nivel académico, empresarial e institucional.</li> <li>- Iniciativas constitucionales importantes en Colciencias y en la Cámara de Comercio de Bogotá. A nivel académico el grupo de investigación Biogestión lleva varios años trabajando en la temática.</li> </ul>	<p>Vargas y Castellanos (2005)</p>

### **2.3 Ciclos de la Vigilancia en la Inteligencia tecnológica y criterios de selección.**

Por tratarse de un ejercicio sistemático, dentro del proceso de inteligencia la vigilancia tecnológica se desarrolla en un ciclo. Autores como Ashton y Klavans (1997), Rodríguez (1999), Vargas y Castellanos (2005), entre otros, han formulado modelos de vigilancia, que pueden ser resumidos en cuatro grandes fases (Tabla 2-2).

El esquema que representa el ciclo de vigilancia tecnológica muestra que el proceso requiere la adquisición de información tanto del interior de la organización como del entorno, para proyectarla de manera tal que permita sustentar adecuadamente la toma de decisiones de acuerdo con las necesidades organizacionales. Cada fase contiene procesos, tareas, elementos, consideraciones y características que llevan a que su ejecución se realice de manera adecuada.

Entre los modelos anteriormente mencionados, cabe destacar que el de Ashton y Klavans (1997) se fundamenta en un proceso de retroalimentación continua hacia cada nueva necesidad que la organización identifique. Por su parte, Rodríguez (1999) presenta un modelo que evoluciona desde la necesidad identificada hasta la generación de conocimiento, haciendo énfasis en la difusión de resultados con claridad, pertinencia y atractivo para quienes puedan verse beneficiados.

Finalmente Vargas y Castellanos (2005), plantean un proceso de vigilancia tecnológica centrado en el análisis de fuentes documentales, como las bases de datos, donde el diseño de estrategias conduce a generar impactos en distintas áreas.

## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

**Tabla 2-2 Diferentes Etapas del Ciclo de Vigilancia Tecnológica.**

Fases del Ciclo de VT	Modelo de Ashton y Klavans (1997)	Modelo de Rodríguez (1999)	Modelo de Vargas y Castellanos (2005)
Fase I: PLANEACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES	Necesidades Planeación de actividades Fuentes y métodos	Planeación	Planeación
Fase II: IDENTIFICACIÓN, BÚSQUEDA Y CAPTACIÓN DE INFORMACIÓN.	Recolección de fuentes de información	Selección de las fuentes de Información y acopio	Preparación de la búsqueda Búsqueda en bases de datos
Fase III:  ORGANIZACIÓN, DEPURACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	Análisis de datos	Análisis	Depuración y convalidación de registros Procesamiento de registros Análisis e interpretación de los resultados
Fase IV: PROCESOS DE COMUNICACIÓN Y TOMA DE DECISIONES/ USO DE RESULTADOS.	Entrega de Información Evaluación de los resultados Uso de los Resultados.	Difusión de resultados Procesos de decisión Acciones	Diseño de estrategias Impactos

## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

El modelo de Inteligencia Tecnológica, propuesto por Castellanos et al. (2005), cuyas bases retoman la esencia de la gestión tecnológica, se caracteriza por su dinamismo y versatilidad al ser un instrumento integrador de herramientas típicas y ampliamente conocidas de esta, que tradicionalmente han sido utilizadas de manera independiente.

El sistema propuesto está basado en tres componentes fuertemente interrelacionados: la implementación de herramientas de gestión tecnológica que manejan información con diferentes atributos, la generación de conocimiento a través de la transformación de datos en información con valor estratégico, y la formulación e implementación de estrategias acordes con las políticas de la organización. Estos componentes no son etapas secuenciales, si no que se complementan entre sí por ser un proceso complejo con corrientes de retroalimentación, como se muestra en la figura 2-3.

Aunque gráficamente la vigilancia tecnológica se encuentra ubicada en el primer componente del modelo de inteligencia organizacional, la interacción que se presenta en el tratamiento de la información, la generación de conocimiento y el diseño de la estrategia, posee características de los procesos complejos, distinguiéndose principalmente:

1. La causalidad circular retroactiva: Que se relaciona con el hecho de que cada uno de los componentes del modelo genera una serie de elementos que son retomados por procesos que no son dependientes de manera directa.
2. La causalidad recursiva: En la cual se establece que en un proceso recursivo, los efectos y los productos son necesarios para el proceso que los genera. En el modelo se evidencia este fenómeno en cada una de las fases debido a la importancia que adquieren los resultados y su convalidación para mejorar el entendimiento del proceso y por ende del sistema.

## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

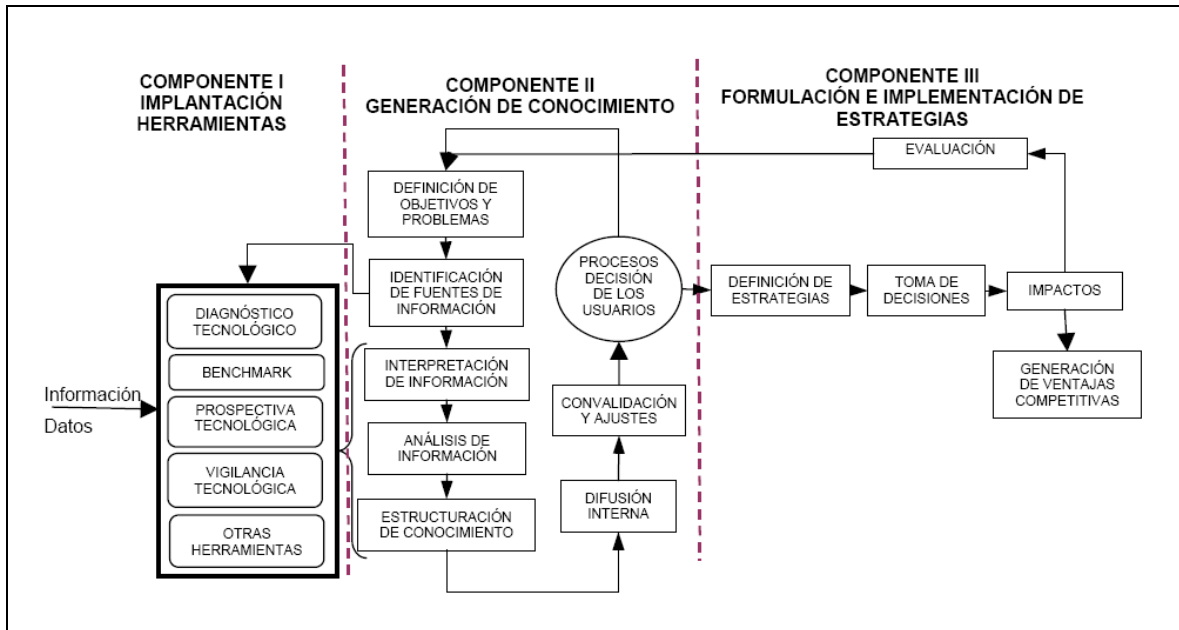


Figura 2-3 Sistema de Inteligencia Tecnológica

**Componente I:** Implementación de Herramientas. La inteligencia Tecnológica, constituye un integrador de diversas herramientas de gestión tecnológica. El sistema en análisis, sugiere la utilización de cuatro herramientas (Diagnostico Tecnológico, Benchmarking, Prospectiva Tecnológica y Vigilancia Tecnológica), aunque es posible utilizar un mayor o menor número de herramientas dependiendo de la complejidad del sistema analizado. En este caso el diagnostico tecnológico determina las capacidades tecnológicas de la empresa enfatizando en las fortalezas y retos por alcanzar, mientras que la vigilancia tecnológica y la prospectiva tecnológica identifican las tendencias tecnológicas y preparan el sistema productivo para anticiparse a los cambios tecnológicos que se produzcan, en el primer caso a corto plazo y en el segundo a largo plazo. Por su parte, la aplicación de benchmarking permite conocer las mejores prácticas y procesos de las empresas líderes.

En cuanto a la Vigilancia Tecnológica en particular, este componente puede ser homologado en la definición y entendimiento del problema, enmarcando el objeto de evaluación y la planeación del proyecto; La determinación de las fuentes de información más adecuadas y los procesos de búsqueda y captura pertinentes.



## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

**Componente II:** Generación de conocimiento. Como se observa en la figura 3-3, este componente constituye el fundamento del sistema de inteligencia organizacional, ya que la valoración de la importancia del conocimiento ha hecho que las empresas se ocupen ahora de cómo crearlo, emplearlo, compartirlo o utilizarlo de manera más eficiente. El sistema referencia parte de la definición y problemáticas de la empresa, permitiendo la identificación de fuentes de información que permitan la adecuada implementación de las herramientas, las cuales interpretan y analizan la información disponible generando finalmente conocimiento estructurado que debe ser difundido al interior de la organización para su posterior validación y ajuste. Este es un proceso continuo, integrador y dinámico de gestión de la variable tecnológica, que permite la definición de estrategias y el aprendizaje continuo.

La transformación y análisis de la información en conocimiento e información pertinente para la organización en la Vigilancia Tecnológica, están fuertemente apoyadas por las Tecnologías de la Información (TI), y otras ciencias del conocimiento, como la Estadística, con el objeto de captar los elementos más relevantes y significativos de la información en un proceso continuo de retroalimentación y aprendizaje.

**Componente III:** Formulación e implementación de estrategias. El tercer componente se traduce en el cumplimiento del objetivo principal en la aplicación del Sistema de Inteligencia Organizacional, puesto que ya se cuenta con información y conocimiento para la oportuna toma de decisiones y la formulación de estrategias con impacto en el corto, mediano y largo plazo, generando ventajas competitivas a partir de la variable tecnológica y su gestión. Dicho impacto deberá ser evaluado para determinar los aspectos a redefinir o ajustar, y así continuar el proceso de IT, de manera dinámica y permanente.

La definición de estrategias y su despliegue a su nivel corporativo, a partir de la vigilancia tecnológica, es un proceso paralelo al desarrollado en el sistema de inteligencia organizacional, ya que ambos incluyen la difusión de resultados y procesos de toma de decisiones para cumplir con el objetivo planteado inicialmente en el estudio.

Si se analiza la metodología empleada en el desarrollo de los procesos de Vigilancia Tecnológica, con respecto al proceso de Inteligencia Tecnológica, es posible identificar los mismos componentes presentes en el esquema del sistema de inteligencia (Fig. 2-3).

## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

La metodología de la vigilancia de la inteligencia tecnológica, inicia con la definición de una necesidad de información, y concluye con la definición de estrategias y la toma de decisiones.

Estos elementos aparecen en distintos niveles y prioridades a lo largo del ciclo de la vigilancia tecnológica, y se pueden estructurar en términos del conocimiento (con respecto a la temática de estudio y la metodología empleada), de los recursos (tecnológicos, financieros y licenciatarios), del personal (usuarios, directivos, especialistas y analistas de información).

### 2.3.1 Criterios para la selección de herramientas de vigilancia Tecnológica.

Los grandes volúmenes de información a los que una organización puede acceder a través de recursos como Internet, así como la amplitud del mercado del software, establecen la necesidad de generar criterios para la selección de las herramientas de software más idóneas para los procesos de búsqueda, captura y análisis (procesamiento y validación) de la información. Dichos criterios pueden agruparse en tres grandes tópicos:

- **Evaluación de las Herramientas de Software:** Para que una organización pueda seleccionar las distintas herramientas informáticas en un proyecto de vigilancia tecnológica, se deben conocer las principales características y potencialidades de las herramientas.

Las herramientas pueden ser evaluadas con respecto a la Información Estructurada:

1. Software especializado en patentes
2. Software de procesamiento y análisis de información.

Y con respecto a la Información no Estructurada:

3. Motores, Directorios y Metabuscadores disponibles en Internet.
4. Software avanzado de búsqueda (Metabuscadores)

## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

y con respecto a la combinación de la Información estructurada y no estructurada:

### 5. Software de búsqueda, procesamiento y análisis.

- **Selección de las herramientas de acuerdo al tipo de información:** Cada fuente de información posee unas características definidas en torno a la forma en que esta se encuentra disponible.
- **Adquisición de las herramientas de software:** En este mismo proceso de selección de las herramientas en las diferentes categorías, cada herramienta debe ser vista como una inversión y por tanto esta debe de ajustarse a las necesidades y requerimientos de la organización.

La amplitud del mercado del software para el procesamiento de información, así como el desarrollo de nuevas características en dichas herramientas han dado como resultado criterios poco sustentados para la definición de la pertinencia de una u otra herramienta. Cuando la organización no posee un entendimiento profundo del papel y alcance de la importancia de que tiene la vigilancia en el proceso de la estructuración de la inteligencia organizacional y tecnológica, la herramienta pasa de ser un medio a ser el fin de la actividad de monitoreo del entorno.

La vigilancia tecnológica no debe confundirse con el manejo operativo de la información a través de software especializados, por que el conocimiento y la forma en que las personas interactúan, son las que realmente otorgan el verdadero valor agregado a los proyectos de desarrollo organizacional. Resulta evidente que las organizaciones necesitan apoyarse en las Tecnologías de la Información (TI), para soportar en gran medida sus actividades de desarrollo organizacional.

La vigilancia de la inteligencia tecnológica, se constituye como uno de los esfuerzos más importantes por parte de las organizaciones para captar, analizar, y tomar decisiones con base en la información que estas pueden adquirir proveniente del exterior, sustentados en la calidad, pertinencia y utilidad de la

## Capítulo II Vigilancia de la Inteligencia Tecnológica y Organizacional

---

misma. Su uso, de manera similar a la gestión del conocimiento, ha sido adoptado por grandes organizaciones, con miras a no ser sorprendidas tecnológicamente por sus competidores.

Las herramientas de software desarrolladas por diversos proveedores, poseen ciertas características y cualidades, que vistas en el marco de la vigilancia tecnológica, apoyan las distintas fases del ciclo global de vigilancia de la inteligencia tecnológica y organizacional.

Sin embargo, el software no puede independientemente de su potencial, constituirse en el objeto mismo de estudio, de tal manera que, como consecuencia de la aplicación de esta metodología, resulta clave establecer y entender que, en el ciclo de la vigilancia de la inteligencia tecnológica, la selección de estas herramientas de software, se convierte en una consecuencia más que en un punto de partida.

La Identificación de los componentes del sistema de inteligencia tecnológica y organizacional, y la homologación de las actividades y fases del ciclo global de vigilancia tecnológica con estos, resalta la importancia del método como herramienta de apoyo a los procesos organizacionales, en cuanto que soporta la generación de conocimiento, la definición de estrategias y la toma de decisiones.



### CAPITULO III

#### PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

Por lo general la planeación se entiende como un proceso de reflexión sobre el que hacer para pasar del presente a un futuro deseado.

Este significado se caracteriza por el deseo de orientar el curso de acción que ha de adoptarse con el fin de alcanzar la situación idealizada; La definición de la situación futura y la selección del curso de acción integra una secuencia de decisiones y eventos que, cuando se realizan de manera sistemática y ordenada constituyen un ejercicio de planeación.

Como instrumento, la planeación se convierte a través de la creación en un factor gradual de cambio que debe generar las condiciones para afectar el presente y comprometerse a futuro, de las tantas corrientes de planeación, existen diversas estructuras, todas ellas derivadas del esfuerzo de formular y ejecutar un plan determinado acorde a las circunstancias, al entorno, y a las actitudes: la reactiva, proactiva e interactiva, las cuales aparecen combinadas en diferentes proporciones en cada individuo y organización de las cuales la que tiene mayor impacto es la que más prevalece.

Este capítulo se enfocará a definir la planeación estratégica interactiva, según los lineamientos establecidos por la empresa, bajo el esquema definido como el orientado hacia la obtención de un control sobre las estrategias a futuro.

El cual consiste fundamentalmente en la aplicación total de las estrategias propuestas y a la selección de alternativas para lograrlas, lo cual da cabida a un esquema de planeación estratégica.

#### **3.1 Antecedentes, proceso y estructura.**

La Planeación Estratégica en un principio recibió nombres como “planeación corporativa completa”, “planeación directiva completa”, “planeación general total”, “planeación a largo plazo”, “planeación formal”, “planeación integrada completa”, “planeación corporativa (Steiner 1990) y por ultimo “planeación estratégica”.

El adjetivo estratégico proviene desde la antigua Grecia cuando “Strategos” era el cargo de la persona que hacía responsable de los preparativos bélicos y comandar el ejército, de ahí que más tarde se concebía como el arte de dirigir las operaciones militares. Por lo que respecta a la administración, queda referida a interpretar que la figura del enemigo queda representada por los retos que le

impone el medio ambiente a la organización y la estrategia, por la forma en que se aprovecha la capacidad interna para hacerles frente y salir triunfante. Sin embargo y con el tiempo seguirán cambiando los nombres, pero no la esencia del concepto para lo cual fue desarrollado, la planeación estratégica, es un proceso sistemático más o menos estructurado de manera formal donde se establecen propósitos, objetivos, políticas y estrategias básicas para desarrollar planes detallados con el fin de poner en práctica las políticas y estrategias de la empresa, y así lograr objetivos y propósitos básicos de la organización. Además prevé el porvenir de las decisiones actuales mediante un proceso lógico, fundamentado en una filosofía sostenida por una estructura funcional incluyendo los horizontes de tiempo en el corto, mediano y largo plazo.

La planeación estratégica se define desde cuatro puntos de vista, lo cual permite comprenderla de una manera integral, a continuación se menciona dicho enfoque.

### **3.1.1 El porvenir de las decisiones actuales**

La planeación estratégica comprende el conocimiento de la cadena de consecuencias de causas y efectos durante un tiempo, relacionada con una decisión real o intencionada que tomará el director. Además, observa las posibles alternativas de los cursos de acción del futuro y al seleccionar algunas alternativas, éstas se convierten en el sustento para tomar decisiones presentes. Otro punto de gran importancia que se considera en la planeación estratégica es la identificación de oportunidades y peligros que pudieran surgir en el futuro; Con base en lo descrito anteriormente se pueden tomar mejores decisiones en el presente para explotar las oportunidades y evitar las adversidades.

### **3.1.2 El proceso**

La planeación estratégica es un proceso que abarca el establecimiento de metas organizacionales, definición de estrategias y políticas para alcanzar estas metas, y desarrolla planes detallados para garantizar la implantación de las estrategias para tratar de llegar al fin buscado. También es un proceso para decidir que tipo de esfuerzos de planeación debe hacerse, cuando y como debe hacerse, quien lo llevara a cabo y que se hará con los resultados.

### 3.1.3 La filosofía

La planeación estratégica es parte de la empresa, es una forma de vida, una cultura, y como tal requiere dedicación para vislumbrar el futuro, y una determinación para planear constante y sistemáticamente como parte conjunta de la dirección.

### 3.1.4 La estructura

La planeación estratégica contiene tres tipos de planes que son: los planes estratégicos, los programas de mediano plazo, los presupuestos a corto plazo y los planes operativos:

- El plan estratégico.

Es el movimiento planeado desde el presente incompletamente comprendido hasta el futuro deseado, así como probable, con un objetivo a varios años (misión).

Para prepararlo, se debe comprender el pasado de la compañía, así como los recursos humanos con los que cuenta, los productos, los mercados locales e internacionales y su interrelación, el proceso de producción, la investigación y desarrollo, las inversiones, las relaciones públicas y gubernamentales, entre otras.

- Los programas de mediano plazo.

La programación a mediano plazo es el proceso mediante el cual se prepara y se interrelacionan planes específicos funcionales para mostrar los detalles de cómo se debe llevar a cabo la estrategia para lograr los objetivos, misiones y propósitos de la compañía a largo plazo.

El siguiente paso es desarrollar los planes a corto plazo con base en los planes de mediano plazo. En algunas organizaciones los números obtenidos durante el primer año de los planes a mediano plazo, son los mismos que aquellos logrados con los planes operativos anuales a corto plazo.

La planeación estratégica, implica creatividad, innovación y liderazgo, lo cual es enfatizado en los siguientes puntos que caracterizan el proceso:



## Capítulo III La Planeación Estratégica

---

- Conocimiento de la importancia de la necesidad de evaluar a través de un análisis FODA.
- Buena participación para evaluar las necesidades de los clientes.
- Habilidad para el desarrollo de la misión, así como la declaración de metas y objetivos.
- Ingenio en la selección de las estrategias para implementar los objetivos.
- Entendimiento claro de cómo medir de manera cuantitativa y cualitativa el desempeño.

La planeación a largo plazo o planeación estratégica, es un mecanismo mediante el cual una organización colecta y evalúa información propia y su relación con el ambiente, genera proyecciones relacionados a los cambios en este ambiente, y fija las metas organizacionales basadas en esas proyecciones, lo cual sirve para caracterizar el progreso.

La planeación estratégica debe hacer énfasis en desarrollar alianzas, asociarse con proveedores y clientes claves. Esto por la turbulencia del ambiente, como es el caso del desarrollo de la tecnología, la cual se tiene que monitorear y obtener trayectorias, como es el caso de la industria petrolera, la cual tiene una repercusión directa en el comportamiento de la industria.

Las directrices antes mencionadas convergen en el desarrollo de una misión, objetivos, metas, y desarrollo de estrategias, estas establecen la importancia de evaluar la trayectoria de la organización, lo cual incide de forma directa entre la formulación de una estrategia dinámica adecuada y el poder determinar de forma eficiente y evitar, que se caiga en algo ficticio o inalcanzable por no contar con recursos suficientes o no prever amenazas emergentes. Además, dentro de esta estructura organizacional se plantea la forma de cómo enlazar y como sobrevivir a la turbulencia del ambiente y a los cambios vertiginosos, para poder vincular los recursos y capacidades reales con que cuenta la organización para alcanzar los objetivos.

### **3.2 Importancia de la planeación estratégica.**

La planeación estratégica es de gran valor en cualquier empresa, ya que cumple la función de formular y contestar preguntas de manera ordenada tales como: ¿Cuál es la línea básica de la empresa?, ¿Cuál es la filosofía y los propósitos fundamentales?, ¿Cuáles son los objetivos de la empresa a mediano y largo plazo?, ¿Están estos últimos en equilibrio?, ¿Dónde están y cuáles son nuestros

competidores?, ¿Cuáles son los cambios más importantes en nuestro ambiente que nos afectaran?, y ¿Cuáles serán las oportunidades que explotar o peligros que evitar en la organización?; estas preguntas forman la base para tomar decisiones correctas para la supervivencia y el desarrollo de la empresa.

Además introduce un conjunto de fuerzas decisivas en un negocio, como es simular el futuro. Esto lo hace bajo un principio de prospección, ya que considera el futuro como un horizonte abierto, susceptible no solo de ser diseñado sino también construido, lo cual funciona a la inversa del procedimiento tradicional de planeación. Bajo el futuro prospectivo se determina el futuro deseado, se diseña creativa y dinámicamente, sin considerar el pasado y el presente como restricciones. Y con base en ello se analicen y exploren los futuros factibles con el fin de que se seleccione el más satisfactorio. Todo esto, al asesor le permite ver, evaluar y aceptar o descartar numerosas alternativas que así convengan.

### 3.2.1 Aspectos relevantes en la planeación estratégica.

En la planeación estratégica se mencionan cinco fuerzas consideradas en relación al sector al que se pertenece, en la figura 3-1, se muestran las posibles fuerzas dentro del ambiente operativo del sector, tales como los competidores, clientes, proveedores, productos sustitutos y nuevos competidores o socios comerciales, con el fin de identificar en que forma y bajo que condiciones se espera la mayor presión, estas fuerzas tienen un definitivo impacto sobre los costos y precios de las empresas, su ambiente operativo y poder de negociación.

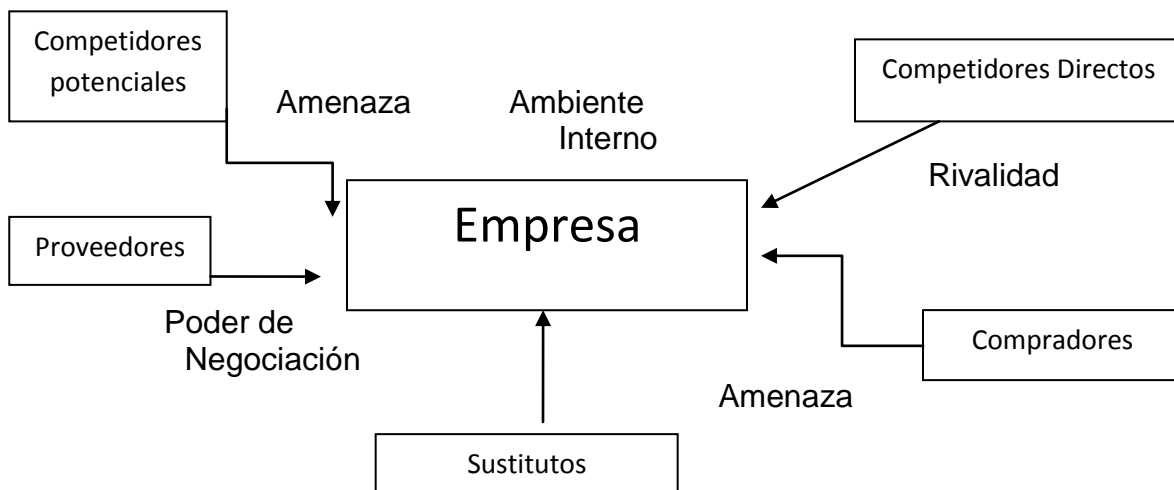


Figura 3-1 Modelo de las Cinco fuerzas de Competitivas Del Sector Industrial.

