



Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
Ciencias Sociales y Humanidades

**APRENDIZAJE Y CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN
EMPRESAS ORIGINADAS EN INSTITUCIONES PÚBLICAS
DE INVESTIGACIÓN: EL CASO MAPPEC**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
ECONOMÍA Y GESTIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO
PRESENTA:**

EDGAR BAÑUELOS VELÁZQUEZ

ASESOR:

ING. JOSÉ ANTONIO ESTEVA MARABOTO

MÉXICO 2005

Dedicado a cuatro mujeres excepcionales (por orden de aparición):

Mi mamá CELIA por personificar el ejemplo más íntegro de cariño desmedido. Soy realmente afortunado de ser su hijo.

Mi hermana ERICKA, por contagiarme de su ritmo y armonía que ponen de manifiesto esa fortaleza inagotable en ella.

Mi hermana ESDENA (Denny), por el afecto incondicional que sólo un ser con esa inmutable sensibilidad es capaz de expresar.

Mi amor YASMIN, por representar al mismo tiempo mi consonancia perfecta y mi disonancia complementaria.

Oração ao Tempo **(Caetano Veloso)**

És um senhor tão bonito
Quanto a cara do meu filho
Tempo tempo tempo tempo
Vou te fazer um pedido
Tempo tempo tempo tempo

Compositor de destinos
Tambor de todos os ritmos
Tempo tempo tempo tempo
Entro num acordo contigo
Tempo tempo tempo tempo

Por seres tão inventivo
E pareceres contínuo
Tempo tempo tempo tempo
És um dos deuses mais lindos
Tempo tempo tempo tempo

Que sejas ainda mais vivo
No som do meu estribilho
Tempo tempo tempo tempo
Ouve bem o que eu te digo
Tempo tempo tempo tempo

Peço-te o prazer legítimo
E o movimento preciso
Tempo tempo tempo tempo
Quando o tempo for propício
Tempo tempo tempo tempo

De modo que o meu espírito
Ganhe um brilho definido
Tempo tempo tempo tempo
E eu espalhe benefícios
Tempo tempo tempo tempo

O que usaremos pra isso
Fica guardado em sigilo
Tempo tempo tempo tempo
Apenas contigo e migo
Tempo tempo tempo tempo

E quando eu tiver saído
Para fora do teu círculo
Tempo tempo tempo tempo
Não serei nem terás sido
Tempo tempo tempo tempo

Ainda assim acredito
Ser possível reunirmo-nos
Tempo tempo tempo tempo
Num outro nível de vínculo
Tempo tempo tempo tempo

Portanto peço-te aquilo
E te ofereço elogios
Tempo tempo tempo tempo
Nas rimas do meu estilo
Tempo tempo tempo tempo

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación no se hubiera podido concretar exitosamente sin la participación de una serie de personas. Por lo cual, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a:

Mi asesor el Ing. José Antonio Esteva, porque a pesar de las limitantes de tiempo aceptó auxiliarme en el desarrollo de esta tesis y por compartir conmigo sus amplios conocimientos.

Al M. en C. Marco Antonio Ponce director general de MAPPEC, por acceder a comunicar su interesante experiencia y brindarme todo el tiempo, la confianza y las facilidades necesarias para realizar el trabajo de campo.

Al Ing. Claudio Torres por el compromiso y la disposición mostrados al proporcionarme toda la información solicitada. Su invaluable colaboración fue fundamental para recopilar la evidencia útil.

Al Mtro. Carlos Hernández y al Dr. Daniel Villavicencio, porque gracias a sus valiosas apreciaciones y comentarios que manifiestan su experiencia en el tema, se enriqueció y complementó la investigación.

Al Ing. José Luis Rincón por la información proporcionada y por ayudarme a establecer el vínculo con el personal de la empresa MAPPEC.

A todos mis profesores y compañeros de la “sexta generación” de la MEyGCT. La interacción cotidiana con todos ellos potenció mi proceso individual de aprendizaje.

A todos mis amigos y familiares (no los menciono, ya que no quiero incurrir en alguna injusta omisión), que me impulsaron a iniciar y terminar este ciclo de mi vida profesional.

Edgar Bañuelos Velázquez.

ÍNDICE

	Página
<i>Resumen</i>	i
<i>Lista de tablas</i>	ii
<i>Lista de figuras</i>	ii
<i>Lista de abreviaturas</i>	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO	6
Introducción	6
1.1. Evolución de la concepción del proceso de innovación	7
1.1.1. Una primera clasificación de las innovaciones	7
1.1.2. Definición de innovación tecnológica	8
1.1.3. Origen de la innovación: <i>Technology-push vs demand-pull</i>	8
1.1.4. Del modelo lineal al modelo sistémico	10
1.2. El Sistema Nacional de Innovación (SNI)	11
1.2.1. El rol de los actores institucionales	11
1.2.2. Construcción de capacidades tecnológicas en el SNI	12
1.3. Creación de empresas originadas en instituciones de investigación	14
1.3.1 El concepto de empresa <i>spin-off</i>	14
1.3.2 <i>Spin-off's</i> de instituciones de investigación	15
1.3.3 El proceso de generación de empresas <i>spin-off</i>	17
1.4. Las capacidades tecnológicas	20
1.4.1. El concepto de capacidades tecnológicas	20
1.4.2. Taxonomía de las capacidades tecnológicas	23
1.5. El aprendizaje tecnológico	27
1.5.1 Definición y características generales	28
1.5.1 Aprendizaje tecnológico en la empresa	30
1.6. Estructura conceptual	34

CAPITULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	35
Introducción	35
2.1. Diseño de la investigación	36
2.1.1. Proceso de selección del caso	36
2.1.2. Objetivos	37
2.1.2.1. Objetivo general	37
2.1.2.2. Objetivos específicos	37
2.1.3. Elementos del diseño de la investigación	38
2.1.3.1. Preguntas de investigación	38
2.1.3.2. Hipótesis	38
2.1.3.3. Estructura analítica de la investigación	39
2.1.3.4. Unidad de análisis	40
2.2. Estrategia de investigación	41
2.2.1. Fuentes de información	41
2.2.2. Recolección de la información	42
2.2.3. Presentación y análisis de la información	43
CAPITULO 3. MARCO CONTEXTUAL	44
Introducción	44
3.1. La empresa	45
3.1.1. Productos	45
3.1.2. Proceso de producción	47
3.1.3. Calidad	49
3.1.4. Ventas	50
3.1.5. Competencia	51
3.2. Actividad industrial	52
3.2.1. Desagregación de la clase de actividad	52
3.2.2. Importancia de la clase de actividad	53
3.2.3. Perfil tecnológico de la clase de actividad	54
3.3. El Instituto de Investigaciones Eléctricas	55
3.3.1. Antecedentes y objetivos	55
3.3.2. Estructura	57

CAPITULO 4. ORIGEN Y GENERACIÓN DE LA EMPRESA MAPPEC	60
Introducción	60
4.1. Obtención de recursos y desarrollo del proyecto de I&D	61
4.2. Invención	62
4.3. Difusión	62
4.4. Evaluación y protección	63
4.5. Desarrollo del producto	65
4.6. Inicio de la empresa y desarrollo del negocio	66
4.6.1. Gestación de la idea empresarial	66
4.6.2. Implementación de la idea empresarial	67
4.7. Reflexiones en torno al estatus <i>spin-off</i> de la empresa MAPPEC	69
CAPITULO 5. APRENDIZAJE TECNOLÓGICO EN LA EMPRESA MAPPEC	73
Introducción	73
5.1. Mecanismos externos aprendizaje	74
5.2. Mecanismos internos aprendizaje	81
5.3. Conclusiones	85
CAPITULO 6. CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN LA EMPRESA MAPPEC	88
Introducción	88
6.1. Capacidades tecnológicas en las funciones técnicas primarias	89
6.1.1. Acumulación de capacidades tecnológicas en las funciones técnicas de inversión. Toma de decisiones y control y preparación y ejecución de proyectos	89
6.1.2. Acumulación de capacidades tecnológicas en las funciones técnicas de producción.	93
6.1.2.1. Centradas en los procesos y en la organización de la producción	93
6.1.2.2. Centradas en el producto	97
6.2. Capacidades tecnológicas en las funciones técnicas de soporte	100

6.2.1. Vinculación externa	100
6.2.2. Producción de bienes de capital	102
6.3. Conclusiones	103
CAPITULO 7. CONCLUSIONES FINALES	105
Introducción	105
7.1. Factores que determinaron la creación de la empresa	106
7.2. Mecanismos de aprendizaje y nivel de capacidades tecnológicas	109
7.3. Implicaciones del origen de la empresa sobre su trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas	112
BIBLIOGRAFÍA	119

RESUMEN

En la presente tesis se analiza el proceso mediante el cual se conforman las capacidades tecnológicas de una empresa originada al interior de una institución de investigación pública. Con la finalidad de precisar los efectos que tiene el origen particular de la empresa sobre la trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas presentada.

La investigación se aborda utilizando el caso de: Materiales-Productos Poliméricos y Elementos de Construcción S.A de C.V (MAPPEC) empresa mexicana originada al interior del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). MAPPEC es una empresa de base tecnológica que proporciona alternativas innovadoras de solución a las principales causas de falla en el sistema mexicano de transmisión y distribución de energía eléctrica como lo son: las descargas atmosféricas y la contaminación. Sus productos están divididos en dos líneas: alfileres aislados y apartarrayos.

Mediante la taxonomía propuesta por Bell y Pavitt (1995) se define el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzado por la empresa en las distintas funciones técnicas. Dicha taxonomía permite establecer el perfil de acumulación en determinado tiempo, en nuestro caso se empleó para definir el estado actual que guardan las capacidades en