Con base en las cinco fuerzas competitivas, descritas por la teoría de Porter, ejemplificadas en este esquema, se puede tener claro la importancia e interrelación del conocimiento del ambiente y las previsiones a realizar para el comportamiento futuro de la organización.

### **3.2.2 Diagnósticos y pronósticos externos.**

Al realizar una evaluación cuidadosa del entorno en el que opera la organización, el objetivo que se persigue es identificar y medir los siguientes parámetros puntuales:

- Identificar las oportunidades de la organización que corresponden a los factores externos que pueden beneficiarla.
- Analizar las amenazas, que son los factores que pueden perjudicar a la organización en determinada actividad.

Se deben considerar que, los términos de oportunidades y amenazas, hacen referencia a aquellas condiciones favorables o desfavorables para la empresa que derivan de los cambios que se dan en el medio ambiente.

A continuación se detalla un procedimiento para establecer las oportunidades y amenazas, el cual contempla las siguientes etapas:

- ❖ Explorar el medio ambiente para definir los cambios más significativos que se han dado en los últimos tiempos y los que se pudieran anticipar para el futuro.
- ❖ Indicar que probabilidad o grado de certeza se atribuye a la ocurrencia de cada uno de esos cambios.
- ❖ Establecer que oportunidades y que amenazas se abren para la organización si llegan a concretarse dichos cambios.
- ❖ Valorar el nivel de impacto que se tendría al interior y al exterior de la organización.

Para la identificación de las oportunidades y amenazas se desarrollan técnicas de pronósticos en distintos ámbitos como es el caso de los pronósticos económicos,

tecnológicos, sociales y políticos, los cuales deben ser considerados como un factor clave de análisis.

Se debe considerar además que se requiere de un escenario de alternativas y de los cambios económicos para las regiones o países que más impacto puedan tener para la organización.

### **3.2.3 pronósticos tecnológicos.**

Los pronósticos tecnológicos se pueden llevar a cabo a través de encuestas, extrapolación de curvas de producción, extrapolación histórica, y escenarios de explotación posibles, entre los más comúnmente utilizados.

Estos procesos representan diferentes espacios de pronósticos, y requieren de una estructura definida, así como de la identificación de sus principales factores para ser considerados y a su vez poder establecer la relación que se guarda entre estos, para realizar lo anterior es necesario adquirir una serie de pronósticos sobre las tecnologías que utiliza la empresa.

En muchas ocasiones es posible adquirir estudios elaborados por empresas especializadas, en otros casos será necesario complementar la información disponible con la aplicación de metodologías especialmente desarrolladas para este fin.

La información obtenida de un pronóstico debe ser concisa, ya que está en función de quien lo usa.

Los requerimientos para un pronóstico de tecnológica deben plantearse en un principio las fronteras del área que va a cubrir (que entra y que no), identificar las fuerzas externas claves, identificar tendencias y restricciones, también deben considerarse los factores económicos externos, políticos y sociales que son los que ponen principal restricción a las tecnologías; en la tabla 3-2, se muestran los principales tópicos que deben considerarse en este tipo de estudios estadísticos.

**Tabla 3-2 Elementos que debe contener un estudio de pronóstico tecnológico**

Demarcar el área a cubrir
Identificar los factores claves externos
Identificar probabilidades de secuencia de las aplicaciones
Identificar restricciones y tendencias claves
Inferir predicción de eventos
Evaluar la rapidez de evaluación de las tecnologías.

Esta área es, por lo general del dominio de los ingenieros de diseño de proceso, y forma parte de sus funciones de investigación y desarrollo, siendo necesario traducir al resto de los directivos las implicaciones que para la organización puedan tener los cambios tecnológicos que se estén pronosticando, así como la afectación e incidencia directa que tendrá en la organización.

### **3.2.4 Diagnostico estadístico y pronósticos internos.**

Se trata de la evaluación cuidadosa de la propia empresa organización a fin de identificar y medir:

- Las fortalezas, que son las ventajas que la organización realmente posee con relación a las principales empresas participantes.
- Las debilidades, que son consideradas como los aspectos que presentan rezagos y que constituyen obstáculos a la adecuada capacidad de ofrecer al mercado productos y servicios con los niveles de precio, calidad y oportunidad.

### **Pronósticos internos.**

Con la utilización de esta herramienta estocástica, se busca estudiar la tendencia que presenta la empresa en el horizonte de planeación al haberse instrumentado las estrategias formuladas en ciclos de planeación estratégica anteriores. Se trata de contestar el siguiente tipo de preguntas:

- ❖ ¿Qué sucederá con la organización si no se efectúan cambios en función de los resultados esperados actualmente?
- ❖ ¿Qué resultados se pueden esperar de las estrategias que se han diseñado en el pasado?
- ❖ ¿Es viable para la empresa seguir con el rumbo operacional actual?

### **3.3 Estrategias competitivas**

El concepto de estrategia competitiva, se encuentra basado en una estructura apoyada en la satisfacción de las necesidades del cliente.

Por tal motivo, el objetivo de una estrategia competitiva es distinguir la ruta que dé una ventaja sustentable para poder ofrecer un valor superior al cliente; Se puede realizar a través de tres líneas descriptivas: costo, diferenciación, segmentación y enfoque.

La ventaja en costo puede obtenerse a través de una economía de escala, de propiedades tecnológicas; o el acceso de bajos costos de insumos.

La diferenciación busca ser única ante las expectativas del cliente, ofrecer un precio competitivo del producto o servicio.

Aunque la singularidad quizá debe ser relacionada con los atributos del producto, pudiendo venir esto, desde el enfoque del mercado, servicios u otros factores similares.

Para la segmentación, se concentra en la estrechez de un mercado con una característica especializada alcanzada por medio del costo o por diferenciación. A continuación, dentro de las estrategias genéricas se describen los conceptos de liderazgos en costo, liderazgo en diferenciación y enfoque (Porter, Michael 1987).

## Capítulo III La Planeación Estratégica

---

- Liderazgo en Costo.

El liderazgo en costo es una de las tres ventajas competitivas definidas, y la cual consiste en considerar que una empresa se propone ser el productor de menor costo en un sector industrial.

- Diferenciación.

En una estrategia de diferenciación, lo que busca la empresa es ser única en su ramo de acuerdo con algunas dimensiones que son en gran medida apreciadas por los compradores. Se logra haciendo énfasis en lo que los compradores del producto consideran como un atributo relevante, para lo cual, la organización se enfoca en satisfacer específicamente esas necesidades.

- Enfoque

Consiste en hacer la elección de un panorama de competencia estrecha en un determinado sector industrial. En esta estrategia, la empresa se define por atender a un determinado segmento del sector industrial con la exclusión de la parte restante.

Para poder sustentar cualquiera de las tres estrategias genéricas se tiene que comprender que existen varias formas de lograrlo, ya sea por medio de una ventaja competitiva en costos, en diferenciación o en enfoque. No obstante, puede verse, dentro de la denominada cadena de valor, que la tecnología es catalogada como una actividad donde se puede definir una ventaja competitiva, dentro de la cual, "cada actividad de valor representa tecnología, ya sea conocimiento (know-how), procedimientos, o la tecnología dentro de del equipo de procesos, y dentro del proceso mismo.

El conjunto de las tecnologías empleadas por la mayoría de las empresas es muy amplio, yendo desde el uso de la tecnología para preparar documentos y transportar bienes a aquellas tecnologías representadas en el producto mismo (Porter, Michael 1987).

### Capitulo IV

#### El proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

En el ámbito industrial, las empresas deben tener mayor capacidad de respuesta al avance de la tecnología y al manejo de activos tecnológicos de forma estratégica, la difusión de programas de planeación, la integración de la tecnología y el uso iterativo de activos en las diferentes líneas de productos frecuentemente carecen de una estructura coordinada que involucre a todos los actores. Se han propuesto diferentes soluciones para alinear las expectativas tecnológicas con las expectativas del negocio.

En este capítulo se destacan los elementos relacionados con el uso de los Mapas Tecnológicos, se detallara el proceso y se describirá el método de cómo debe llevarse a cabo en las empresas de base tecnológica, con el propósito de coadyuvar a la mejora de los procesos productivos.

Es materia de este capítulo, además, el describir la relación que guardan los MT's, en las previsiones dentro del proceso de planeación estratégica, bajo un clima de cambios vertiginosos como lo es el tecnológico, la asociación de ideas que debe establecerse entre las estrategias y capacidades con que cuenta una organización, así como los riesgos, su análisis y evaluación, son materia de estudio en este trabajo.

Se describirán además las técnicas de planeación para poder llevar a cabo la creación de los MT's , vinculados al proceso de desarrollo específico en uno de los activos de la paraestatal, detallando primero la teoría general, y de manera esquemática su subsecuente línea de desarrollo, en un proyecto perteneciente a Pemex Exploración y Producción.

#### 4.1 Panorama descriptivo

Es necesario especificar puntualmente la diferencia que existe entre un mapa tecnológico y el proceso de desarrollo de los mapas de ruta tecnológicos, con respecto al proyecto de Pemex exploración y producción, mismo que se definirá



## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

en este capítulo, pero solo con fines ilustrativos, ya que no forma parte de este trabajo de investigación:

Este trabajo trata solo de la primera etapa del proceso, que son justamente los mapas tecnológicos; Un mapa tecnológico es una herramienta que facilita el balance de las tecnologías de una cadena productiva. Con entradas de información y cadenas de productos, es un recurso dinámico que establece los objetivos, alcances y estrategias tecnológicas. Además es una radiografía del tipo de tecnologías que se emplean en un momento específico, de su nivel de uso y del desarrollo de su gestión, por estas razones el mapa tecnológico es una herramienta muy útil para Pemex Exploración y Producción en el análisis, implementación y seguimiento de los Activos de Producción.

El mapa tecnológico permite analizar la importancia relativa de los diferentes sistemas vinculados a los servicios, y el estado de integración de las diferentes tecnologías; También refleja el comportamiento de tecnologías medulares y de apoyo al estado del arte a nivel mundial, sus objetivos son:

### 1. Diagnostico.

- Realizar estudios para identificar las causas de necesidad tecnológica
- Categorizar las causas de necesidad tecnológica
- Jerarquizar necesidades tecnológicas

### 2. Identificación.

- Consultar fuentes externas para identificar posible soluciones
- Preseleccionar tecnologías

### 3. Selección.

- Jerarquizar tecnologías en función de su impacto esperado y probabilidad de éxito.
- Seleccionar tecnologías con aplicación directa a los problemas específicos, para que sean evaluadas.
-

### 4. Evaluación.

- Articular el problema específico para cada tecnología
- Desarrollar estudios para justificar el inicio de pruebas tecnológicas
- Aprobar inversiones para la ejecución de pruebas tecnológicas
  
- Medir: realizar pruebas tecnológicas para validar hipótesis de costos y beneficios
- Desarrollar un plan de negocios que incluya antecedentes, justificación técnica y justificación económica

### 5. Aprobación.

- Aprobar la masificación de tecnologías con base en un plan de negocios detallado
- Administrar la transición hacia la implementación.

### 6. Implementación.

- Definir áreas específicas del proyecto en donde se aplicará la tecnología evaluada
- Realizar especificaciones de detalle y bases de usuario para tecnologías en masificación dentro de Pemex exploración y producción
- Monitorear resultados en campo y retroalimentar el diseño de especificaciones

Por otro lado, especificando puntualmente su necesaria diferenciación, los mapas de ruta tecnológica son la herramienta que permitirá en corto plazo integrar y dirigir los esfuerzos en materia tecnológica de los proyectos de Pemex Exploración y Producción, estos constituyen la herramienta base para la definición de tecnologías aplicables a los proyectos de explotación, con base en los ya mencionados mapas tecnológicos.

Estos se enfocan en generar estrategias y planes para la implementación de nuevas tecnologías a través de una línea de tiempo, de tal forma que identifiquen la visión y la ruta conjunta que permita integrar y visualizar las acciones

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

tecnológicas necesarias para lograr las expectativas de producción del proyecto de inversión en el corto, mediano y largo plazo.

El mapa de ruta tecnológico se desarrolla a través de una línea de tiempo, su arquitectura se integra por cuatro principales grupos o clúster:

- Definición de recursos
- Tecnologías
- Productos del proyecto
- Mercado/Negocio.

Para la construcción de cada uno de los clúster del mapa de ruta, se requiere elaborar las matrices correspondientes a cada “clúster” donde se identifican todas las opciones posibles de aplicar o requerimientos específicos a cumplir según sea el caso.

Esto permite jerarquizar las opciones más relevantes, y solo ser descritas en el mapa de ruta tecnológica las prioritarias, las estructuras de los mapas de ruta tecnológica son similares, pero el contenido varía dependiendo de los objetivos o impulsores estratégicos de cada proyecto.

Los mapas de ruta permitirán en conjunto con los mapas tecnológicos dentro de Pemex exploración y producción el cierre de brechas tecnológicas en los proyectos de inversión si se enfocan en los siguientes parámetros:

- Definir las estrategias tecnológicas para la generación de valor a través de los principales objetivos de PEP:
  1. Incrementar producción
  2. Incorporar reservas
  3. Reducir costos
  4. Aumentar el factor de recuperación.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

- Son utilizados como una herramienta prioritaria para identificar de forma integral las alternativas tecnológicas críticas prioritarias para soportar la cartera de proyectos tecnológicos y recursos necesarios a mediano y largo plazo de los proyectos de inversión.
- Se jerarquizan para permitir identificar las alternativas o necesidades tecnológicas más relevantes o potenciales de lograr para cerrar los retos tecnológicos del proceso o proyecto, definiendo el horizonte de desarrollo requerido
- Son construidos con la participación del personal interno de los diversos activos, y expertos externos de áreas estratégicas de PEP relacionados con tecnologías y la visión a largo plazo del proyecto de explotación, con la finalidad de que el Roadmap tenga una visión integral y de largo plazo. <sup>1</sup>

### 4.1.1 Definición

El mapa tecnológico es un modelo conceptual, dinámico, compacto y gráfico que ayuda a seleccionar el destino deseado de una organización, muestra los esfuerzos requeridos en función de un previo diagnóstico para orientar y/o generar los programas de investigación y desarrollo; Además se mantiene en constante evaluación y actualización para coadyuvar en el sustento de las estrategias de una organización, e identifica las tendencias tecnológicas en función de los requerimientos del mercado y el desarrollo tecnológico mundial.

Las estrategias a largo plazo no se pueden generar, simplemente “por sentimiento”, y tampoco sin elementos que la sustenten, aunado a esto, el cambio vertiginoso en el que se desarrolla la tecnología del mundo actual y la vulnerabilidad de las economías, las hace propensas a sufrir cambios de manera repentina, lo cual incide directamente en la racionalización y cuidado de las inversiones que se hagan dentro de la organización y específicamente a las realizadas en programas de tecnología.

El desperdicio de capital tanto económico como humano, cuando no se tiene claro el futuro, provoca la toma de decisiones erróneas que provocaran a la empresa grandes impactos negativos, que traerán como consecuencia pérdida de competencia en el mercado.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

La tecnología ha tomado gran auge para ser la base de la competencia organizacional y un elemento clave de las estrategias. Las administraciones corporativas necesitan tomar esto dentro de sus actividades o ajustar sus portafolios de tecnología para ligarlas a las estrategias del negocio.

Esta tarea requiere esbozar en un mapa los recursos requeridos externos e internos debido a que las empresas, por muy grandes o importantes que sean, no siempre cuentan con la capacidad de desarrollar la tecnología que se requiere, ni comprender por sí misma sus tendencias, por lo que le es necesario generar o formar parte de redes que satisfagan y generen ese desarrollo tecnológico.

Podría afirmarse que el interés por los mapas tecnológicos, es una consecuencia directa del acortamiento del tiempo que comprende el ciclo de desarrollo de diversos productos, lo cual ha originado una mayor necesidad de coordinación en las actividades de la empresa (los consumidores o clientes desean que se integren tecnologías nuevas en los productos tan pronto como estas se encuentren disponibles).

Actualmente el proceso de mapeo tecnológico se muestra en la literatura como una propuesta para la comunicación de planes futuros en diferentes ámbitos (industria, empresas, contexto científico y tecnológico) mediante un mapa tecnológico.

Se considera que en el caso del desarrollo de un producto, “las técnicas conocidas colectivamente como mapeo tecnológico son empleadas en las empresas para encontrar y expresar las visiones de negocios, y para describir las uniones y acciones necesarias para mantener la oferta a través del tiempo.”<sup>1</sup>

El mapeo tecnológico difiere de otros métodos de planeación tecnológica y de pronóstico dado que, su resultado no es una predicción de descubrimientos científicos o tecnológicos futuros, sino la articulación de requerimientos para apoyar necesidades técnicas a futuro. (Schaller, 1999).<sup>2</sup>

Existen diferentes formas para definir el término mapa tecnológico; para Galvin (1998) un mapa tecnológico es “Una visión extendida al futuro de un campo de investigación elegido, compuesta del conocimiento colectivo e imaginación de los principales controladores de la tecnología o impulsores del cambio en ese campo”.<sup>3</sup>

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

Probert y Randor (2003) consideran al mapa tecnológico como “la visión de un grupo de stakeholders (las partes involucradas, especuladores, tenedores de apuestas) útil para definir como llegar a donde ellos quieren llegar, para lograr su objetivo, siendo su propósito el ayudar al grupo a asegurar las capacidades correctas, en el lugar y tiempo correctos”.<sup>4</sup>No existe una definición exclusiva que involucre todos los usos posibles de un mapa tecnológico, sin embargo, en la literatura el mapa tecnológico, independientemente de su aplicación, se presenta como una representación grafica de relaciones estructurales y temporales entre elementos (tecnologías o plataformas) que evolucionan para lograr aplicaciones prácticas (productos, descubrimientos, tecnologías emergentes, etc.), las cuales consisten en nodos y ligas que pueden adoptar atributos cuantitativos y cualitativos.

El mapa tecnológico no es un conjunto de actividades estructuradas que deban seguirse en serie o en paralelo para obtener un producto o servicio, tampoco una representación grafica que describa estructura o interconexión jerárquica de los objetivos de un sistema en su totalidad y de los subsistemas particulares, como es el caso de un árbol de objetivos, sino la articulación de un plan de acción que muestra alternativas estratégicas útiles para definir hacia donde dirigir esfuerzos y posteriormente proyectos, siendo la arquitectura del mapa compatible con la grafica de Gantt.

El principio de interpretación de un mapa tecnológico se muestra en la figura 4-1, en la figura se muestran los productos A y B, así como las tecnologías aa y pp necesarias para desarrollar y crear los dos productos mencionados durante un periodo de tiempo. Los productos A3, A4 y las tecnologías bb y qq, evolucionan de los productos A1, A2 y de las tecnologías aa, pp respectivamente. Debe notarse que la tecnología qq, reemplaza a la tecnología bb y sigue como tal. De hecho, la estructura en un mapa tecnológico consiste en ligar con flechas elementos pertenecientes a las diferentes capas del mapa, partiendo del nivel inferior e indicando que elemento es el que evoluciona, se integra a otro elemento o decae.

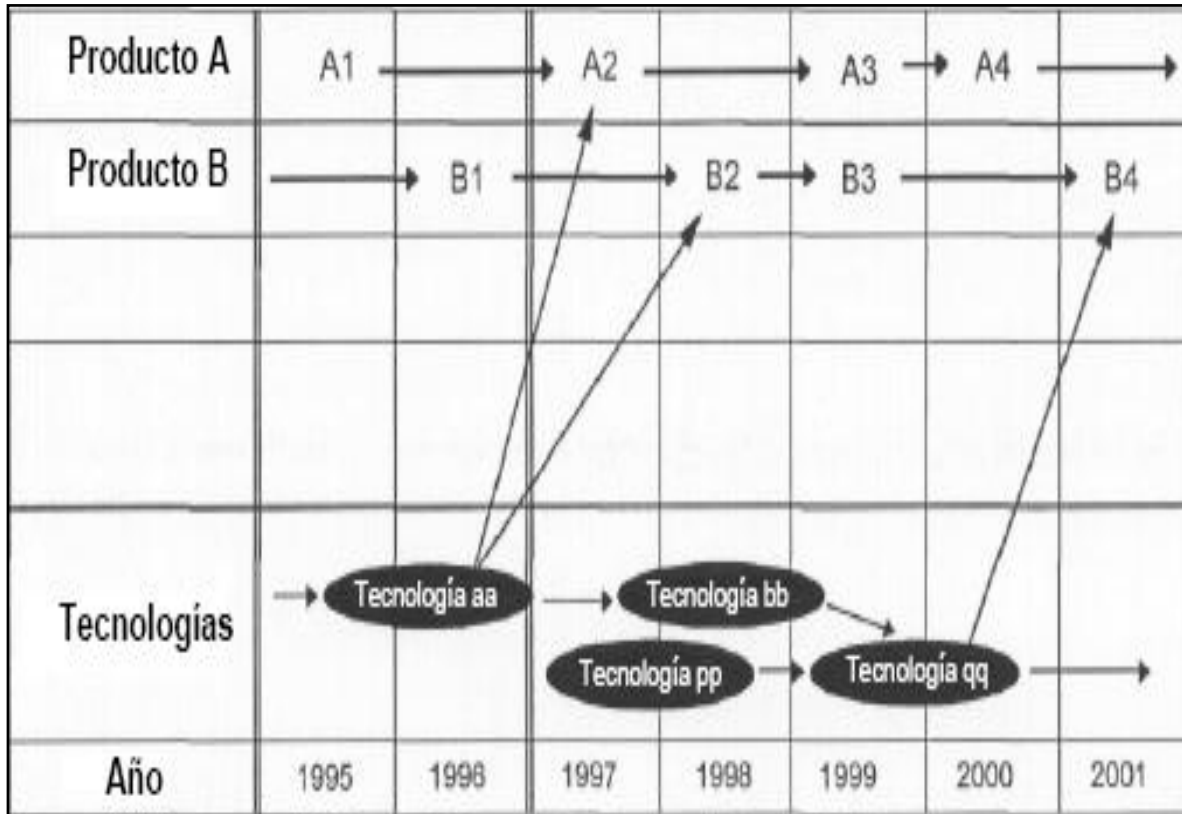


Figura 4 -1 Representación y relación a lo largo del tiempo de productos y tecnologías en un mapa de producto-tecnología o mapa tecnológico

De acuerdo con Kostoff y Schaller (2001), es posible establecer una clasificación de los tipos o categorías de mapas tecnológicos.

Ambos autores establecen la siguiente taxonomía en base a las aplicaciones independientes que estos pueden adoptar:

- I. Mapas tecnológicos de ciencia y de tecnologías emergentes.<sup>7</sup>
- II. Mapas tecnológicos Industriales
- III. Mapas tecnológicos corporativos o de producto-tecnología
- IV. Mapas tecnológicos para el manejo de productos o portafolios.

5.- Adaptado de: Randor, Michael, Probert, David R; Viewing the future, Roadmaps is what delivers results – not Roadmaps alone. Research Technology Management Marzo – Abril, 2004. pp.25

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

De acuerdo con la investigación de Phaal et al. (2001) basada en el examen de un conjunto de aproximadamente cuarenta mapas tecnológicos, diversas compañías han desarrollado muchos tipos de mapas, con forma particular y definida que depende del propósito, pero otro factor que contribuye a la variedad de mapas tecnológicos es el formato grafico que se seleccione para comunicar los

resultados del proceso de mapeo tecnológico; siendo el tipo más común el similar a la representación grafica basada en el tiempo, con capas múltiples en el que se registra la evolución del mercado, producto y tecnología mediante ligas entre elementos de las capas.

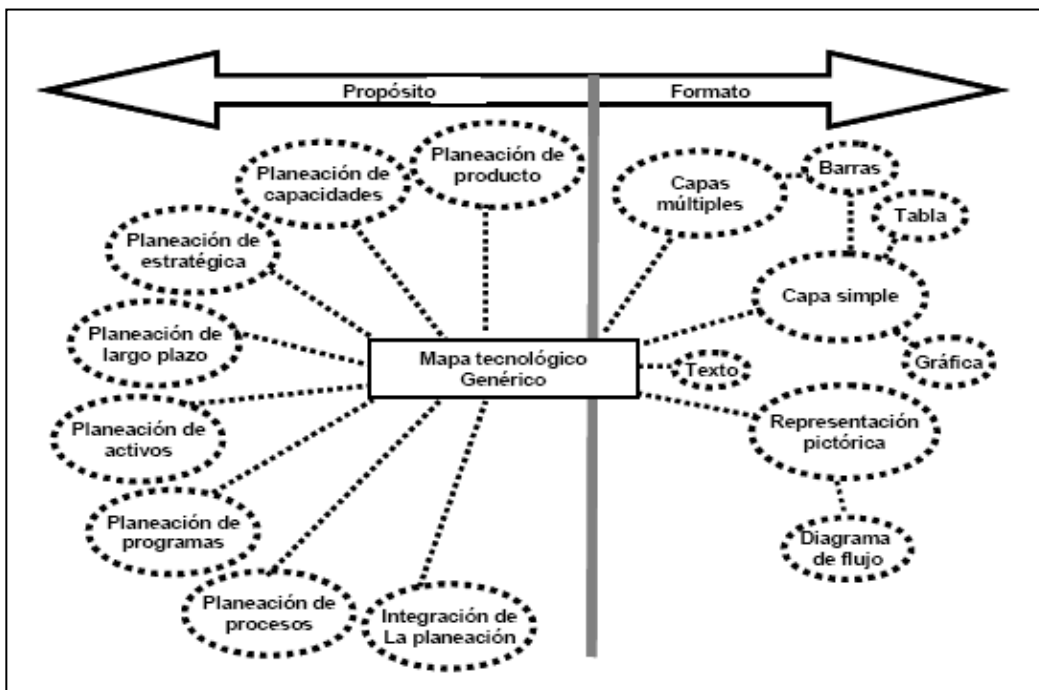


Figura 4-2 Caracterización de los mapas tecnológicos en base a propósito y formato.

Los diferentes tipos de mapas tecnológicos identificados en términos de propósito y formato se ilustran en la figura 4-2 y se describen en la tabla 4.1.

A partir de esta clasificación puede apreciarse que el mapeo tecnológico no es una propuesta de tipo caja negra. Cada aplicación es diferente, dependiendo de las necesidades específicas de la organización, el área específica de atención o el contexto de la empresa.

**Tabla 4.1 Tipos de Mapas Tecnológicos.**

8 Fuente: Phaal, Robert; Farruckh, Clare; Probert, David. Technology Roadmapping: Linking technology resources to business objectives. Centre for Technology Management, University of Cambridge. Institute for Manufacturing, Mill Lane, Cambridge, UK. 2001. p. 10.



## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

	Categoría	Descripción
<b>Propósito</b>	<b>1. Planeación de producto</b>	Relaciona la inserción de tecnología en productos manufacturados, generalmente incluye más de una generación de producto. Es conocido en la literatura también como mapa tecnológico.
	<b>2. Planeación de capacidades</b>	Similar al tipo 1, pero más adecuado a empresas de servicios, se enfoca en la inserción de tecnología en las capacidades organizacionales.
	<b>3. Planeación estratégica</b>	Incluye una dimensión estratégica que apoya la evaluación de diferentes oportunidades y amenazas, usualmente en el nivel de negocio.
	<b>4. Planeación de largo plazo</b>	Usado para extender la planeación a un horizonte de tiempo y frecuentemente elaborado para sectores o nivel nacional (prospectiva). Los mapas de tecnologías emergentes y de ciencia se consideran en esta categoría.
	<b>5. Planeación de activos</b>	Se enfoca en la alineación del conocimiento de los activos y el conocimiento de las iniciativas de administración, con los objetivos del negocio.
	<b>6. Planeación de programas</b>	Se enfoca en la implantación de estrategias, con el fin de apoyar el manejo de programas de investigación y desarrollo. Este tipo está muy relacionado con métodos de planeación de proyectos.
	<b>7. Planeación de procesos</b>	Apoya el manejo del conocimiento, se enfoca en los flujos de conocimiento necesarios para apoyar un proceso en un área particular, tales como el desarrollo de nuevos productos.
	<b>8. Integración de la planeación.</b>	Se enfoca en la integración y/o evaluación de tecnología y la combinación de diferentes tecnologías para formar nuevas tecnologías.
<b>Formato</b>	<b>1. Capas múltiples</b>	Formato más común que comprende un número determinado de capas y subcapas, tales como la tecnología, producto y mercado. El mapa permite explotar la evolución dentro de cada capa, así como la interdependencia entre capas, facilitando la integración de la tecnología en los productos, servicios y sistemas del negocio.
	<b>2. Barras</b>	Muchos mapas se expresan con conjuntos de barras, para cada capa o subcapa. Esto tiene la ventaja de simplificar y unificar los resultados. Lo cual facilita la comunicación, integración de mapas y el desarrollo de software de apoyo al mapeo tecnológico.
	<b>3. Tabla</b>	En algunos casos, los mapas enteros, o las capas dentro de un mapa, se expresan como tablas, generalmente en términos del desempeño de producto o de la tecnología en función del tiempo. Este tipo de propuesta es particularmente adecuada a situaciones donde el desempeño puede cuantificarse de manera rápida.
	<b>4. Grafica</b>	Un mapa tecnológico puede estructurarse como una simple grafica, generalmente una para cada subcapa, en el caso de que el producto o la tecnología puedan cuantificarse. Este tipo de grafica es denominada a veces como curva de experiencia y está relacionado con la curva S.
	<b>5. Representación Pictórica</b>	Algunos mapas Tecnológicos usan representaciones pictóricas creativas para comunicar la integración de la tecnología y los planes. Algunas veces, también se utilizan arboles para mostrar la evolución de productos o tecnologías.
	<b>6. Diagrama de flujo</b>	Es un tipo particular de representación pictórica, la cual se emplea para relacionar objetivos, acciones y resultados.
	<b>7. Capa Única</b>	Esta forma es un subconjunto del formato de capas múltiples, enfocándose en una capa única. Este formato es menos complejo, pero la desventaja radica en que las ligas entre las capas no se muestran, generalmente.
	<b>8. Texto</b>	Algunos mapas tecnológicos están completamente, o en un mayor grado, basados en texto que describen los mismos temas que se incluyen en mapas tecnológicos más convencionales, los cuales pueden tener reportes textuales asociados.

### 4.1.2 Procedimiento de diseño de un mapa tecnológico.

Los reportes diversos concernientes a los mapas tecnológicos en la literatura, son generalmente descripciones propias de la experiencia de una empresa determinada, combinadas con algunos consejos o adecuaciones acerca de la implementación del mapa tecnológico respectivo al área en cuestión.

Diversos expertos en la materia han desarrollado trabajos en torno a este proceso organizacional; Williard y McClees (1987), presentan en su trabajo la propuesta para la generación de mapas tecnológicos de tecnologías emergentes y de producto-tecnología para Motorola; Barker y Smith (1995) describen la técnica propuesta para elaborar mapas tecnológicos útiles para la previsión de tecnología en British Petroleum, Groenveld (1997) detalla el procedimiento de un mapa de producto- tecnología generado para Phillips, Albright y Kappel (2003) señalan las fases consideradas en la elaboración de un mapa tecnológico de producto y otro de tecnología, mediante el tratamiento de impulsores para la empresa Lucent. McMillan (2003) explica la propuesta de un mapa de plataformas de tecnologías emergentes y muestra una propuesta para la industria farmacéutica; Y Phaal, Farruckh y Probert (2004) quienes proponen una técnica denominada plan tecnológico, empleado para elaborar el mapa tecnológico de la empresa Domino Printing Sciences.

Tales descripciones muestran diferentes plantillas y procedimientos de mapas tecnológicos recomendados como útiles en la práctica para otras empresas. Estas variantes de mapas tecnológicos identificadas, pueden clasificarse de acuerdo con Kostoff y Schaller (2001), en tres categorías:

1. Mapas tecnológicos basados en expertos.
2. Mapas tecnológicos basados en análisis de bases de datos y procesos de extracción de datos por computadora
3. Mapas tecnológicos híbridos.

Es importante señalar que en la literatura revisada, se detecta que no existe un procedimiento estandarizado único para la elaboración de mapas tecnológicos, sino tres procedimientos documentados:

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

- 1) El procedimiento propuesto por la Asociación Europea para la Administración de la Investigación Industrial (conocida como EIRMA, por sus siglas en inglés) para la elaboración de un mapa tecnológico genérico.
- 2) La propuesta de Battelle Memorial Institute para la elaboración de mapas de tecnologías emergentes.
- 3) El proceso de mapas de producto – tecnología desarrollado por el Centro de Manufactura de la Universidad de Cambridge, Inglaterra.<sup>9</sup>

EIRMA documentó en 1998 un proceso de uso general para el mapeo tecnológico en ocho etapas, basado en la experiencia de mapeo tecnológico realizado por veinticinco compañías europeas. Las etapas consideradas son:

1. Fase de preparación del proyecto general de mapeo tecnológico.<sup>10</sup>
2. Establecimiento del equipo de trabajo
3. Plan preliminar para el proceso de mapeo tecnológico
4. Procesamiento de las variables e información necesaria
5. Elaboración del documento de trabajo (mapa tecnológico)
6. Verificación, consulta y comunicación del mapa tecnológico
7. Elaboración de un documento opcional de toma de decisiones
8. Actualización del mapa tecnológico

EIRMA enfatiza que el desarrollo de un proceso efectivo de mapeo tecnológico dentro de un negocio depende de una visión y compromiso para llevar a cabo un proceso exploratorio e iterativo.

La propuesta de Battelle (Placet y Clarke, 1999) para la elaboración de mapas tecnológicos de tecnologías emergentes está dirigida al desarrollo de un marco para tratar y revisar un proceso de investigación y desarrollo dinámico y complejo necesario para lograr objetivos futuros para los negocios y el gobierno. Estos mapas, muestran gráficamente la manera en que se dirigen las actividades e investigación hacia objetivos que apoyan específicamente la actividad a futuro del mercado (negocio) o política (gobierno).

---

<sup>9</sup> El propósito de este trabajo no es entrar en una examinación meticulosa de los procedimientos detectados, sino proporcionar al lector un panorama general del proceso y de las fases consideradas en cada una de las tres propuestas. Para obtener mayor detalle de cada etapa puede consultarse la bibliografía correspondiente (EIRMA, 1998, Placet y Clarke, 1999, Phaal, Farrukh, y Probert, 2001).

<sup>10</sup> En el documento de EIRMA (1998), se define proyecto al nivel de actividades altamente especificadas, bien definidas en el tiempo, generalmente a lo largo de un periodo de tiempo corto y con un nivel bajo de incertidumbre.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

El proceso permite explorar rutas que van desde descubrimientos científicos potenciales hasta el sistema de aplicación más conveniente, con el propósito de cubrir las brechas entre el desarrollo de capacidades técnicas básicas requeridas para actividades de investigación y desarrollo exitoso, así como la satisfacción de los objetivos estratégicos del negocio que exige el cliente.

En su informe Placet Y Clarke especifican claramente que existen diversos principios clave para llevar a cabo el proceso de mapeo tecnológico de tecnologías emergentes. Sin embargo, ambos consideran las etapas que a continuación como básicas en este proceso:

### 1. Elección de destinos tecnológicos.

Se recomienda establecer objetivos estratégicos de largo plazo, con los cuales pueden enfocarse esfuerzos hacia la estrategia del negocio, a las tendencias de desarrollo y grado de avance científico y tecnológico. Esta etapa requiere de la formación de un equipo de trabajo que involucre al personal del área tecnológica y de dirección, que conozcan la industria a la que pertenezca la organización, que puedan proyectar, evaluar e identificar la importancia de varias unidades estratégicas de negocios; así mismo, deben ser capaces de identificar los factores tecnológicos que afecten el futuro.

En esta etapa es necesario realizar un análisis de la industria, las tendencias de mercado y la evolución de aspectos científicos y tecnológicos ajenos y propios, dicho análisis se realiza generalmente en las empresas de base tecnológica. Finalmente se identifican los diferentes destinos tecnológicos, ligando la visión de la empresa con factores de éxito del negocio y de éxito tecnológico identificados.

La selección de destinos tecnológicos es un procedimiento basado en el consenso de los actores involucrados. El resultado de esta etapa es la identificación de necesidades u objetivos del negocio que requieren desarrollos científicos o tecnológicos.

### 2. Identificación y descripción de rutas potenciales para lograr los destinos tecnológicos.

En esta etapa se evalúan rutas alternativas de tecnologías emergentes que permitan lograr cada uno de los objetivos del negocio previamente identificados. Se sugiere definir una jerarquía tecnológica que parta del

sistema productivo tecnológico en función de los procesos empleados en la empresa para obtener ciertos resultados (productos, servicios, u objetivos requeridos por políticas), plataformas tecnológicas (en diferentes etapas de desarrollo) que proporcionan ventajas competitivas o un valor equivalente alto para que el gobierno logre el establecimiento de una medida política, componentes de las familias de tecnologías y capacidades tecnológicas. La estructura (capas) del mapa de tecnologías emergentes se puede definir en base a la jerarquía establecida.

### 3. **Elaboración del mapa tecnológico (estructura y cursos de evolución identificados).**

Una vez definidas las capas y evaluadas las posibles rutas que muestren la evolución de requerimientos científicos, tecnológicos o un grupo de propuestas detectadas por un estudio de inteligencia tecnológica, se recomienda estructurar los mejores cursos evolutivos que satisfagan los requerimientos del sistema de producción, partiendo de la reunión de capacidades necesarias para desarrollar componentes críticos, crear nuevas plataformas tecnológicas e integrarlas con la tecnología existente en la empresa, con el propósito de conformar los elementos de nuevos sistemas productivos. Como resultado se obtiene la evolución integrada de tecnologías o conocimientos científicos emergentes, orientados a aplicaciones comerciales.

Con el propósito de definir el alcance del proceso de desarrollo de los mapas tecnológicos en términos de objetivos y recursos, para poder integrarlo en los sistemas y procesos de un negocio. Se ha desarrollado en el Centro de Manufactura de Cambridge un proceso que apoya la iniciación rápida del proceso aplicado a la generación de mapas tecnológicos de producto-tecnología (conocidos en la literatura simplemente como mapas tecnológicos).

Este proceso comprende una serie de cuatro talleres que involucran a diferentes actores de una corporación pertenecientes a las áreas de negocios, de mercado y técnicas, junto con recomendaciones para las etapas de planeación del desarrollo del proceso e implantación de los resultados. En la figura 4-3 se ilustra el proceso.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

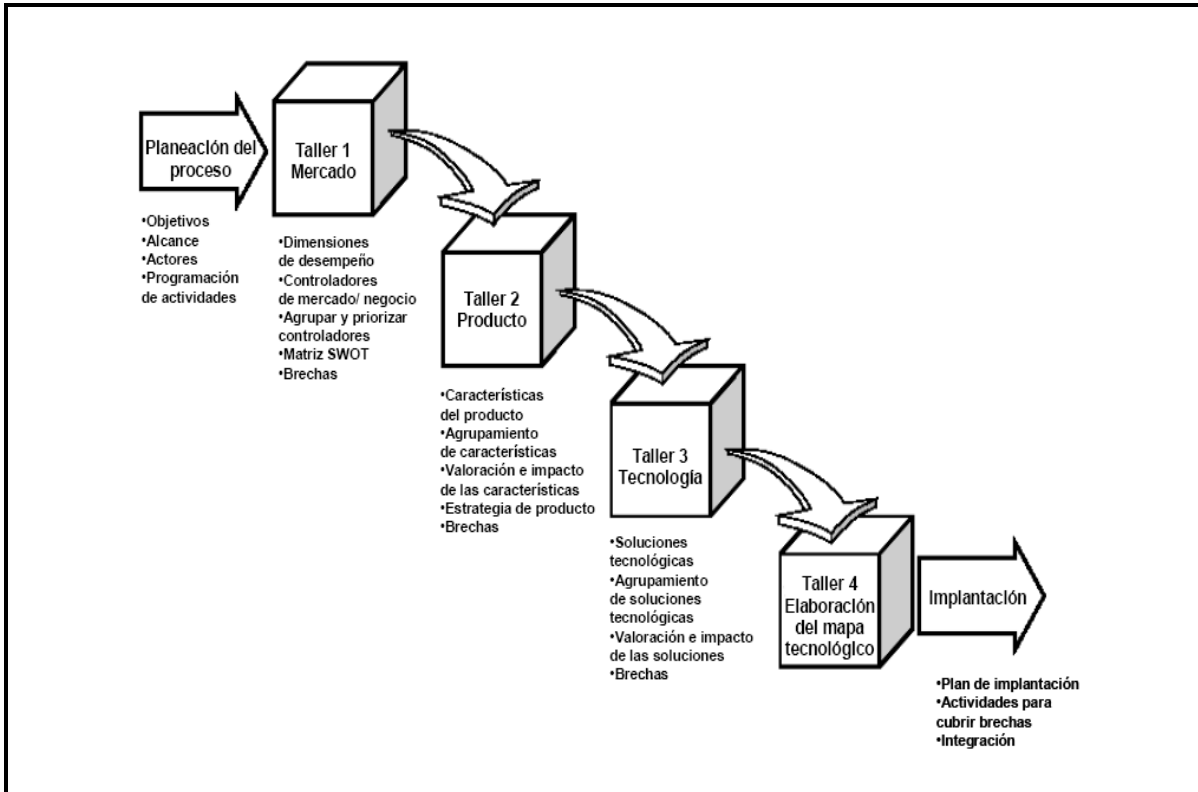


Figura 4-3 Proceso estándar de iniciación rápida para el mapeo tecnológico.

El primer taller introduce el proceso a los participantes y se enfoca a temas asociados con la capa de mercados, se identifican los controladores externos (mercados) e internos (negocio). Estos impulsores definen la motivación para desarrollar productos y servicios, además proporcionan un medio para dar prioridad a la importancia de conceptos del producto o servicios futuros. Además, se determinan y evalúan los elementos de desempeño del producto (elementos funcionales y de desempeño del producto que son o pueden ser importantes para el cliente o negocio, que pueden ser entregados por la tecnología), se puede realizar un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) del área en estudio y se identifican brechas de conocimiento y mecanismos para reducirlas.

En el segundo taller se tratan aspectos que serán incluidos en la capa del producto, incluyendo aspectos de servicios. Deben identificarse características del producto o conceptos del servicio con potencial para cumplir con los controladores del mercado y negocio. El objetivo es desarrollar una visión a futuro del desarrollo

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

del producto, desde la perspectiva del cliente (estrategia del producto). Se evalúa el impacto de los controladores respecto a cada característica del producto, utilizando la prioridad de cada impulsor por el impacto que este ejerce sobre cada característica del producto, finalmente se normalizan los resultados.

En el tercer taller se analizan alternativas para la capa de tecnología del mapa, se identifican las alternativas con potencial para desarrollar las características del producto, definidas en el segundo taller; tales alternativas o soluciones tecnológicas se evalúan en términos del impacto en las características del producto.

Al igual que en el segundo taller, se debe construir una matriz con las características del producto en el eje horizontal y con las áreas tecnológicas agrupadas en el eje vertical; para cada área tecnológica se asigna un impacto en cada característica del producto y en términos del potencial para poder entregarlas.

Una vez que la matriz esta completa, se evalúan las áreas tecnológicas haciendo uso de los valores obtenidos en la evaluación de las características del producto, procedentes de la matriz generada en el segundo taller, y de los valores de impacto; los resultados finales deben normalizarse.

Estos, permiten identificar las áreas tecnológicas claves de mayor impacto a través de las diferentes características del producto.

Durante el cuarto taller, se analizan las perspectivas de mercado, producto y tecnología determinadas en los talleres anteriores con el propósito de estructurar un mapa tecnológico de producto-tecnología.

En este ultimo taller se define el formato del mapa tecnológico (se recomienda que el horizonte de tiempo considerado sea a plazo medio y largo, incluyendo por lo menos dos generaciones o versiones del producto), se identifican los principales objetivos y se representa gráficamente la evolución de blancos estratégicos, del producto y de las respuestas tecnológicas para cada área identificada, en función de la evaluación realizada y de las brechas requeridas de manera consensuada.

Los procesos descritos pueden apoyar el análisis de diferentes actividades de planeación de una empresa. Debido a que cada organización es diferente en términos de su contexto particular de negocios, cultura organizacional, procesos de negocios, recursos disponibles, tipos de tecnología utilizada entre otras; las tres

propuestas necesitan adecuarse a cualquier aplicación particular, diversos autores: (Phaal et. al. (2004), Richey y Grinnell (2004), Grossman (2004), Wells et. al. (2004) Y Strauss & Randor (2004)) coinciden en que el proceso de mapeo tecnológico debe personalizarse, la personalización del proceso más adecuado depende de muchos factores, entre los cuales se incluyen: El nivel de recursos disponibles (actores, tiempo, presupuesto), la naturaleza del tema a tratarse (propósito y alcance), información disponible (mercado y tecnología) y otros métodos y procesos relevantes (desarrollo de nuevos productos, benchmarking e investigación de mercado).

Si se sitúa como ejemplo el proceso de diseño para el mapa tecnológico desarrollado para los procesos del AIATG (Activo Integral arenas terciarias del golfo), de Pemex Exploración y Producción, de acuerdo a lo anteriormente planteado, su proceso de diseño se situó en resolver la problemática presentada por el yacimiento, como la baja capacidad de flujo de la roca, la baja energía del yacimiento, y su complejidad geológica; A su vez debido a las características de Chicontepec, se evaluó el aprovechamiento de esta reserva de manera económica, determinándose que se requiere de la aplicación de tecnologías no convencionales que permitan aumentar la productividad y reducir costos, dichas tecnologías deben de tener un desempeño comprobado para las condiciones específicas de Chicontepec y demostrar su rentabilidad en términos de su valor presente neto (VPN).

### **4.2 Construcción de un mapa tecnológico.**

La investigación, el desarrollo y la ingeniería (ID + I) demandan una cuidadosa planeación con la finalidad de optimizar el valor de las inversiones. Se han desarrollado numerosas técnicas, para ayudar a la dirección de la Organización en la toma de decisiones que contribuyan a mejorar la efectividad comercial a través de la inversión ID+I, también, se ha identificado en las compañías, la falta de mecanismos que permitan ligar lo que se usa actualmente con las actividades de planeación de tecnologías futuras, tal y como lo constituye el principio de diseño de los mapas tecnológicos, el cual, como se ha detallado con anterioridad, no cuenta con un proceso metodológico único para desarrollar dicha técnica (Ver tabla 4-1).



## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

Las empresas de base tecnológica, como es el caso de la paraestatal, se han visto envueltas en la necesidad de desarrollar y construir nuevos productos y servicios, hasta llegar a convertirlos en innovaciones, sin embargo para los directivos del área tecnológica (CTO, por sus siglas en ingles) estas innovaciones, deben contribuir al posicionamiento de su empresa a través de pronósticos

tecnológicos con la finalidad de anticipar nuevas formas de hacer algo, identificar la agresividad de sus productos en el mercado, así como la necesidad de búsqueda de diseño y procesos de producción que puedan reducir los costos de operación (Williard, 1987).

Además, se presenta otra preocupación que se debe cubrir al respecto, los productos y procesos pueden ser los correctos pero tan complejos en su forma de obtenerlos, que no se pueden prever con las técnicas actuales o en caso inverso puede existir el desbordamiento de tecnologías.

En parte, como consecuencia de estas limitaciones y de la disponibilidad de herramientas, se genera la técnica de MT's, la cual es de relevante importancia para ayudar a superar algunos de los problemas, en comparación con otras técnicas de requerimiento y previsión de tecnologías. Esta metodología, resulta de gran valor para ayudar a construir un plan integral a través de todos los participantes.

Los MT's, resultan de amplia utilidad con respecto al tiempo de respuesta para la precisa y rápida asimilación del impacto total de las actividades planeadas para mejorar las metas comerciales, se debe recordar que los Procesos de diseño de los Mapas Tecnológicos, se orientan en el tiempo.

En conjunto, estos deben realizar las tareas de identificar vacios, y de igual forma, evitar duplicar esfuerzos técnicos; lo cual se debe a las características intrínsecas de este método de planeación, con respecto a otras técnicas convencionales, las cuales con frecuencia, son menos graficas y no muestran las conexiones entre los objetivos del negocio y los esfuerzos de I+D.

La técnica pone considerable énfasis en proporcionar una comprensiva y holística relación entre los diversos componentes tecnológicos y las metas comerciales y/o tecnológicas de la organización.

Debido a la plena identificación de actividades y la definición de secuencias que ofrece, en ocasiones se confunde a un MT con la técnica de rutas Program Evaluation and Review Technique (PERT), utilizada para la planeación y control de actividades en un proyecto.

En sí, cada una de estas herramientas responde a diferentes niveles de detalle.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

Un MT, además de permitir identificar los objetivos tecnológicos que debe alcanzar la empresa, también define los recursos y las metas globales que se requieren para alcanzarlos.

Un PERT, permite planear y llevar control en la realización de los proyectos involucrados en la consecución de las metas particulares y globales.

La construcción de un MT involucra cuatro fases (Clarke, 1998)

1. Seleccionar los destinos tecnológicos deseados que pueden ser desde una gama de productos o componentes de algunos de ellos, o el proceso mismo de un sistema productivo.
2. Identificar las rutas para alcanzar tales destinos.
3. Construir el mapa.
4. Revisión periódica del MT, por parte de los involucrados.

La selección de destinos establece el lugar al que se desea llegar, caracterizado por la gama de productos- tecnología, el desarrollo de componentes de algunos de ellos o los procesos tecnológicos propuestos dentro del sistema productivo.

Estos destinos deben responder a las estrategias empresariales, tales como liderazgo (participación) en el mercado, ampliación de la gama de productos y mejoramiento de la productividad, es importante considerar los siguientes puntos:

- La identificación de las posibles rutas consiste en establecer las aéreas de conocimientos que se requieren para alcanzar los destinos.
- La construcción del mapa corresponde a la identificación de los esfuerzos que se requieren para transitar por la ruta, de acuerdo a las condiciones de partida (Situación actual de la Organización).
- Finalmente, dado que los destinos son dinámicos y conforme se va llegando a ellos, se cuenta con más información, los MT's deben revisarse periódicamente.

Siguiendo con el ejemplo anterior, la construcción de un mapa tecnológico para el caso de Chicontepec, es una iniciativa que pretende reforzar la organización y los procesos del AIATG con el objeto de acelerar la incorporación de nuevas tecnologías y mejorar la efectividad de las soluciones tecnológicas, a fin de resolver los problemas tecnológicos del AIATG.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

Para tal efecto, como se ha descrito el mapa tecnológico permite:

- Identificar y seleccionar soluciones tecnológicas aplicables a problemas específicos del AIATG
- Evaluar la factibilidad técnica de la implementación de nuevas tecnologías mediante el diseño y la ejecución rigurosa de pruebas y pilotos bajo las condiciones específicas del AIATG
- Evaluar la factibilidad económica de la implementación de iniciativas tecnológicas mediante una evaluación rigurosa con criterios claros
- Proponer la masificación de iniciativas tecnológicas cuya factibilidad técnica y económica esté debidamente sustentada

Este mapa tecnológico consta de tres elementos fundamentales, descritos brevemente a continuación:

- Una estructura organizacional conformada por recursos humanos especializados con funciones claramente definidas que proporciona experiencia técnica y facilita la coordinación e intercambio de información y conocimiento entre las diferentes áreas del AIATG y las Subdirecciones técnicas de exploración y producción. Adicionalmente, dicha organización permite la toma de decisiones oportuna sobre las tecnologías que deberán ser probadas o masificadas
- Un proceso que permite cumplir con los objetivos del mapa tecnológico y mejorar la efectividad y eficiencia de la aplicación de soluciones tecnológicas a los retos de productividad del AIATG
- Un mecanismo de seguimiento que permite evaluar y comunicar el avance de las iniciativas en el proceso del mapa tecnológico y a su vez tomar decisiones ejecutivas de manera ordenada

### **4.3 Selección de la estrategia tecnológica (Destinos).**

El primer paso en la construcción del MT, es el que mayores dificultades presenta debido a dos aspectos:

- La selección de los destinos requiere de una conceptualización de las disciplinas y especialidades involucradas con tecnologías que en ocasiones

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

aún no son utilizadas comercialmente (como ocurre de manera recurrente en la industria petrolera).

- Es necesario no solamente identificar claramente a los destinos sino también evaluar diversas características relacionadas con ellos, tales como el riesgo tecnológico, el costo de desarrollo, la disponibilidad de la tecnología, los derechos de patente, entre las más importantes.

La selección del destino es un proceso que contribuye a la integración de los objetivos del negocio y las tecnologías, así como a la definición de las estrategias tecnológicas para desplegar la interacción entre productos y tecnologías actuales, tomando en cuenta los productos y los aspectos tecnológicos de corto y largo plazo.

El MT para un producto o proceso, requiere de un buen entendimiento del comportamiento del mercado y el orden de la aplicación para definir los productos en términos de los requerimientos del cliente. A partir de estos requerimientos, la función técnica del producto es determinada y entonces, se define la tecnología necesaria para realizar estas funciones.

Todas estas actividades ayudan a mejorar, siendo el objetivo primordial el tomar la delantera para la creación del proceso del producto (desde la idea hasta el concepto). Los proyectos de I+D, ayudan a construir las capacidades tecnológicas necesarias donde se puedan desarrollar (Groenvel, 1997).

Por lo tanto, los destinos tecnológicos deben ser aquellos que corresponden a las metas estratégicas de la empresa.

El lugar en donde de manera natural se integran ambos conceptos (metas estratégicas y objetivos tecnológicos) corresponde al sistema productivo funcional (SPF) o a las tecnologías que se necesitan para desarrollar un determinado producto. Es decir, las metas estratégicas de la organización se alcanzan a través de una mejor operación del SPF, el cual requiere un sustento tecnológico previamente evaluado.

Se ha definido el concepto de sistema productivo y sus distintas modalidades, también se ha mencionado que es este el lugar donde convergen las estrategias y los objetivos tecnológicos. No obstante, cabe aclarar que cuando hablamos de estrategia, dicho concepto no se limita a las instancias de lógica financiera o de marketing, sino también a que la tecnología, como se ha venido desarrollando a lo largo de este capítulo y el anterior, juega un papel trascendental dentro de la estrategia empresarial.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

Dentro de la gestión empresarial, el concepto de estrategia ocupa un lugar fundamental, especialmente en áreas tales como finanzas, ventas, producción o personal, en cambio, desde una perspectiva estratégica, el interés por la tecnología y la innovación ha venido tomando un gran auge, por ejemplo, una

meta estratégica de una determinada unidad, pudiera ser la calidad del producto a través del mejoramiento de alguna de sus características o la reducción del costo del producto o bien, redefinir cierta diferenciación para el mejor aprovechamiento de las materias primas difíciles de procesar.

Todas estas estrategias genéricas conllevan a la utilización de la tecnología que se definen como destinos tecnológicos, los cuales permiten mejorar las funciones productivas que se consideran estratégicas para el propósito de la firma y definir, a su vez una estrategia tecnológica (Escorsa, 1997)

a elaboración de la estrategia tecnológica debe ser siempre original y por tanto, nunca podría ser el resultado de una cierta aplicación de normas preestablecidas, para cada caso se desarrolla “ un traje a la medida”, sin embargo, Escorsa define que a través de la experiencia empresarial y de la reflexión académica se extrae que es necesario que las estrategias tecnológicas se elaboren en conjunto con la estrategia tecnológica global, mediante un proceso iterativo para formularlas de manera simultánea, y así definir herramientas para guiar la reflexión y generar ideas de manera creativa. La definición de la estrategia tecnológica será integrada a un plan de desarrollo tecnológico (Escorsa 1997).

Previamente a todo esto se habrán identificado: la evolución del entorno, en que negocios competir, en que negocio o sector se presentan oportunidades de éxito comercial, en qué estado se encuentran las tecnologías, que alternativas se prevén, que nuevas tecnologías pueden tener impacto en el sistema productivo para aumentar la rentabilidad, cuales son las tecnologías que se están desarrollando, como se relaciona la estrategia tecnológica con la estrategia global de la empresa, y cuáles son las debilidades y fortalezas de la empresa.

De los cuestionamientos que se deben realizar, diferenciamos dos; Unos para el desarrollo del negocio y otros relacionados con la tecnología y sus distintas modalidades. En lo que se refiere a las tecnologías, estas pueden involucrar un mejoramiento de los procesos que actualmente se utilizan para realizar la función productiva correspondiente. También puede significar una modificación radical de los procesos con los que se realiza la función o inclusive, una modificación del propio SPF.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

La Arthur D. Little Latin América, realiza una clasificación de las tecnologías como se muestra a continuación:

1. *Clave:*

Son las que le permiten a la empresa que las domina diferenciarse de las otras, debido a su mayor calidad, prestaciones superiores, costos más bajos, entre otras ventajas. Son por lo tanto, las que tienen un impacto más grande sobre la competitividad del producto.

2. *Básicas:*

Son bien conocidas por todos los competidores del sector, ya que sin ellas la fabricación no sería posible. No ofrecen, por tanto, ninguna ventaja competitiva, a diferencia de lo que pasa con las tecnologías claves. Con el paso del tiempo, las tecnologías claves se van convirtiendo en tecnologías básicas.

3. *Incipientes:*

Son aquellas que se encuentran todavía en una etapa inicial de su desarrollo, pero que han demostrado su potencial para cambiar las bases de la competencia tecnológica. Algunas tecnologías de hoy, se convertirán en las tecnologías claves del mañana.

4. *Emergentes:*

Se encuentran también en la etapa inicial, pero su impacto potencial es desconocido, aunque se observen indicios prometedores.

Las empresas de base tecnológica deben concentrar sus esfuerzos de I+D en sus tecnologías clave y al mismo tiempo, seguir de cerca la evolución de las tecnologías incipientes y emergentes. Es conveniente apoyar el desarrollo de una tecnología incipiente y evitar invertir en las tecnologías emergentes, aun demasiado inciertas.

En cambio, hay que renunciar a la inversión de grandes sumas de dinero en la mejora de las básicas, ya que esto provocara una ventaja competitiva adicional.

El determinar la mejor opción en el mediano y largo plazo corresponde a seleccionar el destino tecnológico al cual tienen que apuntar los esfuerzos de la organización.

De esta forma, seleccionar los destinos tecnológicos consiste en los siguientes puntos:

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

1. Identificar las funciones productivas de mayor relevancia de acuerdo a las metas estratégicas de la empresa.
2. Identificar las alternativas tecnológicas asociadas al mejoramiento de las funciones productivas prioritarias que conforma el SPF.
3. Evaluar las alternativas desde diversos puntos de vista: riesgo tecnológico, costo de desarrollo, ventajas técnico-económicas probables y probadas, entre otras.
4. Seleccionar las alternativas que son susceptibles de convertirse en destinos tecnológicos a alcanzar.

Los resultados de los talleres anteriormente mencionados en este capítulo, están intrínsecamente ligados al proceso de selección de destinos, cuya finalidad es obtener información relevante respecto a la identificación de las alternativas tecnológicas probables para mejorar o modificar cada una de las funciones productivas de interés en el corto, mediano y largo plazos. Con base en estos resultados, se pueden realizar consultas estadísticas para desarrollar una prospectiva de las tecnologías.

Estos resultados permitirán realizar nuevamente nuevos talleres donde se contara con la participación de los involucrados directos para seleccionar las alternativas tecnológicas en cada función, y de esta manera, determinar los destinos de los MT'S a construir, tales destinos definirán las plataformas tecnológicas que deben ser desarrolladas y/o consolidadas. Estas plataformas tecnológicas son la base para sustentar el cambio tecnológico que requieren las funciones prioritarias determinadas por las metas estratégicas de la empresa como se esquematiza en la figura 4-4.

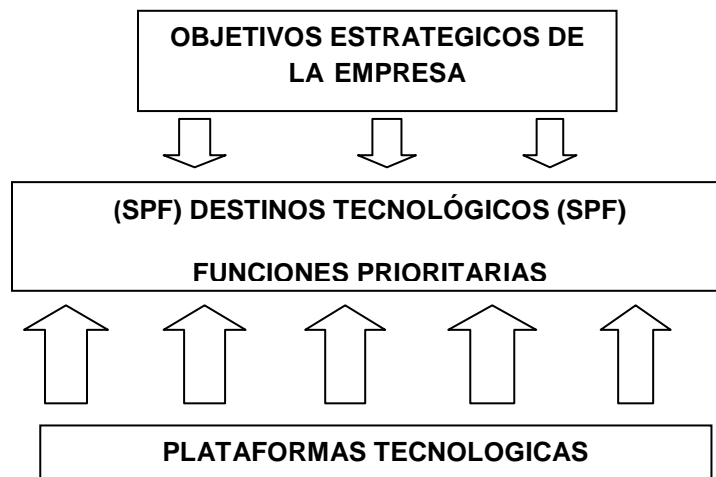


Figura 4-4 Integración de las metas estratégicas y los destinos tecnológicos.

Esta etapa es una de las más importantes y delicadas en el proceso de construcción de un mapa tecnológico, siguiendo la línea establecida para el caso del AIATG, se pueden definir a la fecha 6 categorías generales, para cada iniciativa se cuenta con un entendimiento de la problemática que la iniciativa pretende resolver, una hipótesis del impacto esperado y un plan de trabajo donde se definen las actividades e hitos principales, entregables, e individuos responsables de cada actividad:

- Caracterización del subsuelo
- Diseño y optimización de instalaciones
- Sistemas artificiales de explotación
- Estimulación
- Perforación no convencional
- Recuperación secundaria y mejorada

### **4.4 Rutas de los mapas tecnológicos.**

Una vez que se establecen los destinos tecnológicos, es necesario definir y construir las rutas para alcanzarlos. Una ruta tecnológica, debe incluir los conceptos de: plataforma, componente y capacidad tecnológica en la construcción de un mapa tecnológico, no confundir con el proceso de planeación y creación de los mapas de ruta tecnológica; definido ya al principio de este capítulo.

Una plataforma tecnológica corresponde a un conjunto de áreas de conocimientos técnicos integradas, las cuales permiten la realización competitiva de una o varias funciones del sistema productivo, también ha recibido el nombre de tecnologías genéricas, calificadas así a causa de una circunstancia fundamental, están en la base del potencial tecnológico de las empresas y encuentran aplicaciones en distintos sectores, subsectores y productos. Las plataformas se sustentan en diversos componentes tecnológicos. Un componente representa un área de conocimientos técnicos específicos. Un componente tecnológico puede sustentar a una o más plataformas tecnológicas.

A su vez, los componentes se sustentan en capacidades tecnológicas representadas por grupos de investigación (recursos humanos) que cuentan con habilidades científicas, tecnológicas y de organización en conjunto con la



## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

infraestructura requerida: plantas piloto, laboratorios, equipos y programas de cómputo. Una competencia o capacidad esencial es aquella que resulta del aprendizaje colectivo de la organización, especialmente de la capacidad de coordinar las diversas técnicas de producción e integración de las corrientes tecnológicas para su desarrollo; de esta forma se pueden establecer las rutas que correspondan a trazar las relaciones entre las funciones prioritarias del sistema productivo funcional, con las plataformas, componentes y capacidades tecnológicas asociadas como lo muestra la figura 4-5.

La interrelación de los conceptos de plataformas hasta las capacidades tecnológicas vinculadas con los objetivos estratégicos y sus componentes, se muestra en la Figura 4-6.

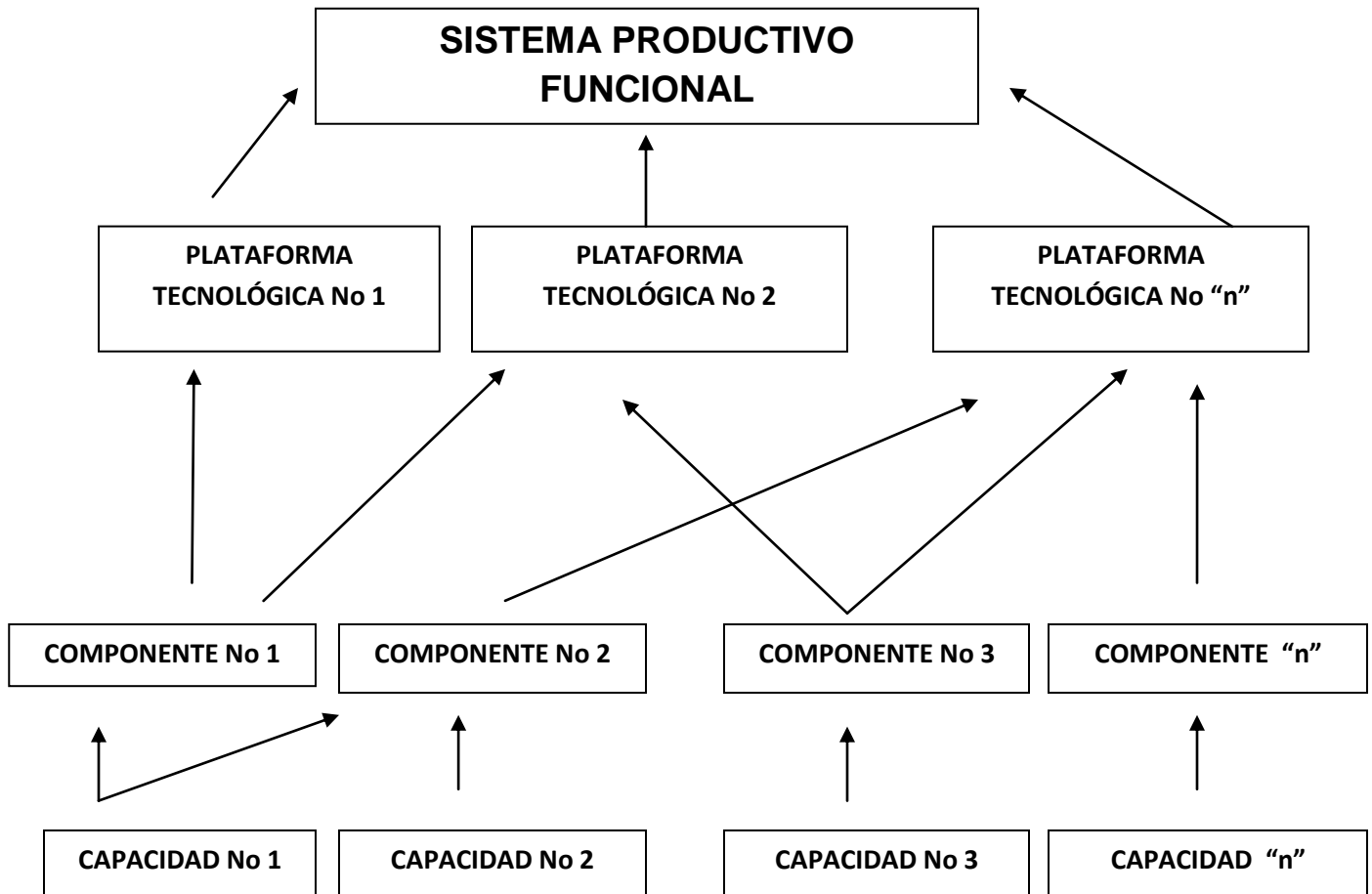


Figura 4-5 Vinculación de los elementos que constituyen un MT.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

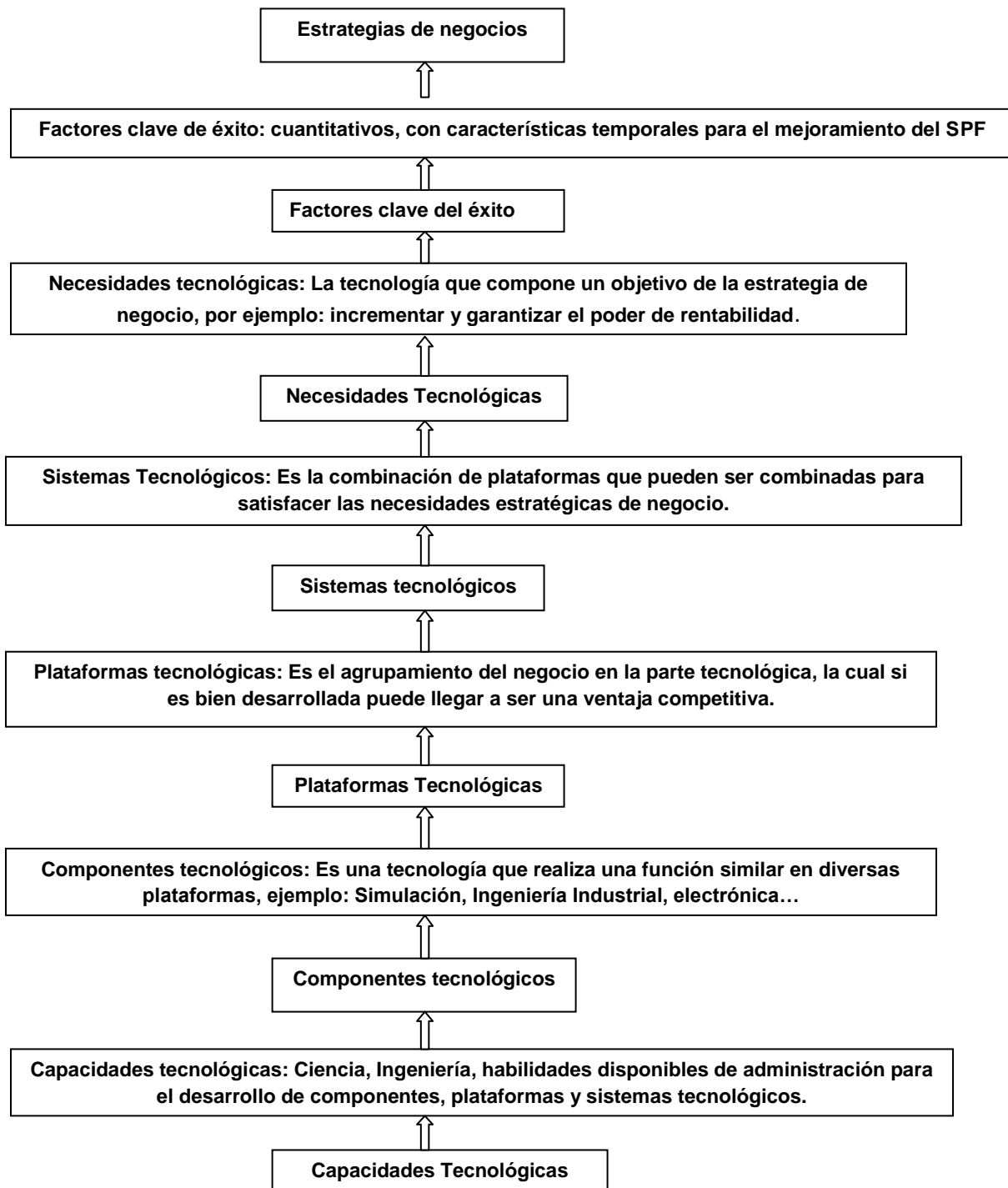


Figura 4-6 Conceptos claves para la construcción de las Rutas del Mapa.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

El establecimiento de estas rutas comprende fundamentalmente la identificación de las relaciones entre funciones, plataformas, componentes y capacidades. Estas relaciones se pueden expresar de diferente manera, dependiendo de la necesidad a satisfacer, la relación entre una función y una plataforma es posible especificarla a través del señalamiento de la mejora a lograr, es decir, de las metas de mejora del proceso contenido en la función.

La relación entre la plataforma y el componente se puede expresar a través de proyectos I+D en proceso, para que posteriormente se pueda identificar donde hacen falta o bien, que áreas han sido descuidadas (vacíos tecnológicos), como complemento de esta fase se desarrolla un análisis de cartera de proyectos. Para esta parte se puede hacer uso de la caracterización de los proyectos, ampliamente desarrollada por ADL.

La cual aborda sustancialmente en primer lugar los gastos de I + D y los cambios dramáticos en cuanto a la administración de esta. La consultora Arthur D. Little Latin América, resume estos cambios en un modelo basado en tres etapas o generaciones de I + D (Figura 4-7).

<p><b>Gestión de los insumos de la I+D</b>  <b>Laboratorios Centrales</b>  <b>Inexistencia de estrategias</b></p> <p><b>Primera Generación de I+D</b></p>	<p><b>Planeación de los proyectos de I+D</b>  <b>I+D Descentralizada</b>  <b>Estrategias de I+D aisladas</b></p> <p><b>Segunda Generación de I+D</b></p>	<p><b>Estrategia tecnológica integrada a la estrategia de la empresa.</b>  <b>Coordinación de las I+D, centralizadas y descentralizadas.</b>  <b>Equilibrio entre I+D básicas y aplicadas.</b></p> <p><b>Tercera Generación de I+D</b></p>
<p><b>1950-1974</b></p>	<p><b>1975-1990</b></p>	<p><b>ACTUALIDAD</b></p>

Figura 4-7 Tercera generación de I+D.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

El proceso de evaluación y selección debe tener en cuenta aspectos importantes como la certidumbre, las características del mercado o los beneficios esperados.

A continuación se hacen algunas precisiones sobre este particular (Consultora Arthur D. Little Latin América Inc.):

En toda evaluación de proyectos hay que tener en cuenta la curva de beneficios en relación con el tiempo. En un primer tramo de la vida del proyecto solo hay pérdidas, ya que aún se está desarrollando el producto o servicio y únicamente se está aportando capital, sin recibir ningún beneficio a cambio.

Cuando comienzan las ventas, la curva de beneficios llega al máximo valor negativo y sube después. El punto en el que ya no hay pérdidas se llama punto de equilibrio. Este punto es vital para poder seleccionar un proyecto de entre varios que se tengan en cartera, ya que da una idea de facilidad o dificultad para la recuperación de la inversión. Para este estudio es necesario hacer las previsiones de las ventas esperadas y de los costos de la etapa de investigación y desarrollo.

Los directores del proyecto deben tener en cuenta dos aspectos para poder hacer proyecciones, tanto en costos como de ingresos: La curva de aprendizaje y la estrategia de precios, la cual va ligada al tamaño del mercado y a los márgenes de beneficios que se quiera obtener.

### **4.5 Funcionalidad y Metodología de los Mapas Tecnológicos.**

Un mapa consiste en la identificación de los componentes y plataformas que se deben consolidar o desarrollar para alcanzar los destinos tecnológicos seleccionados.

Para ello, se analiza la situación actual que guarda la organización con respecto a las capacidades tecnológicas involucradas en aquellas rutas consideradas como prioritarias de acuerdo a los destinos tecnológicos seleccionados. Con base en la situación actual, se determina si existen capacidades o no, si se requiere desarrollarlas, reorientarlas o consolidar su estado actual.

Se pueden identificar dos tipos de capacidades tecnológicas: las internas y las externas, las cuales se han generado debido a la competitividad, el protagonismo

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

de la cooperación entre empresas ha aumentado considerablemente en los últimos años.

Se ha definido a la cooperación como un acuerdo entre dos, o más empresas independientes que uniendo o compartiendo parte de sus capacidades y/o recursos, sin llegar a fusionarse, instauran un cierto grado de interrelación con el objetivo de incrementar sus ventajas competitivas mutuas. (E. Fernández, 1991).

De forma general, se identifican cuatro rubros de colaboración específicos:

1. Capital
2. Tecnología de producto (en forma de patentes, diseño, resultados, capacidades de investigación)
3. Capacidad
4. Ventas y redes de comercialización

La cooperación entre empresas es una forma efectiva de comportamiento competitivo. Las cooperaciones y alianzas tienen un papel significativo en el marco de las estrategias utilizadas por las organizaciones para internacionalizarse. Desde el enfoque de la consultora ADL Inc.; a través de su publicación "Tercera Generación de I+D" (Rousel, 1991). Define el panorama de la gestión de la tecnología de los años cuarenta, hasta nuestros días, y ubica como un punto primordial dentro de su definición de empresa actual el concepto de partnership. Con lo cual queda de manifiesto el carácter histórico de la cooperación mutua entre las organizaciones y su importancia como ente generador de tecnologías.

El identificar las capacidades internas y externas dentro de la construcción del mapa permite la ubicación de las metas intermedias que servirán de puntos de referencia a lo largo de la ruta.

La construcción de un MT ha estado cercana a la llamada función de despliegue de la calidad, (QFD, por sus siglas en ingles) la cual se dirige a involucrar a todos los miembros de la organización en el ejercicio de la calidad. De igual manera, la construcción de un MT, debe de realizarse con la participación de los principales involucrados en su ejecución.

El método QFD consiste en desarrollar, concebir y fabricar en los plazos previstos los productos y servicios más económicos, más útiles y más satisfactorios para el consumidor.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

La esencia del QFD radica en dar importancia a las preferencias de los clientes. Todas las decisiones y todas las actividades de la empresa obedecen a una palabra clave, que es “el cliente”. El método trata de transformar estas preferencias o expectativas, a menudo expresadas con poca precisión, en especificaciones de ingeniería o funciones de servicio, sin omisiones ni elementos superfluos. En lugar de imaginar que quieren los clientes, se les pregunta realmente que es lo que quieren.

Las encuestas de investigación de mercado son, estrictamente el punto de partida del método y merecen la máxima prioridad. El entorno actual exige que la empresa se oriente menos hacia sus productos y más hacia los deseos de los clientes a través de un monitoreo continuo.

De esta manera se puede decir que la denominada función de despliegue de la calidad (QFD, por sus siglas en inglés) que su principal objetivo es el traducir los requerimientos del cliente en términos objetivos, los cuales por su naturaleza misma deben ser claros, cuantificables, medibles y factibles.

El MT representa un documento vivo y ergonómico que debe ser periódicamente revisado con base en tres aspectos fundamentales.

1. El avance y resultados logrados.
2. El mayor conocimiento acerca de los destinos tecnológicos lo cual se logra a medida que se avanza en la ruta.
3. Las modificaciones que se presenten en las metas estratégicas de la empresa.

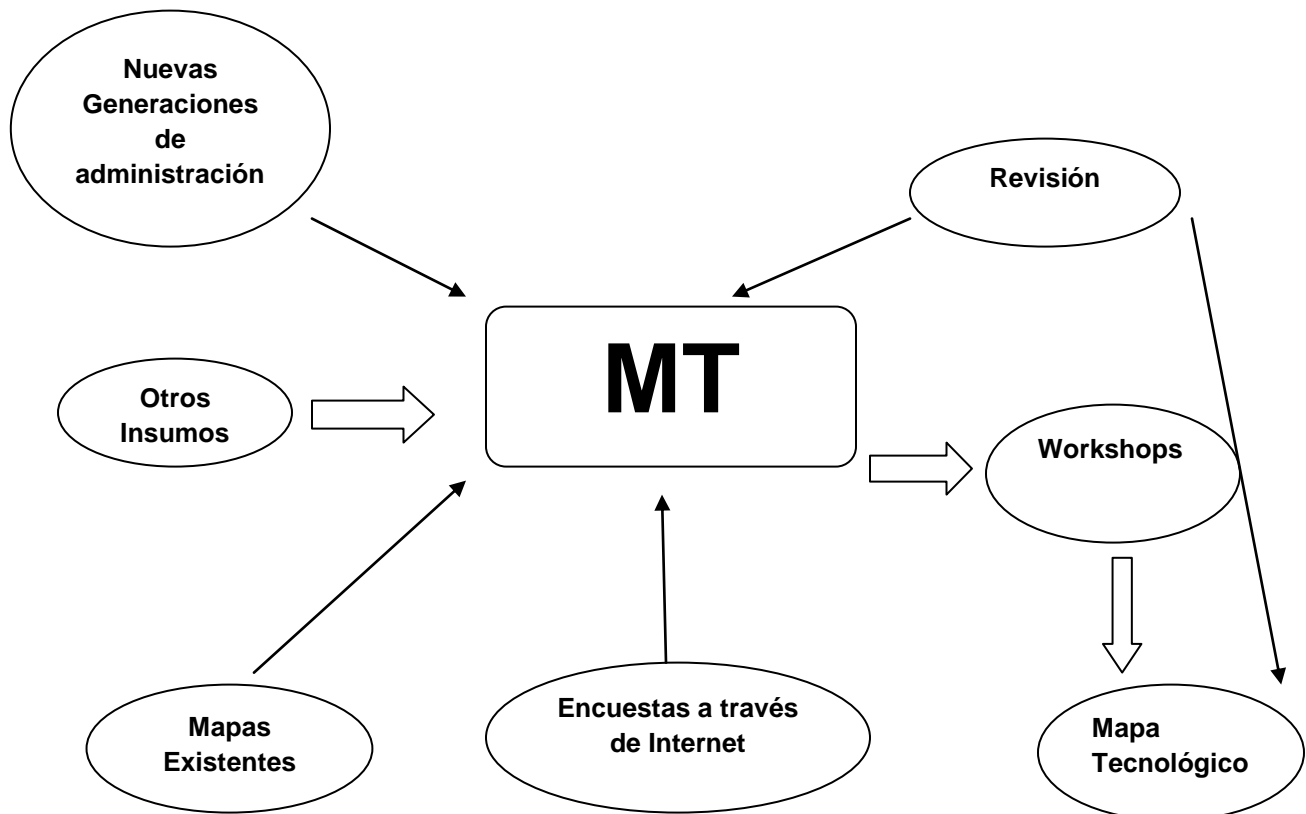
La revisión del MT, generalmente es realizada por pequeños comités conformados por involucrados en el recorrido del mapa y por expertos de las diferentes áreas tecnológicas relacionadas.

Con estas revisiones periódicas la organización podrá ubicarse a lo largo de la ruta originalmente trazada.

Los elementos planteados para la revisión integral de los mapas tecnológicos definidos son en principio; El monitoreo de la información en donde se presentan nuevos mapas del mismo sector o de otros afines a este; El desarrollo de talleres participativos de forma constante; Y la identificación de nuevas formas de administración.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

La figura 4-8, muestra la relación de los elementos dinámicos que se deben analizar para la revisión y actualización de un Mapa Tecnológico (Neld Richard, 1998).



**Figura 4-8 Elemento que se deben considerar en la revisión periódica del mapa Tecnológico.**

Es necesario aclarar que dentro de los mapas tecnológicos, la previsión de tecnología juega un papel preponderante, lo que obliga a hacer mención de algunas de las técnicas que nos permitan ampliar el panorama al respecto.

La primera organización que se dedicó de forma sistemática a las investigaciones del futuro fue la Rand Corporation, la cual desarrolló grupos de análisis y operaciones para ayudar a la toma de decisiones durante la segunda guerra mundial.

En los años setenta se comenzó a desarrollar una serie de métodos que aportaron una cierta luz sobre las innovaciones tecnológicas del futuro.

En la previsión de la tecnología reside la palabra prospectiva, entendida como el arte o ciencia de estudiar y prever el futuro (Ambrosio, 1997). La prospectiva está encaminada a la acción, trata de construir el futuro deseado, enfrentándose a la fatalidad y al azar, no obstante, “el valor de una previsión no reside exclusivamente en la adecuación entre lo que se realiza y lo que se había pronosticado. Es en el presente, en la decisión, que la previsión puede ser útil, más que en la resolución del enigma del futuro”.

El autor citado, define dos grandes enfoques para la aproximación del futuro: por un lado, los que se centran en la probabilidad de ocurrencia de un suceso concreto, con alto grado de confianza, el cual proyecta las tendencias pasadas y presentes hacia el futuro. Y por el otro, los que tratan acerca de la construcción o creación de un futuro deseable, denominados prospectivos, se debe hacer notar que estas últimas, no tienen como objetivo responder a la inquietud que genera la incertidumbre del mañana, su cometido es ofrecer a los sectores con capacidad de decisión los medios para obtener las mejores alternativas que comprometan favorablemente su futuro.

Estos dos grandes rubros se denominan respectivamente métodos prospectivos o de análisis subjetivos, denominados también como intuitivos y métodos proyectivos.

### 4.5.1 Métodos proyectivos

Estos métodos se sustentan en la extrapolación, suponiendo que se mantiene una relación permanente entre las variables, la cual, origina diversos métodos que a continuación se describen:

- *Ajuste de curvas*

Se aplica en los casos en que la evolución de una tecnología está claramente determinada por la evolución de un número reducido de parámetros técnicos funcionales.

Se parte de una serie de datos históricos de una variable (velocidad, gasto, rendimiento, consumo) y se ajusta la curva que se considere más adecuada, la cual se prolonga hasta el futuro. Una de las desventajas que presenta este método es que no considera los cambios bruscos de tendencia que puedan presentarse.



- *Correlación*

Los métodos de correlación se aplica cuando una cierta proporcionalidad entre la evolución de dos variables en el tiempo.

- *Analogía*

Se pueden distinguir dos métodos diferentes basados en el concepto de analogía-. La analogía de crecimiento y la analogía histórica.

a) De crecimiento: asimila el proceso tecnológico al crecimiento de los fenómenos biológicos, al que se dedican importantes estudios matemáticos.

b) Histórica: se basa en la asimilación de la evolución de la tecnología con la de una tecnología que ha tenido un papel similar en tiempos pasados, así, por ejemplo, se han hecho previsiones de la evolución de la producción de energía eléctrica por fisión, partiendo de los datos de la evolución de la producción de energía a partir de carbón.

c)

### 4.5.2 Métodos Prospectivos

Cuando lo que se pretende no es prever la evolución de las tecnologías existentes, sino la aparición de innovaciones que representen un cambio significativo en el panorama tecnológico, o bien, cuando el periodo para la previsión es tan largo que no nos permite estar seguros de que las tendencias actuales se puedan mantener, se hace indispensable la imaginación de las personas. Los métodos descritos a continuación tienen como objetivo el disminuir el carácter subjetivo de las simples opiniones personales, con el propósito de obtener resultados lo mas imparciales posibles.

- *Dictamen de grupo de Expertos (Escorsa, 1997)*

Este método se limita a obtener opiniones a través del grupo de expertos mediante lluvia de ideas por separado, con el fin de obtener un conjunto de opiniones validas ante la falta de datos. La principal ventaja de este método es su simplicidad y el hecho de que puede dar resultados suficientemente buenos si las personas consultadas reúnen las cualidades necesarias de conocer la materia, y su capacidad inventiva.

## Capítulo IV El Proceso de Diseño de los Mapas Tecnológicos.

---

- *El método Delphi*

Con el fin de superar las deficiencias del método anterior, en 1953, dos investigadores de la Rand Corporation, Helmer y Dulker, desarrollaron el método de iteración con realización controlada denominado Delphos, haciendo referencia al oráculo griego.

El proceso comienza por la selección de un grupo de expertos y la elaboración de los cuestionarios, el cual debe estar redactado con claridad y precisión, junto a este tendrá un manual de instrucciones totalmente claro con el fin de asegurar que todos los expertos lo interpreten de la misma manera, después, es necesario esperar las respuestas.

Una vez recibidas las respuestas, el líder del proceso, que es la única persona que conoce la identidad de cada uno de los encuestados, elabora un segundo cuestionario donde se incluya información obtenida de la primera vuelta, utilizando usualmente medidas estadísticas, tales como: la mediana o la media y otras medidas estocásticas; Después de lo cual, queda a la espera de que los expertos, a la vista de los resultados de la mayoría, modifique o mantenga su primera opinión y se evolucione hacia una mayor convergencia.

- *Escenarios.*

En 1967 se propuso este método por Kahn y Wiener. Donde un escenario se define como unan representación de la realidad futura, para iluminar la acción de presente a la luz de los futuros posibles y deseables (Gordon, 1994). Básicamente, en este proceso la imaginación es en gran medida su principal propulsor, siempre bajo un análisis de coherencia de los factores considerados.

El escenario debe evitar concentrarse en un solo aspecto, por ejemplo el técnico, y olvidar otros factores incidentes como la economía, la política y la sociedad, que tienen una importancia decisiva. Según los creadores del método, este presenta las siguientes ventajas:

- Pone especial énfasis en la interacción de los aspectos psicológicos, sociales, políticos y culturales.
- Obligan a tener en cuenta detalles de la dinámica que serian olvidados en un planteamiento más abstracto.

Usualmente, los escenarios reciben la clasificación genérica de posibles, realizables y deseables; Otra clasificación es el optimista, pesimista e ideal.



# Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

## Capítulo V

### 5.1 La Directriz de PEMEX

De acuerdo a lo dispuesto por el Gobierno Federal en Octubre de 2007, bajo el decreto que establece la reforma y adición en materia de la Ley Federal de Derechos, en materia de hidrocarburos y mediante el cual se derogan y reforman diversas disposiciones del título segundo, Capítulo XII, de la Ley Federal de Derechos, publicado el 21 de diciembre de 2005 en el Diario Oficial de la Federación; Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios dan respuesta al requerimiento planteando por el mencionado decreto estableciendo de manera formal el plan de negocios de Pemex 2008-2016 siendo parte de este el “Programa para Incrementar la Eficiencia Operativa” en dichas entidades.

Este programa tiene como finalidad establecer acciones orientadas a mejorar la eficiencia operativa en Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios. Con la implementación del programa se pretende lograr:

En los cuatro organismos subsidiarios:

1. Menores diferencias porcentuales entre la producción observada y estimada en los proyectos de inversión.
2. Reducir brechas entre costos observados y estimados.
3. Incrementar la productividad del personal.
4. Acelerar la incorporación de tecnologías disponibles.
5. Mejorar los índices de seguridad
6. Mejorar la planeación y coordinación operativa.
7. Mejorar los resultados financieros.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

Específicamente, En Pemex-Exploración y Producción, cuya subsidiaria es tema central de análisis y estudio de este trabajo:

1. Incrementos sostenidos en la tasa de restitución de reservas.
2. Reducción de costos por activo.
3. Incrementos sostenidos en el factor de recuperación por tipo de campo.
4. Incrementar el éxito exploratorio por tipo de cuenca.
5. Incrementos sostenidos en la productividad por pozo, considerando el tipo de campo y la madurez del mismo.
6. Reducciones sostenidas en el venteo y quema de gas.
7. Mejorar la calidad de los productos.
8. Mejorar el desempeño de los sistemas de transporte y almacenamiento.
9. Mejorar la medición de mermas y pérdidas de hidrocarburos y reducir sus niveles de manera sostenida.

De manera general y en términos de su alcance, el Programa abarca todas las actividades que se llevan a cabo en los organismos subsidiarios y que integran la cadena de valor de la industria petrolera, las actividades de las áreas de soporte de la entidad y las actividades desarrolladas por las áreas corporativas que tienen impacto en los resultados de Petróleos Mexicanos.

### **5.2 El programa de Eficiencia Operativa.**

Se entiende por eficiencia el máximo aprovechamiento de los recursos e insumos utilizados para obtener un resultado o alcanzar un objetivo esperado.

Bajo el entendido de que en Petróleos Mexicanos las operaciones se orientan a convertir insumos materiales, así como recursos económicos y humanos en productos y servicios que alcanzan un mercado y/o satisfacen una necesidad específica, para efectos del trabajo, el concepto de eficiencia operativa se puede definir en los siguientes términos: es la aplicación racional de insumos y recursos para ejecutar de manera sustentable las operaciones asociadas al cumplimiento de la misión de la entidad, maximizando los beneficios económicos resultantes.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

De esta forma, el incremento de la eficiencia operativa busca modificar la mecánica de operación de tal forma que se reduzca el requerimiento de insumos y recursos aplicados, se incremente la cantidad o calidad de los productos obtenidos, o tenga lugar una combinación de ambos resultados.

Concretamente lo anterior se debe lograr a través de:

- La modificación de los procesos operativos (entendidos como la secuencia ordenada de pasos que conducen a la transformación de los insumos y recursos en productos o servicios).
- La modificación de la infraestructura empleada en dichos procesos, ya sea a través de eliminación de cuellos de botella, de mejoras de la infraestructura (*revamps*) o mediante la adopción de tecnologías más avanzadas.
- La organización y desarrollo de recursos humanos.

Los mecanismos orientados a sustentar los niveles de eficiencia operativa o a lograr incrementos relevantes en la misma, se caracterizan por que la mayoría de los casos requieren de la aplicación de recursos económicos para llevarlos de la planeación a la ejecución. En ese sentido, es preciso señalar que no es suficiente visualizar medidas concretas que de ser ejecutadas conducirían a incrementos apreciables en la eficiencia operativa, sino que también se requiere determinar de manera precisa y disponer de los recursos económicos necesarios para que las acciones planteadas puedan ser llevadas a la práctica.

En la definición de las acciones que conducirán a incrementar la eficiencia operativa en Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios, se identifican aquellas que requieren recursos adicionales para ejecutarse y las que se pueden ejecutar con recursos incluidos dentro del presupuesto autorizado periódicamente a Petróleos Mexicanos.

Conviene destacar que Petróleos Mexicanos compite por recursos económicos con el resto del sector público, lo cual incide en la factibilidad de emprender las

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

acciones que requieren la aplicación de recursos adicionales para ser llevadas a la práctica.

Finalmente es pertinente señalar que la aspiración de incrementar la eficiencia operativa de Petróleos Mexicanos debe tomar en cuenta las externalidades a las que esta sujeta la entidad, tales como la política económica dictada por el gobierno federal, que en muchas ocasiones se traduce en controles a los precios de los productos, las restricciones derivadas de la normatividad ambiental, así como la regulación específica de las actividades que la organización desempeña en el cumplimiento de sus misión.

Desde mediados de la década de los ochenta las reservas de hidrocarburos de México se han reducido de manera paulatina. Entre 1999 y 2007, único periodo para el que se cuenta con una metodología homogénea para la determinación de las reservas de hidrocarburos, estas disminuyeron gradualmente como resultado de una baja incorporación de nuevas reservas.

Mientras que en 2002 las reservas probadas de México totalizaron 20.1 miles de millones de barriles de petróleo crudo equivalente (MMMbpce), lo que correspondía a 13 años de producción, en 2007 estas sumaron 14.7 MMMbpce, lo que significa que el país cuenta con reservas probadas para 9.2 años a los ritmos actuales de producción. La caída de las reservas registrada en ese periodo sumó 5.4 MMMbpce, una disminución de 27%.

Hoy en día la producción de petróleo crudo y gas en el país esta sustentada principalmente por campos que han alcanzado su etapa de madurez, y por lo tanto han iniciado su etapa de declinación. Al respecto, el campo Cantarell, que en 2004 represento individualmente el 63% de la producción de petróleo, inicio su fase de declinación en 2005. En ese sentido, el 92% de la producción actual proviene de campos en franca declinación, o que iniciaran su declinación en poco tiempo, como es el caso de Ku- Maloob-Zaap que inicio su declinación en 2010.

Derivado de ello, de 2005 a la fecha la producción de petróleo ha acumulado un total de 350 mil barriles diarios (Mbd).

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

Es destacable el contraste entre el gran número de campos productores que se encuentran en etapa de declinación y los pocos campos que se encuentran en etapa de desarrollo, así como las diferencias de productividad entre dichos campos, ya que los campos en declinación, o en proceso de declinación, son campos gigantes o súper gigantes que aportan grandes volúmenes de producción; mientras que los campos en desarrollo son más pequeños y menos productivos.

Por su parte, los costos de descubrimiento y desarrollo mostraron desde el año 2000 una tendencia ascendente, alcanzando su nivel más elevado en el trienio 2000-2004 (11.80 dólares por barril de petróleo crudo equivalente). Este incremento fue resultado de la reactivación de la actividad exploratoria durante esos años y de la adquisición, procesamiento e interpretación masiva de información sísmica.

La tendencia de los costos mencionados cambió a partir de 2004 y se ubicó en el orden de 8 dólares por barril de petróleo crudo equivalente para los trienios 2004-2006 y 2005-2007, una vez que se comenzaron a estabilizar los volúmenes de nuevas reservas descubiertas.

La medición de los costos de producción en las compañías de exploración y producción considera los gastos requeridos para operar y mantener los pozos, equipos e instalaciones relacionados con la producción; es decir, el costo de todas las actividades necesarias para llevar los hidrocarburos del yacimiento a la superficie.

Entre 2000 y 2007, los costos de producción de Pemex-Exploración y Producción aumentaron a una tasa promedio anual de 4.7%, incremento que se explica por la elevación del consumo y precios del gas para bombeo neumático; mayores gastos de mantenimiento; insuficiente flexibilidad laboral para movilizar trabajadores entre zonas de producción, aumento de los precios de los equipos y servicios asociados a la producción; el aumento de los precios de los equipos y servicios asociados a la producción; y por la madurez promedio de los campos petroleros.

Sin embargo, a pesar de estos factores, Pemex-Exploración y Producción registra costos de producción similares a los de otras empresas petroleras. En buena medida, ello refleja la productividad de los grandes campos petroleros como Cantarell, Ku- Maloob-Zaap, Complejo Bermúdez y Jujo- Tecominoacán, entre



## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

otros. Se puede prever que conforme la complejidad de los campos asociados a la nueva producción aumente, los costos de producción tenderán a incrementarse.

Desde el punto de vista empresarial, las expectativas genéricas planteadas en este programa de desarrollo operativo, están enfocadas a incrementar la eficiencia operativa de Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios. Par lograr este objetivo de manera sistemática se ha decidido implementar como tecnología central la planeación estratégica, pues en ese contexto se destaca recurrentemente la importancia de la eficiencia operativa como punto de partida para mejorar los resultados operativos y económicos de la entidad, Es en este sentido que el conjunto de acciones y metodologías propuestas atienden a los objetivos del programa, planteados por la Gerencia de Desarrollo Tecnológico y de manera simultanea, se alinean con los objetivos estratégicos de Petróleos Mexicanos.

### **5.3 Inversión de PEMEX en Tecnología**

Uno de los retos que enfrenta Pemex consiste en dotarla de las herramientas necesarias con el fin de que pueda desarrollar el conocimiento necesario para administrar e implementar nuevas tecnologías, la iniciativa del Ejecutivo Federal propone dar una nueva estructura administrativa a Pemex, y otórgale mayores facultades de decisión, administración y contratación, que le permitan tener acceso a tecnología de punta y multiplicar su capacidad de ejecución.

La adquisición de nuevas tecnologías debe venir acompañada del fortalecimiento de los centros nacionales de investigación, así como de la formación de capital humano capaz de implementarla eficientemente

En el año de 2005 con la primera reforma al Régimen fiscal de Pemex, se creo el fondo de investigación científica y tecnológica con el objetivo de destinar importantes recursos a estos rubros y así incentivar el desarrollo petrolero

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

Gracias a la reforma del Régimen fiscal de Pemex en el año 2007, a estos rubros se les asignaron mayores recursos, derivado de lo cual se crearon diferentes fondos:

<b>Recursos de los Fondos de la Ley Federal de Derechos (estimado)</b> (millones de pesos)				
<b>Fondo</b>	<b>Bajo</b>		<b>Sobresaliente</b>	
	<b>2008</b>	<b>2012</b>	<b>2008</b>	<b>2012</b>
Conacyt-SENER-Hidrocarburos	972.6	2,966.2	972.6	3,373.4
Recursos Humanos	36.7	95.3	36.7	108.3
IDT del IMP	642.3	826.7	642.3	925.4
Conacyt-SENER-Sustentabilidad	183.5	878.3	183.5	1,005.9
<b>Total</b>	<b>1,835.1</b>	<b>4,766.5</b>	<b>1,835.1</b>	<b>5,412.9</b>

Nota: Los escenarios corresponden a los escenarios bajo y sobresaliente de la prospectiva de petróleo crudo 2007-2016 SENER, excepto la producción de 2008 que se tomó el promedio enero mayo  
Se supone un precio constante del barril de crudo de 90 dólares y de 7 dólares por millar de BTU para el gas natural

Figura 5.1 Inversión de Pemex en Proyectos de desarrollo de Tecnología.

Estos fondos aportaron recursos para la investigación en 2008 por cerca de 1,835 millones de pesos, y al finalizar el 2012, se proyecta que alcancen los 5,400 millones de pesos si se mantienen como hasta ahora los precios altos.

Con la creación de los fondos de investigación Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Hidrocarburos y el Fondo de Desarrollo Tecnológico del Instituto Mexicano del Petróleo, Pemex podrá destinar a la investigación y al desarrollo tecnológico entre 530 y 650 millones de dólares dependiendo del precio del crudo.

Cabe destacar que la mayor parte de la inversión de esta tecnología será destinada a Pemex-Exploración y Producción, debido a la complejidad y a los retos que se presentaran en los próximos 12 años.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### 5.4 Alcance de la estrategia

Para el caso específico de Pemex-Exploración y Producción, las iniciativas estratégicas que se han ejecutado durante estos años y su fase de desarrollo más acabada, que constituyen los mapas tecnológicos y de proceso, están orientadas a maximizar el valor económico de los hidrocarburos por medio de la evaluación de las diversas tecnologías existentes, su nivel de uso y el desarrollo de su gestión, así como también el promover el desarrollo técnico de su personal y operar en condiciones de seguridad y en armonía con las comunidades y el medio ambiente.

Dichas iniciativas se agrupan en las categorías que conforman la cadena de valor (exploración, desarrollo y producción), así como en las actividades de soporte, entre las que destacan los servicios de perforación y mantenimiento de pozos, logística, y servicios marinos, construcción de obras, transporte de hidrocarburos, y seguridad y medio ambiente.

Las iniciativas, junto con las acciones específicas para llevarlas a cabo, definen el trabajo que se ha realizado y proyectado para Pemex-Exploración y Producción de 2007 a 2015, y al mismo tiempo, constituyen la vía para incrementar la eficiencia operativa del Organismo en el horizonte que cubre el Programa.

#### **Exploración.**

El programa actualizado de incorporación de reservas para el periodo 2008-2016 mantiene una importante participación en cuencas terrestres y de aguas someras, por lo que en tirantes de aguas mayores a 500 metros la actividad ya iniciada se intensificó a partir de 2011, tal y como se detallara más adelante, con el caso de estudio que se revisara en este trabajo, tal y como se menciona se prevé la incorporación máxima de mil 625 millones de barriles de petróleo crudo equivalente para este año de 2012. Con reservas provenientes de las diferentes cuencas en exploración, el promedio de incorporación de los cinco años se prevé que alcance al final del presente los mil 284 millones de barriles de petróleo crudo equivalente en el escenario alto. En este contexto, se prevé alcanzar una tasa de restitución de reservas 1p y 3p de 100 por ciento a final de este año.

---

11.- Fuente: Programa para Incrementar la Eficiencia Operativa en Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios; Diagnostico e indicadores actuales de eficiencia en Pemex Exploración y Producción, México 2008, PEP.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

Las metas se fundamentan en la perforación de pozos, de los cuales 96 por ciento serán terrestres y de aguas someras, y el resto se perforará en aguas profundas. Asimismo, se concentran importantes esfuerzos en mejorar los resultados exploratorios y de desarrollo para alcanzar una tasa de reposición de reservas probadas de 100 por ciento en 2012, y recuperar gradualmente una relación reserva/producción, para un promedio de 8.3 años en el periodo de referencia, y de 9.3 años a partir de 2015, manteniendo niveles competitivos en costos de descubrimiento y desarrollo.

### **Producción**

En el pasado reciente, la producción de hidrocarburos provenía esencialmente de esfuerzos dedicados a un número limitado de grandes yacimientos. En adelante será necesario afrontar una mayor diversidad de campos de menor tamaño, que requerirán proyectos cuya ejecución representara una mayor dificultad técnica. Aun ante este panorama, Pemex-Exploración y Producción ha planteado como prioridades mantener los niveles de producción en 3 millones de barriles diarios de petróleo crudo y en más de 6 millones de pies cúbicos diarios de gas, y mantener los costos de producción en niveles competitivos.

En términos generales Petróleos Mexicanos Es responsable del desarrollo de las actividades de soporte que les permite a los Organismos Subsidiarios operar y perseguir sus objetivos estratégicos, algunas de estas actividades tienen carácter normativo, en el sentido de que su finalidad es establecer lineamientos para la operación de sus Organismos, otras tienen carácter de coordinación, y algunas más son operaciones orientadas a brindar servicios a los Organismos.

En el contexto de la eficiencia operativa, Petróleos Mexicanos puede tomar acciones que promuevan la eficiencia en los Organismos Subsidiarios, como mejorar los instrumentos para la planeación, seguimiento y evaluación, o bien acciones que contribuyan a incrementar la eficiencia con la que se realiza sus propias operaciones, como la gestión de servicios médicos y la administración de pasivos.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

estas acciones tendrán un impacto en los resultados de Pemex, directo o indirecto dependiendo del aspecto (normatividad, coordinación u operación) del trabajo corporativo que estén abordando.

Para que el programa para incrementar la Eficiencia Operativa sea eficaz es indispensable fortalecer la capacidad de gestión e incrementar el margen de maniobra de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios. Por ello, es fundamental considerar que la ejecución de las acciones y por consiguiente, el logro de los resultados esta condicionado a modificaciones importantes, tanto estructurales como normativas y del propio entorno. Los principales elementos que deben concurrir para garantizar la eficacia del Programa en Petróleos Mexicanos son extensos, sin embargo solo se abordaran para este trabajo los concernientes directamente a Pemex-Exploración y Producción:

- La habilitación en Pemex-Exploración y Producción de los contratos de desempeño que provean a las empresas de servicios de incentivos para incorporar las tecnologías más avanzadas y realizar un mayor esfuerzo para obtener mejores resultados de los servicios que prestan.
- Rangos de producciones dependientes de los ritmos de declinación estimados y el flujo esperado de los pozos nuevos.
- La producción estimada por futuro desarrollo de proyectos exploratorios corresponde a un valor medio probabilístico.
- Se requerirá significativamente la capacidad de ejecución en proyectos de exploración y producción.
- Para mantener los niveles de producción en el corto y el mediano plazos, y mejorar sustancialmente la tasa de restitución de reservas probadas se deben considerar la dificultad que representa el que la mayoría de los campos productores se encuentran en etapa de declinación, mientras que son muy pocos los que se encuentran en etapa de desarrollo.

12. Fuente: Programa para Incrementar la Eficiencia Operativa en Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarias; Acciones Específicas y sus resultados, México 2008, PEP. IFAI OF-NMX-30122008-PEMEX-2008-2016-SEGOB.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### 5.5 Desarrollo del Proyecto

Se ha detallado el marco operativo y los lineamientos generales que dan forma y establecen las directrices que son necesarias en Pemex-Exploración y Producción para alcanzar la eficiencia operativa en sus diversas subsidiarias.

Una vez entendido el concepto, las necesidades técnicas y los requerimientos tecnológicos de la empresa, se debe proceder a integrar los antecedentes previamente planteados a través de este trabajo, que tienen como finalidad el establecer mecanismos específicos, que permitan llevar a cabo y capitalizar las herramientas técnicas implementadas por Pemex-Exploración y Producción.

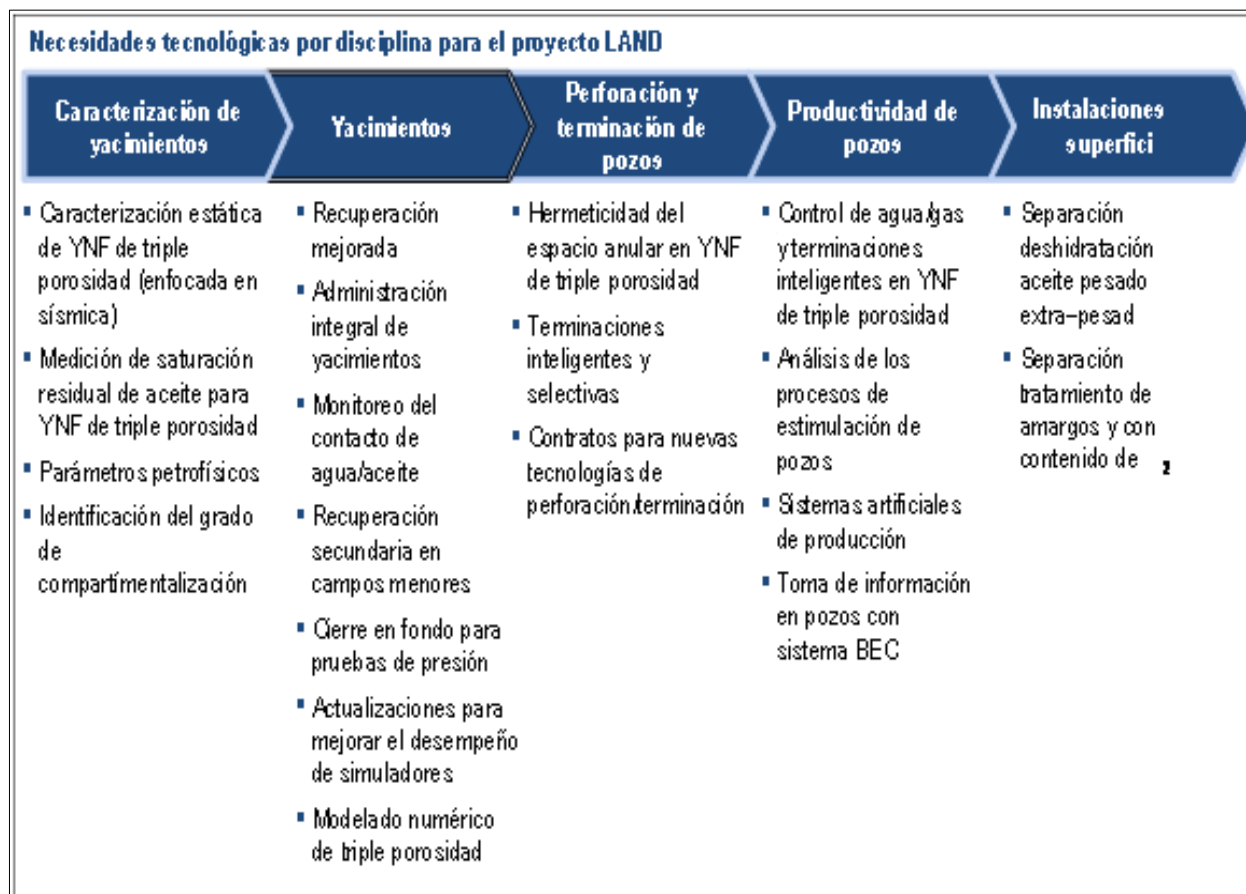
Los mapas tecnológicos, como parte del proceso de planeación estratégica, han sido fundamentales en el desarrollo de alternativas de solución a diversos problemas operativos encaminados a mantener e incrementar la producción de hidrocarburos y a la restitución de reservas; como se han establecido ya los antecedentes de estos, deberemos ahora presentar un caso específico de aplicación en uno de los proyectos de Pemex-Exploración y Producción, desarrollar su análisis y el alcance del mismo.

Para cumplir con las metas esperadas de PEP, y con el objetivo específico de revertir la disminución de la producción de hidrocarburos a nivel nacional, el proyecto en estudio que denominaremos “LAND”, pretende mantener el nivel de producción en 100,000 BPD para los próximos 6 años. Conseguir esta meta requiere de la solución de un conjunto de retos técnicos a lo largo de la cadena de valor planteada dentro de la planeación estratégica; tales como: El manejo y transporte de aceites pesados, Cementación de Pozos, Control de agua nivel de formación, pozo y superficie, Mejoramiento de la imagen del subsuelo, entre otros.

Como ya se ha mencionado, la implementación acelerada de tecnología ha sido identificada como elemento crítico, para enfrentar estos retos y así cumplir con el plan de negocios de PEP, el equipo especializado de diseño identificó 5 necesidades tecnológicas prioritarias relacionadas con los retos técnicos del proyecto “LAND”, 2 de ellas relacionadas con la mejora de imagen del subsuelo y la caracterización del yacimiento que pudieran afectar a todos los procesos que en fases posteriores estén ligados a estrategias de explotación del yacimiento, y 3 con un impacto directo en la producción.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

El paso siguiente es visualizar y jerarquizar las necesidades tecnológicas con respecto a cada disciplina de acuerdo a la cadena de valor, como se muestra en el siguiente mapa (Fig. 5.2).



**Figura 5.2 Necesidades Tecnológicas de Acuerdo a cada disciplina**

El proceso de selección de estas cinco necesidades se basó en el impacto de la necesidad en el proyecto (producción, reservas, factor de recuperación), su urgencia de implementación y la brecha tecnológica a nivel PEP.

Estas 5 necesidades tecnológicas prioritarias se encuentran ubicadas a lo largo de las cadenas de valor, y se deberá como primer paso para la creación de su cadena de valor identificar puntualmente el proceso de inteligencia tecnológica a

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

través del cual deberán estar basadas las necesidades tecnológicas para la creación de los mapas tecnológicos.

La identificación inteligencia tecnológica útil a partir de la cual se le deberá dar solución a las necesidades tecnológicas del proyecto parte del trabajo realizado previamente por el activo.

Es necesaria la descripción, identificación, jerarquización y selección de 4 principales necesidades tecnológicas para el Activo:

- Manejo de la producción
- Eficiencia en el control de agua y gas.
- Aseguramiento de flujo enfocado en el diseño de la terminación
- Tratamiento de los aceites pesados producidos.

Posteriormente se realizó el análisis de necesidades con los especialistas en donde se priorizaron los siguientes puntos estratégicos:

- La revisión de necesidades tecnológicas seleccionadas.
- Revisión de la documentación FEL.
- Identificación de necesidades tecnológicas adicionales.
- Redefinición de necesidades tecnológicas con enfoque en componente tecnológica.

y por último se priorizan las necesidades tecnológicas críticas identificadas como:

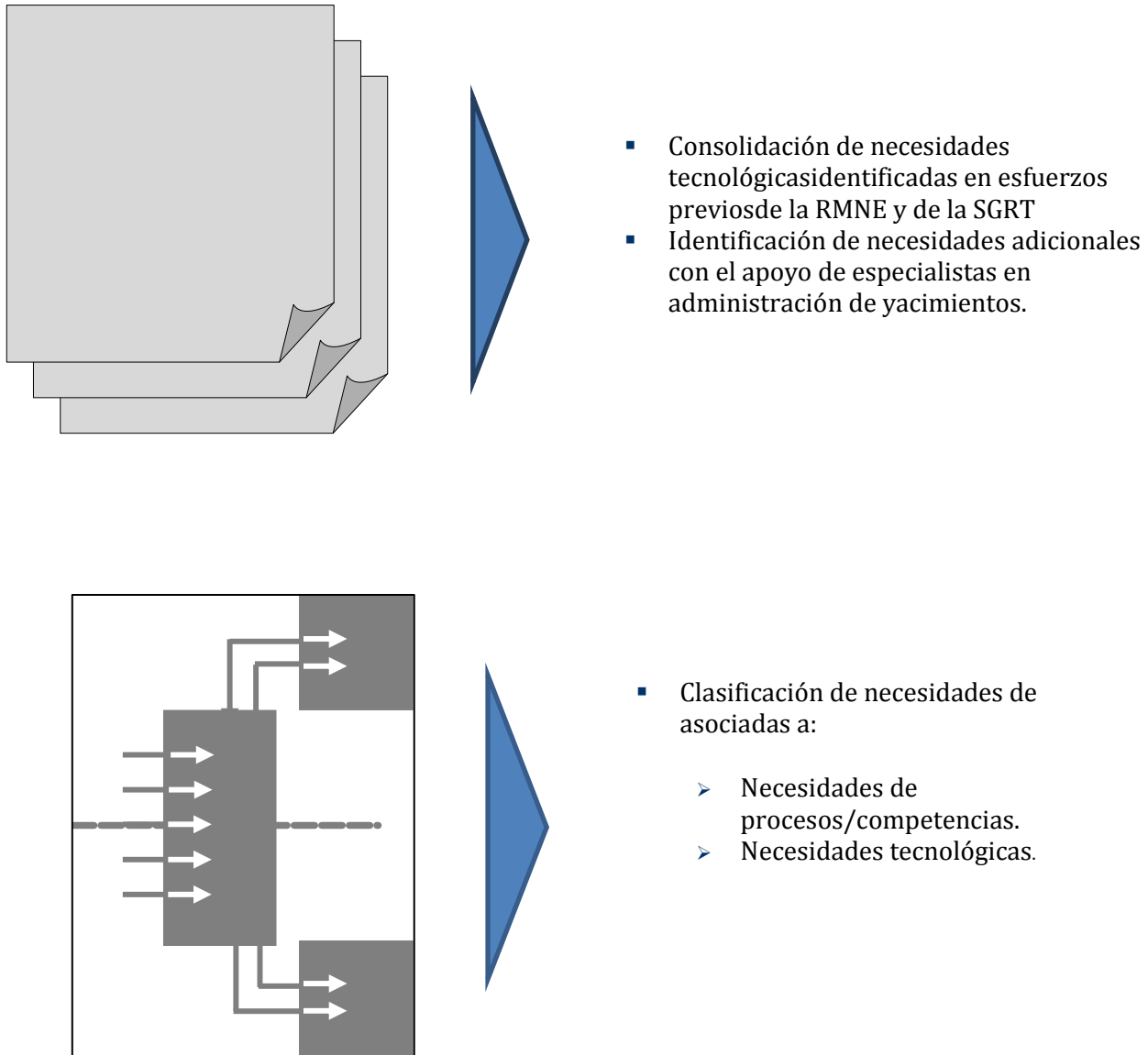
- Evaluación de necesidades adicionales identificadas.
- Nivel de criticidad en términos de impacto, brecha tecnológica y urgencia.
- Clasificación de necesidades asociadas a tecnología contra procesos.
- Selección de necesidades tecnológicas para el desarrollo de los correspondientes mapas tecnológicos.

Los retos para el desarrollo de mapas tecnológicos serán los asociados a la tecnología y a la mayor criticidad de los mismos, se seleccionó y se clasificó de acuerdo a la prioridad de operación de acuerdo al siguiente diagrama de flujo (Figura 5.3) :



## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---



**Figura 5.3 Diagrama de Flujo para el Desarrollo de Mapas Tecnológicos y su priorización.**

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

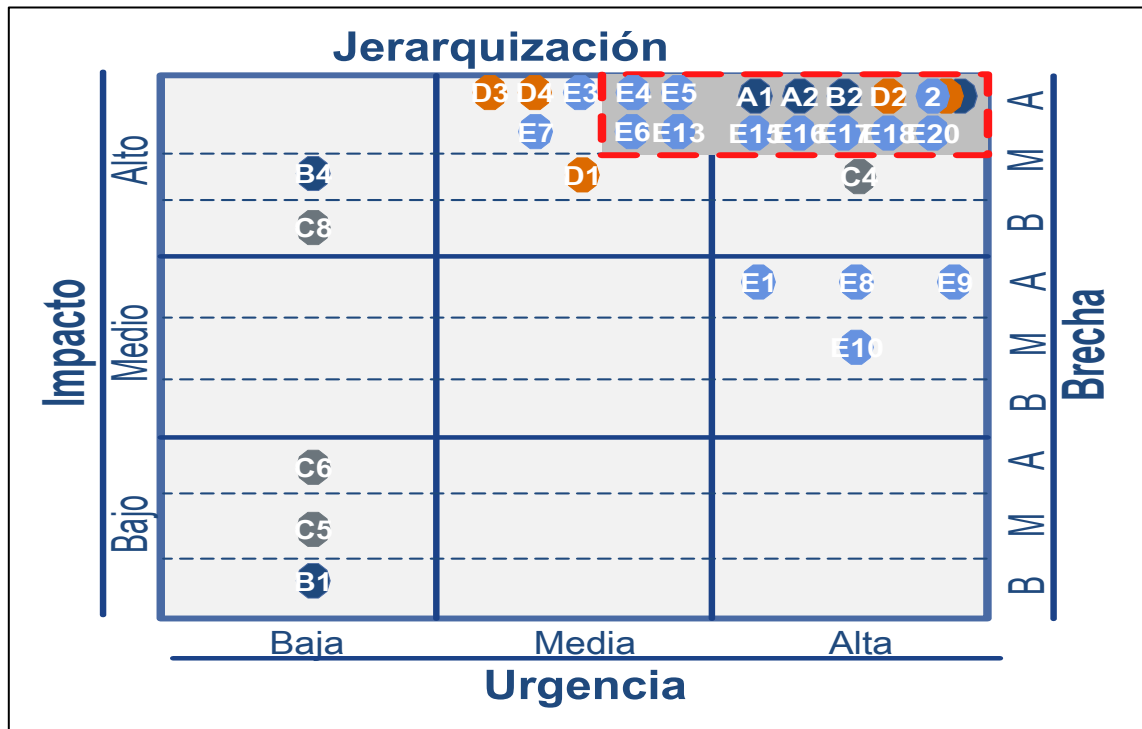
Los mapas tecnológicos para este proyecto fueron desarrollados para 5 necesidades específicas ya mencionadas, enfocadas a la creación de nuevas tecnologías y con importantes brechas (Fig. 5.4):



**Figura 5.4 Clasificación de necesidades de acuerdo a su componente tecnológico.**

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

Una vez que se identificaron las necesidades tecnológicas y de proceso es importante ahora el ubicarlas lo largo una matriz de jerarquización como se muestra en el siguiente diagrama (Fig. 5.5):

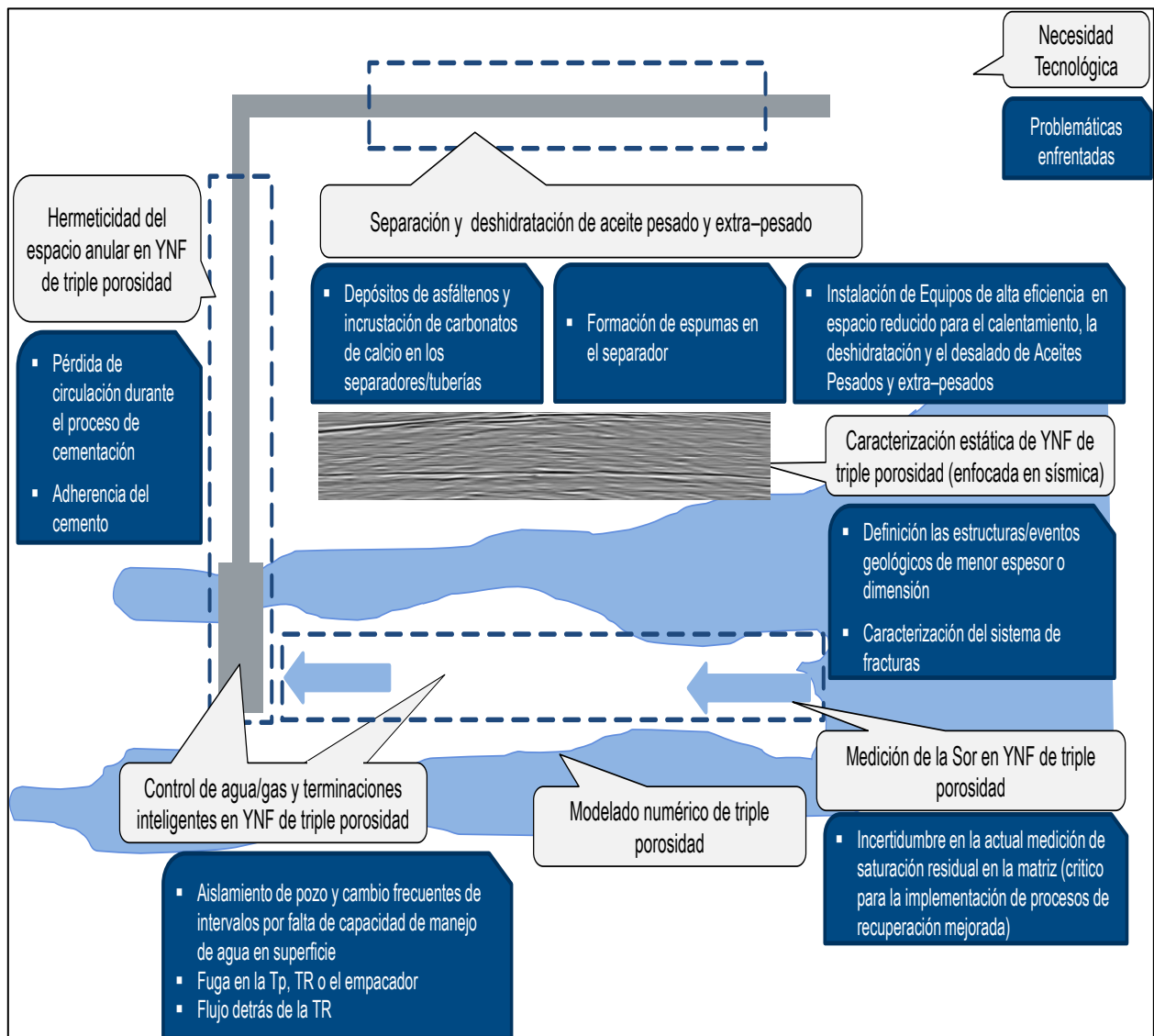


- Jerarquización de las necesidades de acuerdo a su impacto, urgencia de solución y brecha de tecnológica respecto a la industria***

Figura 5.5 Jerarquización de las necesidades tecnológicas a través de una matriz.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

Así mismo, una vez que se han jerarquizado las necesidades de acuerdo a su impacto y urgencia, es necesario ahora ubicarlas lo largo del sistema integral de producción, de esta forma se obtiene el siguiente diagrama (Fig. 5.6):



**Figura 5.6 Identificación de Necesidades a lo largo del Sistema Integral de Producción.**

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

El Desarrollo de los mapas tecnológicos tienen como finalidad apoyar al activo en la resolución de sus necesidades tecnológicas críticas, para este proyecto denominado para fines académicos como “LAND”, podemos observar en la siguiente ilustración, la descripción de estas cinco necesidades anteriormente planteadas, el estado de avance para cada actividad, y el alcance e impacto proyectado por los mapas tecnológicos en el proceso de solución de estas necesidades (Fig. 5.7).

	<b>Estado de avance en el Activo</b>	<b>Necesidades del activo/Alcance de mapas tecnológicos</b>
Caracterización estática de YNF de triple porosidad (enfocada en sísmica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discusión de PEP junto con la Compañía de Servicios para acordar el diseño del levantamiento; Justificación técnica en proceso por parte del Activo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Insumos técnicos/tecnológicos para la justificación de adquisición de una nueva sísmica; programa de actividades; programas de formaciones para el personal de la Coordinación de Diseño</li> </ul>
Medición de saturación residual de aceite en YNF de triple porosidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualmente se utilizan dos modelos para la medición de saturación residual y los resultados obtenidos en ocasiones son discordantes: modelo con coeficiente de cementación <math>m</math> fijo en la matriz y modelo con <math>m</math> variable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar tecnologías y metodologías para el cálculo de la Sor para carbonatos naturalmente fracturados y vugulares</li> </ul>
Hermeticidad del espacio anular en YNF de triple porosidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de geles, fibras, cementos especiales, etc. para controlar las pérdidas de circulación; uso de empacadores para el problema de centralización de la TR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las alternativas tecnológicas y las mejores prácticas para el control de pérdida de fluidos y de la adherencia del cemento en ambientes altamente fracturados y vugulares</li> </ul>
Control de agua/gas y terminaciones inteligentes en YNF de triple porosidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estranguladores y cambios de intervalo se han utilizados como la principal alternativa cuando se tiene presencia de agua; se han utilizado geles con resultados no satisfactorios; utilización de tapones mecánicos para las fugas en la TR, la Tp y los empacadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer procedimientos para establecer el diagnóstico de la procedencia del agua/gas</li> <li>Definir las alternativas tecnológicas de acuerdo al diagnóstico para el control de agua tanto a nivel de la formación como a nivel de pozo</li> </ul>
Separación y deshidratación de aceite pesado y extra-pesado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de equipos en plataforma para el acondicionamiento de aceites pesados y extra-pesados (planeadas para 2013);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proponer mejoras al esquema actual de plataforma planificado para 2013</li> </ul>

**Figura 5.7 Descripción de actividades, estado de avance y sus procesos de solución.**

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### 5.6 Caso de Aplicación Específico

Una vez identificadas las necesidades específicas del proyecto en estudio y habiendo planteado los alcances proyectados por los mapas tecnológicos de forma general para cada necesidad, el siguiente paso en este proyecto de evaluación, es definir los pasos que constituyen el proceso de resolución para una problemática específica.

Debido a la extensión y complejidad de cada una de las necesidades y derivado de la confidencialidad de la información por parte de la Paraestatal, se procederá a definir solo uno de ellos, para el cual fue posible obtener acceso a la información y a partir del cual se mostrara el proceso de desarrollo y selección de la tecnología, con la ayuda del mapa tecnológico desarrollado para tal efecto por los expertos de Pemex Exploración y Producción.

#### 5.6.1 Definiciones del reto, necesidades e Impacto Tecnológico.

El control de agua es un factor crítico a considerar para no comprometer la producción en el proyecto LAND; LAND se encuentra en una zona donde comparte un acuífero muy activo, catalogado como de alta presión y que, considerando las condiciones actuales de producción se estima que se esté produciendo agua con un corte actual ubicado entre el 3% y el 10%.

La problemática anterior, se da principalmente por efecto de canalización de agua a través de fracturas.

Las complicaciones resultantes de dicho problema son:

- El proyecto no cuenta con instalaciones adecuadas para el manejo y disposición en superficie del agua producida.
- Una vez extraído el aceite es enviado a exportación sin la posibilidad de ser tratado en superficie o en tierra para cumplir con los requerimientos de venta para el aceite producido en el activo.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

- La posible alternativa de enviar a otro Activo cercano para su tratamiento no es posible debido a que la capacidad esta cubierta por la producción de este.

El impacto de dicha problemática debe ser atendido con celeridad, atendiendo tres puntos principales:

Debido a los requerimientos de venta para el aceite producido por LAND, y a la falta de capacidad para acondicionamiento, El Proyecto se ha visto en la necesidad de aislar y realizar cambios de intervalo (15 en 2011), en pozos con bajo aporte de agua (3-10%), con lo cual se estima que se han dejado de producir hasta en el 10% de los 152 pozos que actualmente producen (30 MBPD aprox.)

De la misma forma, en una parte de los pozos del proyecto (perforados en los 80's), se han presentado problemas de producción de agua debido a canales en la capa de cemento, ocasionados por el desgaste de los pozos.

En un futuro próximo se espera que la producción sea de 50% para el 2013 por lo que los problemas por producción de agua serán aun más relevantes.

Al eficientizar el manejo integral del ciclo del agua, este traerá beneficios importantes para el activo:

- En las instalaciones de superficie, al existir una menor de producción de agua, se reducen las instalaciones de producción requeridas para su tratamiento.
- Se requerirá menor cantidad de energía requerida para el transporte de fluidos a nivel pozo y a nivel superficie.
- Se disminuirán y en algunos casos se eliminaran los problemas ocasionadas por corrosión tanto en pozo como en superficie.
- Se reducirá la cantidad de productos químicos requeridos para el tratamiento de agua lo largo de todo el ciclo del agua.
- Se estima que sea posible un incremento en la producción en la producción de aceite, dando como resultado el incremento de la rentabilidad económica del proyecto.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

### 5.6.2 Planteamiento de alternativas y soluciones tecnológicas

El proyecto en estudio ha desarrollado varias tecnologías para contener el agua, de las cuales se tomaron como muestra selectiva tres a nivel de pozo (Fig. 5.8).

	Tecnología utilizada	Resultados
Nivel de pozo	Tapón mecánico	Se han presentado problemas por atascamiento, rompimiento y mal anclaje. Los problemas se han presentado debido a que al momento en que se presenta el problema de agua no se tiene equipo requerido para la correcta ejecución del trabajo
	Estranguladores de fondo de pozo	Se utilizan para el aislamiento de zona y son la principal alternativa cuando se tiene presencia de agua
	Cementos especiales	Se han utilizado cementos microfinos para problemas de canalización en la capa de cemento en pozos antiguos de LAND, así como en pozos de LAND 2 y LAND 3 con buenos resultados en la mayoría de los casos

**Figura 5.8 Tecnologías a implementar para resolver el problema de control de agua a nivel de pozo.**

Para poder atender con precisión el problema de agua, es necesario entender su origen y así poder seleccionar soluciones idóneas.

Para poder atender con precisión el problema de agua, es necesario entender su origen y así poder seleccionar soluciones idóneas.

WaterCASE, es una herramienta desarrollada por Schlumberger la cual ha sido utilizada en el Mar del Norte, y que se basa en una estructura lógica.

La interface es a través de la contestación de preguntas basadas en pruebas de diagnóstico que ayudan a la realización del análisis del problema de control de agua. Una vez que se tiene la información suficiente, el tipo de problema es identificado y ranqueado de acuerdo a su probabilidad de incidencia (Fig. 5.9).

Esta herramienta ha sido utilizada en el proceso de selección de las posibles alternativas de solución del proyecto en estudio.



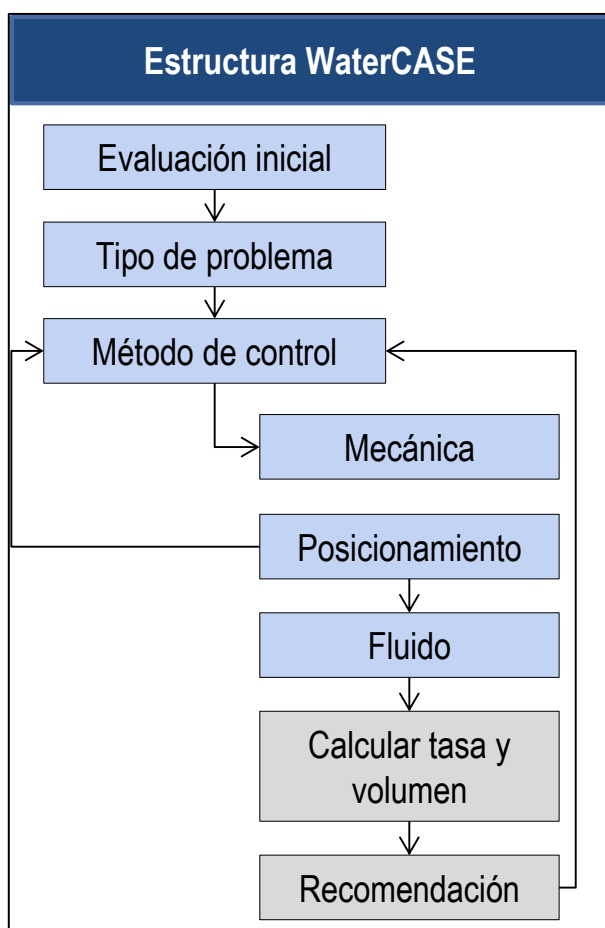


Figura 5.9 estructura lógica de WaterCASE

### 5.6.3 Selección de la Tecnología.

La selección de un tratamiento para el problema de control de agua se divide en dos etapas principales:

- 1. Etapa de selección de la solución:** De forma general existen cinco soluciones para los problemas de producción de agua congénita. La aplicación de una u otra solución dependerá del origen del problema en donde las variables tiempo, costo y dificultad van ligadas de manera directa a la complejidad del problema; El orden recomendado para efectuar los trabajos de control de agua es:

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

- Solución con herramientas químicas
- Solución con tratamiento mecánico
- Solución con combinación de tratamientos químicos y herramientas mecánicas.
- Disminución del ritmo de producción
- Reemplazo de drene convencional por drene no convencional

Debe hacerse énfasis en que las soluciones no son excluyentes una de la otra y en ocasiones un mismo problema requerirá de más de un método de solución (Fig. 5.10).

Tareas	Semana	01	02	03	04	05	06	07	08	09	Responsable
Selección de pozos candidatos		■									PA
Diagnóstico del problema para cada pozo candidato			■								Contratista, PA
Alternativas viables de solución (a través de software)				■							Contratista, PA
Análisis costo-beneficio de alternativas				■							Contratista, PA
Jerarquización y selección de solución					■						Contratista, PA
Preparación de la propuesta de solución						■					Contratista
Aceptación de la propuesta de solución							■				PA

Figura 5.10 Diagrama de programación de actividades.

**Selección de pozos candidatos:** Una vez presentado el problema por producción de agua/gas el activo seleccionara los pozos candidatos para realizar los trabajos de control de agua/gas.

**Diagnostico del problema para cada pozo candidato:** A todos los pozos que comprenden la lista de pozos candidatos se les diagnosticará para conocer el origen del problema. El diagnostico se lleva a cabo a través del análisis de la información disponible (análisis de curvas de producción).

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

**Alternativas viables de solución (A través de Software):** Para cada pozo se obtendrán las posibles soluciones apoyados de software especializado (WaterCASE), la solución puede ser mecánica, química, combinación mecánica-química, disminución del ritmo de producción o el remplazo de drene convencional por drene no convencional.

**Análisis costo-beneficio:** Se realizará un análisis costo-beneficio a las soluciones obtenidas. Por lo general el costo está relacionado de manera directa con la complejidad del problema, siendo las de menor a mayor costo las soluciones: 1) mecánicas, 2) químicas, 3) Solución con combinación de productos químicos y herramientas mecánicas, 4) Remplazo de drene convencional por drene no convencional (por lo general, la disminución en el ritmo de producción tiene un impacto en el VPN del proyecto sin un costo asociado de manera directa).

**Jerarquización y selección de solución:** Con los resultados obtenidos de los análisis costo-beneficio se llevara a cabo una jerarquización basada en las necesidades del Activo que ayudara a seleccionar los pozos donde se realizaran los trabajos para control de agua.

**Preparación de la propuesta de solución:** Una vez seleccionados los pozos y las soluciones que se emplearan el contratista realizara la propuesta para realizar los trabajos de control de agua.

**Aceptación de la propuesta de solución:** Una vez listas las propuestas de solución, son presentadas al personal del Activo con el fin de llegar a un acuerdo para la realización de los trabajos para control de agua.

### 2. Etapa de desarrollo de la solución

Una vez seleccionada la solución o soluciones necesarias para que se lleve a cabo el control de agua, se pasara a la etapa de desarrollo, donde se consideran las etapas clave para su aplicación. Los tiempos críticos necesarios para cada solución son:

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

### ➤ Solución con herramientas mecánicas (Fig. 5.11).

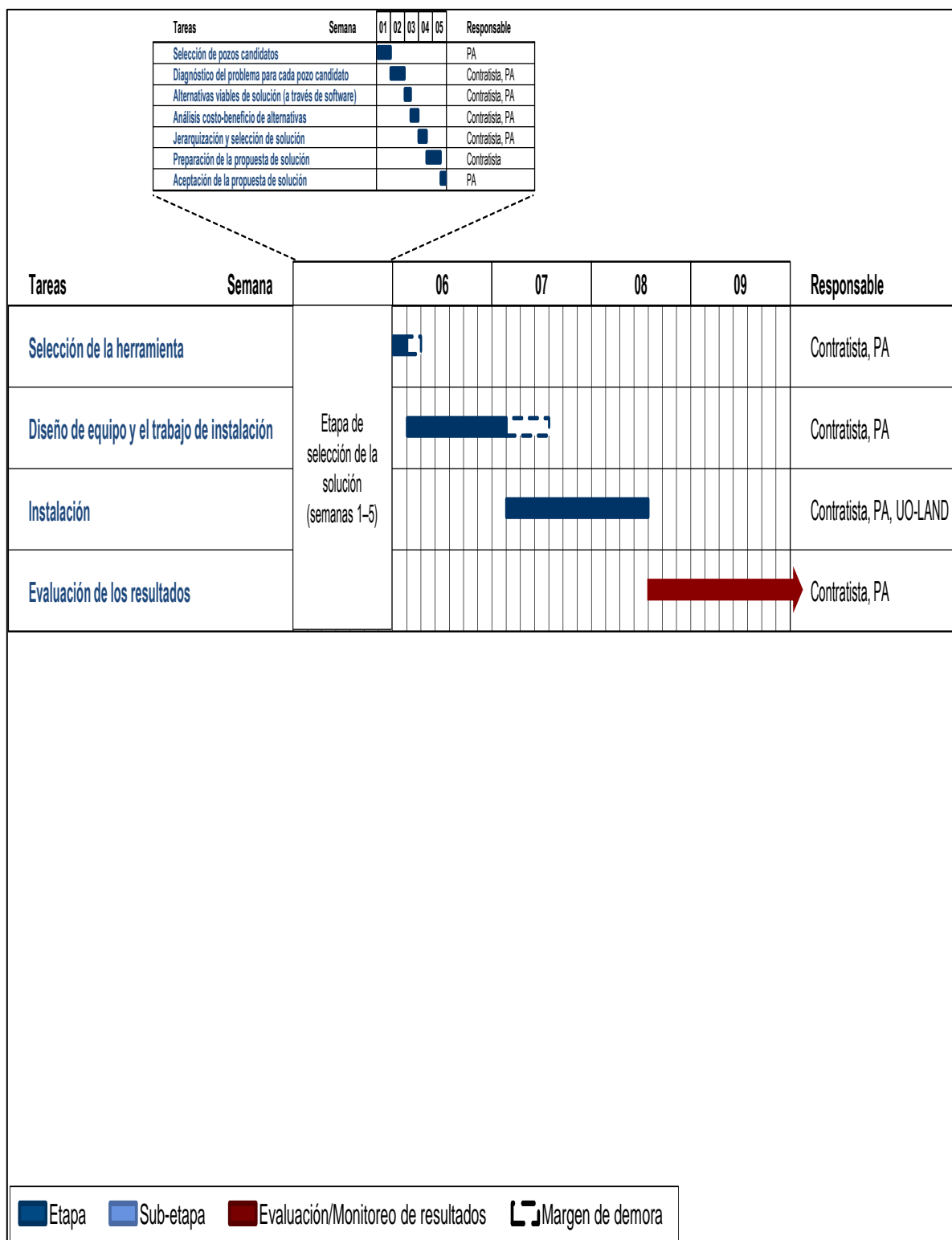


Figura 5.11 Mapa de planeación para la solución con herramientas mecánicas.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

**Selección de la herramienta:** Se seleccionara la herramienta (tapón mecánico Tubing/casing patches, estranguladores de fondo) adecuada de acuerdo a las necesidades del trabajo de control de agua.

**Diseño del equipo y del proceso de instalación:** Ya que se tiene seleccionada la herramienta a utilizar se hará el diseño del equipo y del trabajo de instalación donde se incluyan los requerimientos necesarios para su correcto funcionamiento de acuerdo a las características del pozo.

**Instalación:** La instalación de la herramienta se realizara de acuerdo al proceso de instalación previamente realizado. La duración de la tarea toma en cuenta la necesidad donde se incluyan los requerimientos necesarios para su correcto funcionamiento de acuerdo a las características del pozo.

**Resultados:** Una vez instalada la herramienta se realizaran los estudios/pruebas necesarias para evaluar el resultado obtenido gracias a la instalación de la herramienta.

# Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

## ➤ Solución con productos químicos (Fig. 5.12).

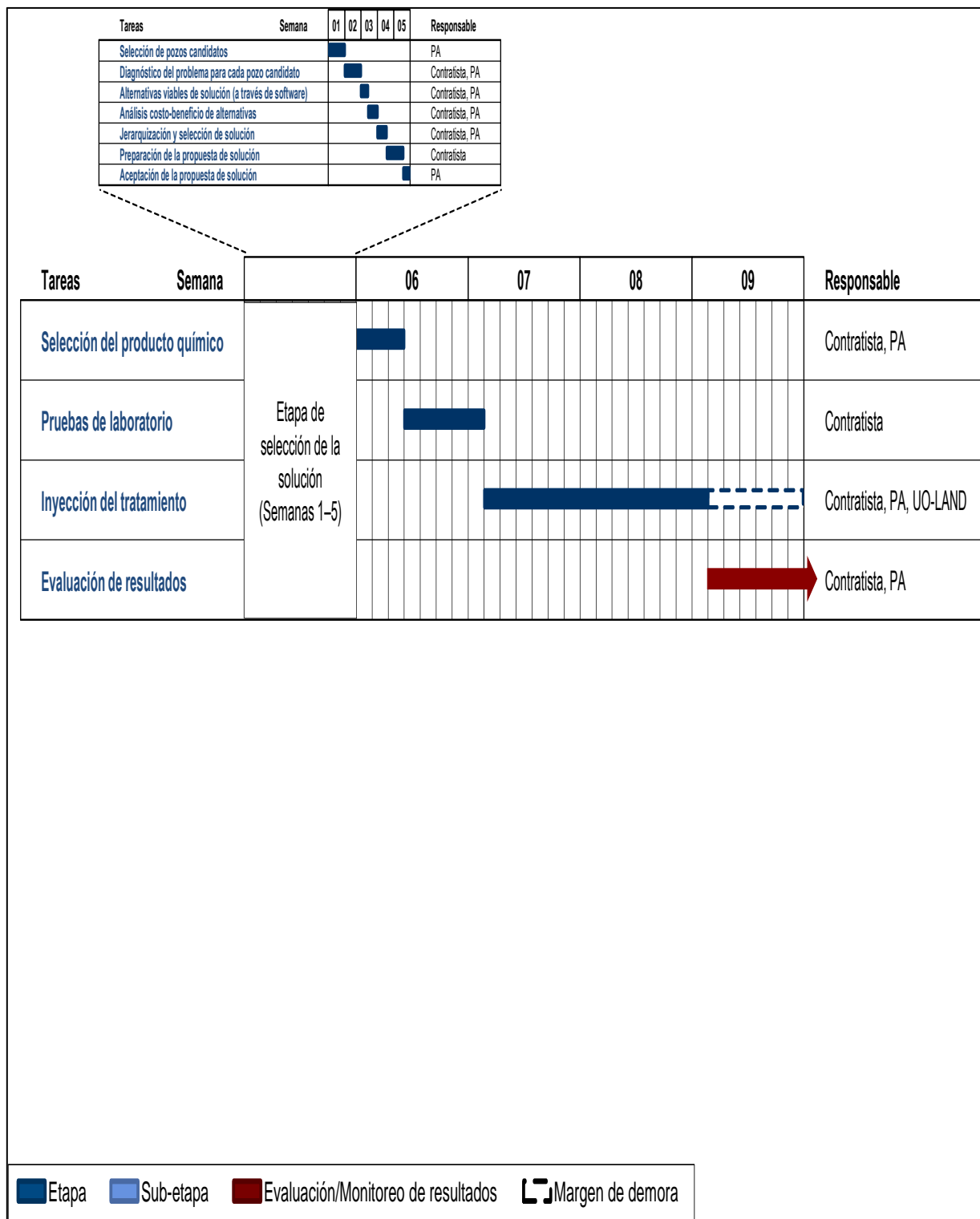


Figura 5.12 Mapa de planeación para solución con productos químicos.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

**Selección del producto químico:** Se seleccionara el producto químico (geles fluyentes/rígidos, cementos especiales, fibras, modificadores de permeabilidad relativa) adecuado para realizar el control de agua de acuerdo a las necesidades y características del yacimiento.

**Pruebas de laboratorio:** Una vez seleccionado el producto químico se realizaran las pruebas de laboratorio necesarias para conocer el comportamiento del producto y diseñar el trabajo de inyección en la zona que se tiene como objetivo para implementar la solución al problema de producción de agua.

**Inyección del tratamiento:** Una vez realizadas las pruebas de laboratorio se llevara a cabo la inyección del tratamiento de acuerdo al plan de trabajo establecido. La duración de la tarea toma en cuenta los pasos necesarios para realizar la inyección: localización de la Macropera, movimiento de equipos, control de pozo, condiciones de acceso y seguridad.

**Resultados:** Una vez inyectado el tratamiento se realizarán los estudios/pruebas necesarias para evaluar el resultado obtenido gracias a su inyección.

➤ **Solución con combinación de productos químicos y herramientas mecánicas:** Ambas soluciones se pueden desarrollar de manera paralela y los métodos de empleo posibles son:

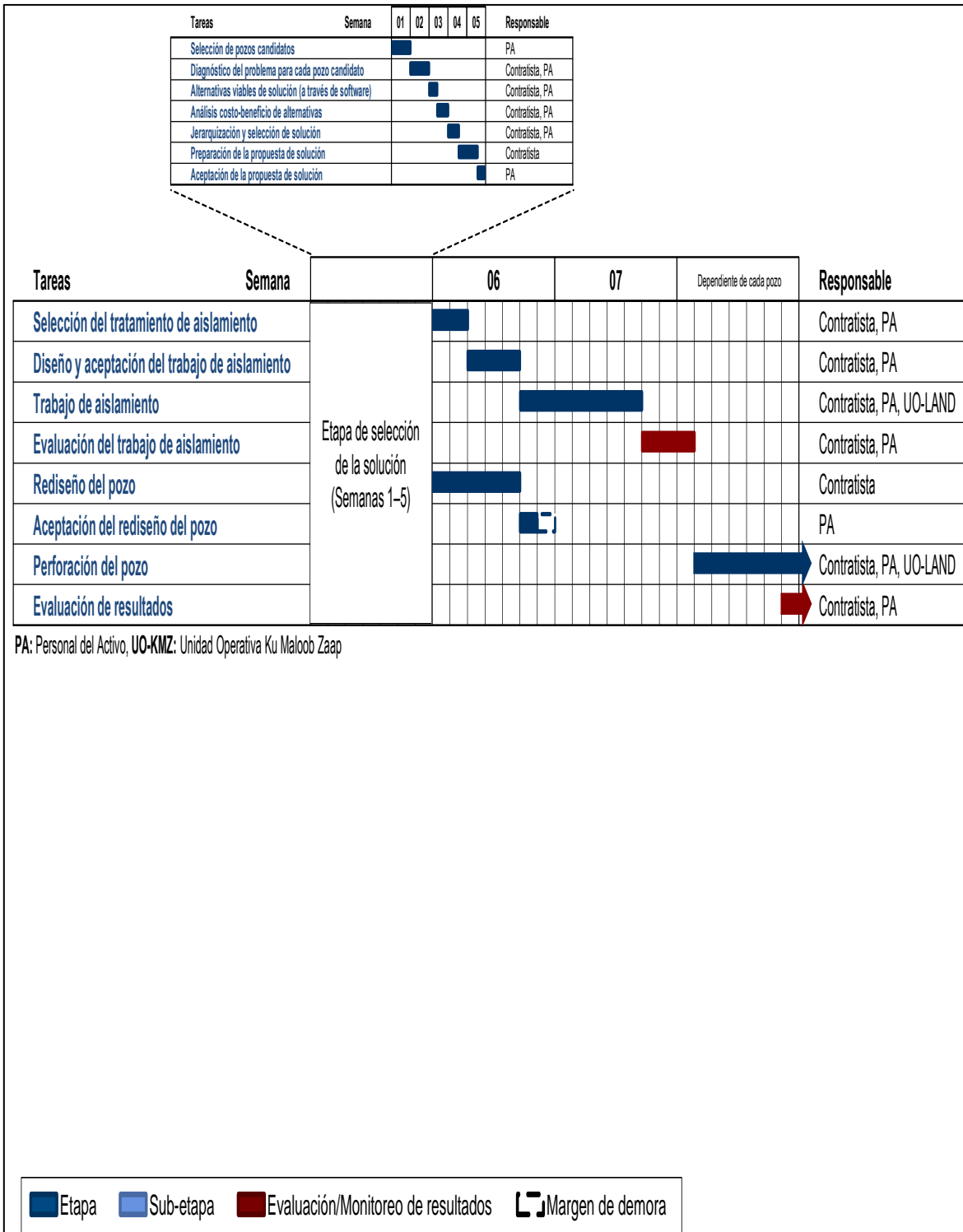
- Colocando una herramienta mecánica en la parte inferior y la inyección de un producto químico en la parte superior.
- Inyectando el producto químico en la parte inferior y la herramienta en la parte superior.
- Colocando ambos a la misma altura.

➤ **Disminución en el ritmo de producción**

Esta solución se utiliza para prolongar/disminuir la aparición de producción de agua derivada de problemas de conificación en donde la solución no requiere de etapas críticas sino de una detallada evaluación por el impacto directo en el VPN del proyecto.

# Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

**Reemplazo de drene convencional por drene no convencional (Fig. 5.13):**





## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

**Selección del tratamiento de aislamiento:** El trabajo de aislamiento se hará por medios químicos, mecánicos o combinación de ambos.

**Diseño y aceptación del trabajo de aislamiento:** Una vez seleccionado el tratamiento adecuado que mejor se adapte a las necesidades y características del pozo se realizarán el diseño del trabajo de aislamiento y se llevarán a cabo reuniones con el personal del activo para realizar el trabajo.

**Trabajo de aislamiento:** Etapa donde se realizará el trabajo de aislamiento de la zona objetivo de acuerdo a las especificaciones establecidas en el diseño.

**Evaluación del trabajo de aislamiento:** Se realizarán las pruebas/estudio que sean necesarios para saber si se tiene un óptimo aislamiento de la zona objetivo.

**Rediseño del pozo:** Una vez que se sabe que será necesario reemplazar el drenaje convencional por un drenaje no convencional se realizará el diseño del nuevo pozo.

**Aceptación del rediseño del pozo:** Se llevarán a cabo reuniones con el cliente, con el objetivo de llegar a un acuerdo sobre el rediseño del pozo para continuar a la etapa de perforación.

**Perforación del pozo:** La duración de la etapa dependerá del rediseño del pozo por lo que el tiempo requerido podrá variar en gran medida.

**Evaluación de resultados:** Una vez concluido el trabajo de perforación y ya que ha comenzado la producción en el nuevo pozo, es necesario realizar pruebas que permitan evaluar los resultados del trabajo realizado.

### 5.6.4 Evaluación y Definición de Alternativas de Solución.

Tal y como se planteó en los primeros capítulos de este trabajo, las tecnologías que se encuentran en la etapa comercial o de madurez, son de manera general las más utilizadas en la industria, por su comprobada asertividad y confiabilidad, mientras que en las tecnologías en etapa embrionaria o de prueba, las probabilidades de falencia se incrementan notablemente.

La etapa de maduración de la tecnología empleada para cada problema en particular; es el factor más determinante junto con los costos del mismo, en el proceso de selección de una solución tecnológica.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

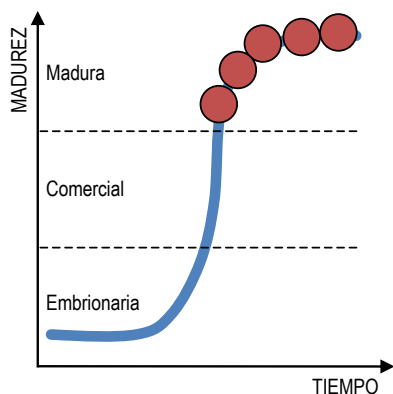
Siguiendo el orden de ideas presentado en el punto anterior, se procede a evaluar cada una de las posibles soluciones planteadas, tomando como base su etapa de madurez tecnológica en la industria.

### Tapón mecánico.

#### Descripción:

Los pozos mecánicos son una herramienta de fondo utilizada para aislar la parte inferior del pozo, pueden ser permanentes o recuperables, lo que permite sellar permanentemente la parte mas baja del pozo, con respecto a su producción o aislarla temporalmente de un tratamiento que se esté llevando a cabo en la parte superior, los taponos mecánicos pueden ser colocados en configuración normal o sleek line, y para pozos desviados por tubería flexible.

#### Madurez de la Tecnología en la industria.



Antigüedad: Los taponos mecánicos se han utilizados para aislar zonas productoras por décadas y están en desarrollo constante.

#### Utilizados en:

- Campos de Abu Dhabi, EAU<sup>1</sup>
- Compañía BAPCO, Bahrein<sup>2</sup>
- Campo Siri, Dinamarca<sup>3</sup>

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### Proveedores:

- Weatherford
- TAM
- Halliburton
- Schlumberger

### Ventajas:

- Cuando se instalan en configuración normal son absolutamente confiables
- Tienen un amplio rango de ajuste que los hacen muy versátiles
- Facilidad de instalación en comparación con otras soluciones de aislamiento de agua
- La operación de colocación a través de la TPse realiza con tubería flexible.

### Desventajas:

- En la configuración normal se necesita retirar la terminación para instalar los tapones mecánicos.
- En la configuración de la TP es necesario retirar las herramientas existentes para poder instalar los tapones mecánicos
- Hay limitación de presión diferencial
- Se recomienda su utilización con tubería flexible.
- Baja aplicación para aislar el agua, ya que sólo puede bloquear intervalos bajos.

### Riesgos:

- Los tapones mecánicos pueden presentar problemas en la colocación debido al tipo de fluido producido..
- Pueden existir fallas en los equipos una vez instalados
- Las herramientas utilizadas para su instalación pueden atascarse.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### Practicas Recomendables:

Las herramientas consiguen aislar la zona cuando son utilizadas en conjunto con cementos y geles rígidos, sin embargo se requiere confirmar el origen de la producción de agua para establecer la profundidad a la que se instalaran los tapones mecánicos.

### Rango de oportunidad:

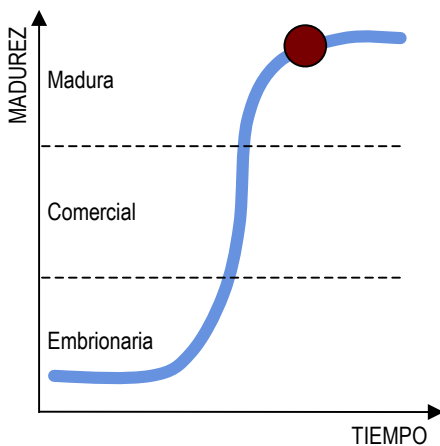
Se han presentado problemas debido a que el diseño y el equipo disponible en la localización no son los adecuados, por lo cual es necesario realizar un extenso estudio para conocer el *plug* aplicable, pero la gama es muy extensa, por lo cual debido a las complicaciones, se han desechado como opción para el control de agua.

### Estranguladores de Fondo.

#### Descripción:

Los Estranguladores de fondo de pozos son utilizados para reducir la producción en intervalos con altos cortes de agua en el aceite, se utilizan además para tener un perfil de flujo más uniforme.

### Madurez de la tecnología.



## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### Utilizados en:

Los Campos de Brasil principalmente.<sup>4</sup>

### Proveedores:

- Weatherford
- Petrowell
- Halliburton
- Schlumberger
- Baker Hughes

### Ventajas:

- Reduce la necesidad de pozos adicionales, cuando ahí una gran diferencia entre presión y productividad.
- Control en superficie, no se requiere la intervención en fondo
- Respuesta inmediata que permita la optimización a base de pruebas de ensayo y error.

### Desventajas:

- Alta complejidad mecánica
- Es complicado predecir y modelar el comportamiento del yacimiento.
- Su precio es elevado.
- Uso limitado en pozos con alta temperatura.

<sup>1</sup>WRP Bridge Plugs Overcomes Critical Issues, Provides Alternative Methods for Wellbore Isolation in Abu Dhabi Oil Well, Weatherford, 2010

<sup>2</sup>Inflatable Retrievable Bridge Plug Passes through Narrow Well Head to Isolate Zones, Save Expenses by Minimizing Downtime, Weatherford, 2010

<sup>3</sup>EZ Drill Bridge Plugs Case Studies, Halliburton, 2006

<sup>4</sup>Anderson, AI, *Integrating Intelligent Well Systems with Other Technologies*, 2005

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### **Riesgos:**

- Debido a su complejidad mecánica, pueden presentarse fallas mecánicas o hidráulicas.
- Son difíciles de conectar.

### **Prácticas recomendables:**

Pueden ser utilizados en pozos horizontales y multi-laterales con terminaciones inteligentes y son modelados con simuladores de yacimientos, además son aplicables a pozos con una alta producción de aceite y múltiples zonas de producción.

### **Rango de oportunidad:**

Son comercialmente disponibles desde hace una década, su tecnología se considera madura debido a su confiabilidad (Mayor al 90 % durante 5 años), aunque han sido utilizados con éxito, representan un problema debido a que se instalan sin las pruebas necesarias para conocer el porcentaje real de agua presente, por lo cual es recomendable considerar la realización de pruebas para conocer dicho porcentaje, previo a su instalación.

Debido a sus buenos resultados para controlar el agua, se planea continuar con su instalación.

### **Tratamientos con Productos Químicos**

#### **Descripción:**

Los geles pueden ser inyectados dentro de la matriz, alrededor del pozo y/o en zonas de alta permeabilidad para reducir la producción de agua.

Existen dos tipos de geles los cuales se diferencian por el contenido de polímero:

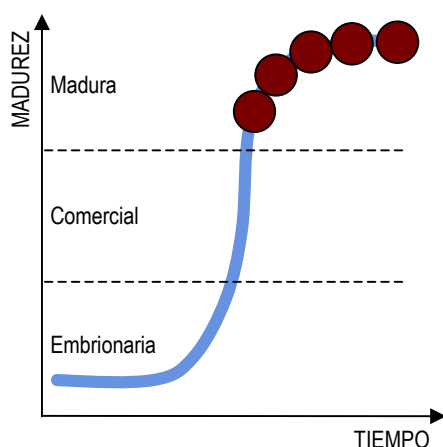
- Geles Rígidos: Utilizados principalmente a nivel de Pozo
- Geles fluyentes: Utilizados cuando se requiere detener la producción de agua a nivel fractura.

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

Los geles pueden ser utilizados durante la perforación del pozo y/o antes de la cementación (previo a la baja de tubería de revestimiento) con el objetivo de cerrar zonas de pérdidas y como bloqueadores de agua.

### Madurez de la tecnología.



Los geles han sido utilizados por al menos 4 décadas en constante desarrollo.

### Utilizados en:

- Campos de Osage County, en Oklahoma, EUA<sup>5</sup>
- Petroleum Recovery Research Center, Nuevo México, EUA<sup>6</sup>

### Proveedores:

- Baker Oil Tools.
- Gel- Tec
- Halliburton
- PolymerServices
- Schlumberger – MaraSEAL, Organo-SEAL

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### **Ventajas:**

- Los geles son una alternativa de bajo costo
- Son inertes a casi todos los productos químicos
- Existen Productos desarrollados para altas temperatura
- Ofrecen resultados altamente confiables
- Existen múltiples formulaciones de geles que permiten una gran versatilidad para su uso (geles poliméricos, gel rígido con base en silicatos, geles de activación instantánea, geles de activación controlada por medio del tiempo de fragua)

### **Desventajas:**

- El abandono de la zona puede reducir la producción de hidrocarburos
- Percibida como solución temporal para baja producción de agua.
- Usualmente se utilizan como medida temporal para la solución de problemas de agua.

### **Riesgos:**

- El volumen del tratamiento tiene que ser calculado de manera que se evite que los geles se propaguen a las zonas productoras de aceite.
- De no ser el producto adecuado el efecto puede durar días o meses.
- Puede presentar reducción de la formación por daños a la formación.
- Los geles pueden presentar efecto de sinéresis.

<sup>6</sup> Hutchins, R.D., Dovan, H.T., Sandiford, B.B., *Field Applications of High Temperature Organic Gels for Water Control*, Society of Petroleum Engineers, 1999



## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### Practicas Recomendables:

Se recomienda utilizar la inyección de geles en conjunto con tapones de cemento dentro de la tubería de revestimiento y los disparos para un mejor resultado; además es recomendable también realizar pruebas de laboratorio para la selección del gel, medición del tiempo de colocación del gel rígido y de fragua del cemento, esta tecnología incorpora nuevos métodos de instalación que están en constante desarrollo para maximizar el impacto del producto.

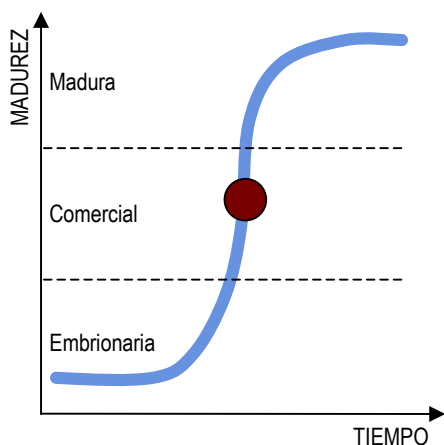
### Rango de Oportunidad:

El proyecto ha probado ya los geles órgano-SEAL sin poder incorporar los resultados esperados, por otro lado existe la suficiente variedad en el mercado de geles y con los proveedores para satisfacer las necesidades del Proyecto en el Activo, con lo cual podemos concluir que se utilizaran si y solo si el diseño lo requiere.

### Cementos especiales:

Los cementos especiales se utilizan en la industria petrolera para la formación de tapones de cemento dentro de la tubería de revestimiento y en los disparos; Los cementos especiales se usan para la inyección forzada en micro fracturas de la formación o en canales de la capa de cementación primaria.

### Madurez de la tecnología:



## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

Los cementos especiales comenzaron su desarrollo a finales de los años 90's.

### Utilizados en:

- Campo Tamber, Alberta, Canada<sup>7</sup>

### Proveedores:

- Baker Oil Tools
- BJ
- Halliburton
- Schlumberger

### Ventajas:

- El cemento normal tiene bajo costo y su diseño y operación es muy bien conocido
- El cemento de baja granulometría es un excelente sellador de fisuras y canales cuando desplaza geles rígidos

### Desventajas:

- El diseño de cementos especiales para inyecciones forzadas necesita de trabajo de laboratorio.
- Una vez instalado solo puede ser removido perforando
- Tiene serias limitaciones con el uso de ciertas sustancias químicas (aditivos).

<sup>7</sup>Isolation Process Stopped Vent Flows in Taber Field, Halliburton, 1999

## Capítulo V Los Mapas Tecnológicos y su impacto en el Programa de Eficiencia Operativa de Pemex Exploración y Producción

---

### **Riesgos:**

- Para evitar la fragua prematura de la lechada de cemento en la tubería flexible son necesarios procedimientos especiales de laboratorio que tomen en cuenta la energía suplementaria que el sistema comunica a la lechada de cemento.

### **Practicables recomendables:**

- La utilización de cementos convencionales y de cementos especiales para inyección forzada tiene mejor eficiencia cuando esta hecho en conjunto con inyección de geles rígidos y tapones mecánicos.

### **Rango de Oportunidad:**

Los cementos microfinos se han utilizado para solucionar problemas de canalización en pozos antiguos del proyecto en estudio con buenos resultados, aunque es necesaria la realización de estudios para poder conocer si algún cemento especial con sus aditivos correspondientes es aplicable para controlar el problema de producción de agua; por lo tanto debido al éxito obtenido, si se presentan problemas por canalización es una alternativa viable y confiable.

## Conclusiones

---

### Conclusiones

Dentro del proceso de investigación que abarcó este trabajo, dedicado al estudio del desarrollo de los mapas tecnológicos y el impacto que han tenido dentro del programa de eficiencia operativa implementado por PEMEX, se plantearon como primera instancia los conceptos elementales que constituyen el proceso de desarrollo tecnológico y las ventajas competitivas que ofrece una adecuada planeación.

Las premisas conceptuales de la aplicación de la tecnología en beneficio de la empresa, como se planteó en el presente trabajo, son fundamentales para entender el enfoque global de la inteligencia tecnológica con respecto a los criterios de selección de los ciclos necesarios para desarrollar un plan estratégico.

Es importante entender que la planeación estratégica, y el entendimiento adecuado de su proceso y estructura además de los conceptos desarrollados a través de este trabajo constituyen la antesala en la creación de las estrategias competitivas.

Estas son de puntual importancia, dado que constituyen el punto de partida en la creación de la herramienta tecnológica a más acabada que es tema central de este trabajo, la cual se ha denominado: “mapas tecnológicos”, herramienta que ha demostrado ser un método útil en la toma de decisiones, alcanzando una rapidez de respuesta en la lógica de alternativas; el mapa tecnológico es un modelo conceptual, dinámico, compacto y grafico que ayuda a seleccionar el destino deseado de una organización, muestra los esfuerzos requeridos en función de un previo diagnóstico para orientar y/o generar los programas de investigación y desarrollo; Además se mantiene en constante evaluación y actualización para coadyuvar en el sustento de las estrategias de la organización, e identifica las tendencias tecnológicas en función de los requerimientos del mercado y el desarrollo tecnológico de la compañía. Se estudiaron además, los procedimientos de diseño de los mapas tecnológicos y su construcción.

Una vez que se determinó la herramienta útil a desarrollar, se procedió a definir la adecuada selección de la estrategia tecnológica, El lugar en donde de manera natural se integran ambos conceptos (metas estratégicas y objetivos tecnológicos) corresponde al sistema productivo funcional (SPF) o a las tecnologías que se necesitan para desarrollar un determinado producto. Es decir, las metas

## Conclusiones

---

estratégicas de la organización se alcanzan a través de una mejor operación del SPF, el cual requiere un sustento tecnológico previamente evaluado.

Habiendo definido la estructura en la planeación general de los mapas tecnológicos, se procedió a elegir un caso práctico de evaluación del proyecto en estudio; Un caso real en la problemática de un activo de Pemex-Exploración y producción, al cual por razones de confidencialidad se le omitieron sus nombres reales y los datos puntuales.

Dentro del caso de aplicación elegido, se aborda el proceso de diseño en torno a una problemática específica y la utilidad que brinda la herramienta desarrollada como mapas tecnológicos, en el programa de eficiencia operativa de la Paraestatal, la estructuración, definición de prioridades, brechas, alternativas técnicas evaluadas en función de diferentes variables, tales como la viabilidad, madurez de la tecnología, costos, disponibilidad, eficiencia y desde luego la evaluación de estas alternativas para el problema que se abordó de producción de agua planteada en el último de .

- Una vez presentadas cada una de las anteriores soluciones desarrolladas en el capítulo previo, podremos tomar la solución o conjunto de soluciones más adecuadas para resolver el problema planteado; De donde, podemos concluir que la solución más adecuada al problema de producción de agua para el proyecto es el uso de la combinación de las tecnologías mecánica y química, dado su bajo costo, efectividad y nivel de madurez tecnológica en la industria.
- Los mapas tecnológicos, son solo la primera parte de un proceso más elaborado y completo denominado mapas tecnológicos de ruta, o “Road Maps Technology”, el cual es desarrollado por los expertos en el área de PEMEX, sin embargo son estos el fundamento esencial para la identificación de los procesos erróneos, las mejores alternativas de solución y desarrollo para alcanzarlas.

## Conclusiones

---

- El uso adecuado de esta tecnología, como muchas de las tecnologías existentes ha demostrado ser rentable y de una complejidad moderada, cuando es aplicada de manera ordenada y metódica, aunque hay que recordar que el proceso de creación de los mapas tecnológicos tiene un orden bien definido y es indispensable enfocar estrictamente los objetivos y problemática que se desea solucionar para hacer de este, un herramienta más útil y eficiente.
- La Paraestatal, cuenta ya, con diferentes procesos tecnológicos diseñados para varios de sus Activos Productores, en las diferentes áreas de operación, tales como terminación de pozos, producción (criterios de colocación de estranguladores de fondo, AIATG), fracturamiento (criterios de selección de Intervalos con potencial AIATG) y entre otros; No obstante debe hacerse énfasis en que de nada servirá implementar un procedimiento, si no es entendido ni existe una identificación de su alcance por parte del personal operativo y de su coordinación. Es importante hacer permear esta información y de tal manera poder romper con el ciclo de los re-procesos, las operaciones deficientes y las practicas negligentes que le ocasionan a la compañía daños económicos estratosféricos.
- La adecuada implementación de esta herramienta tecnológica en la medida de su observación y aplicación a todos los rubros de la paraestatal, servirá para avanzar en la construcción de prácticas laborales que permitan evitar las malas prácticas y así mismo establecer la cadena de valor que nos permita identificar los retos tecnológicos, identificar las necesidades del Activo y a su vez poder ofrecer soluciones a estos retos y necesidades. Lo cual de manera intrínseca permitirá eficientizar e incrementar la producción.



## Recomendaciones

---

Es importante entender lo desarrollado a través del presente trabajo de investigación, en términos de la importancia que deberá significar la masificación de este programa de trabajo y su aplicación en todos los proyectos de Pemex Exploración y Producción, y su consiguiente rentabilidad, derivado de lo anterior, se esta en posibilidad de emitir dos tipos de recomendaciones, una de carácter operativo y la otra de carácter técnico.

### Técnicas:

- Al operar con condiciones críticas de agua, lo mas recomendable es la implementación de mecanismos de control combinados, siendo el mas adecuado, la combinación entre los métodos mecánicos y los químicos, siendo específicos el uso de geles rígidos y EDF (Estranguladores de Fondo), estos mecanismos ofrecen la ventaja de ser tecnologías probadas, en etapa de madurez y que son ampliamente utilizadas en varios campos del mundo, por lo cual las alternativas para los proveedores de esta tecnología son diversas.
- Al operar con estranguladores de fondo, se mantienen las condiciones de flujo crítico y además ayuda a mantener la producción sin baches, lo cual ayuda a mejorar las condiciones de operación en las instalaciones superficiales.
- El objetivo del EDF, en combinación con los métodos químicos como los geles son una alternativa de bajo costo.
- La aplicación de un tratamiento de control de agua, en combinación con la aplicación de cementos micro finos, es una alternativa viable para solucionar el problema canalizaciones en pozos muy antiguos, es además una tecnología probada, con una madurez de la tecnología en etapa comercial, lo cual lo hace aun mas recomendable; Al ser utilizadas en conjunto con la inyección de geles rígidos y tapones mecánicos presenta una mayor eficiencia.

### Operativas

- Al final de la ejecución de los trabajos, se deben elaborar planes de trabajo para su evaluación.



## Recomendaciones

---

- Se debe apoyar la resolución inmediata de problemas tácticos para agilizar la identificación, evaluación y aprobación de tecnologías.
- Dar seguimiento al avance en la identificación, selección, evaluación y aprobación de las tecnologías.
- Es muy importante realizar la sensibilización del personal en las áreas operativas encargadas de la ejecución de los procesos, debido a que se ha detectado, la negligencia del personal involucrado en las distintas etapas del proceso.
- El personal técnico especializado, debe de tener experiencia en la evaluación técnica de proyectos, incluyendo al personal de diseño de pruebas.

## Bibliografía

---

### Libros:

- Porter, Michael E. et. al: “*Competitive Strategy: Techniques for analyzing industries and competitors.*” New York. Free Press, 1980 pp. 33-37
  - Cadena, Gustavo, et al: “*Administración de Proyectos de la innovación tecnológica*” Gernika. 1986. pp. 248-267
  - Porter, Michael. Competitive advantage: “*Creating and sustaining superior performance.*” New York. 1985.
  - Porter, Michael. “*Estrategia Competitiva: técnica para el análisis de los sectores industriales y de la competencia.*” CECOSA. 1987
  - CHARLES, H. Willard and Cheryl W. McCless. “*Motorola’s Technology roadmap process; Research Management.*” September-October. 1987, pp. 12-17
  - CASTILLO Tejero, Carlos. “*Reservas Petroleras y Disponibilidad.*” Revista de la Ingeniería Mexicana, Facultad de Ingeniería; UNAM. Vol. LXI. Núm. 2, Abril- Junio de 2001, pp. 14-17
  - Petróleos Mexicanos. “*Anuario Estadístico. PEMEX.*” Gerencia de Comunicación Corporativa de Evaluación e Información. México; 2010, pp. 13-14. 2011 pp. 12-13
  - REYES Heróles, Jesús. “*El Sector Energía de México, El Mundo del Petróleo.*” The Mexican Oil Industry Magazine. Año 6, Tomo 1, Noviembre de 2004; p. 80
  - SANCHEZ Guerrero, Gabriel. “*Técnicas Participativas para la Planeación.*” Información Capturada en disco Compacto patrocinado por Fundación ICA, 2010; Facultad de Ingeniería, UNAM
  - GALVIN, Robert. “*Science Roadmaps.*” Science. Vol. 280. Mayo 2008, Cap. 3
  - PROBERT, David, et al: “*Technology Road Mapping. Research Technology Management.*” Marzo- Abril, 2008, p.25
-

## Bibliografía

---

- Bautista Godínez, Tomas. “Mapas Tecnológicos, Aplicación a la refinación del petróleo”, Facultad de Ingeniería, UNAM. Enero 2001
- Solís González, Roberto. “*Procesamiento de Información para un Sistema de Inteligencia Tecnológica, Caso de Aplicación, desalación de agua de Mar*”, Facultad de Ingeniería, UNAM, 2008
- León Lopez, Andres Mauricio; et al: “*Tendencias actuales en el entendimiento de la vigilancia tecnológica como instrumento de inteligencia en la organización. Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial*”, Instituto Colombiano para el fomento de la ciencia y la Tecnología. 2010

### Documentos Consultados:

- ***Programa para Incrementar la Eficiencia Operativa en Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios (PEO)***, Oficio IFAI MX-97015269/2011/0348, México 2008. PEP
- Información Proporcionada por PEMEX, en carácter de investigación sin fines de lucro: “***Aplicación de los Mapas Tecnológicos en la Caracterización y Solución de Proyectos***”, México 2012. PEP.
- “***Mapa tecnológico del activo Integral Aceite Terciario del Golfo***”, Pemex Exploración y Producción, México 2010

### En línea:

- <http://strategics.ic.gc.ca/SSG/fb01037html>
  - <HTTP://IMTR.ORNL.GOV>
  - [http://www.epri.com/corporate/discover epri/ roadmap/index.html](http://www.epri.com/corporate/discover%20epri/roadmap/index.html)
-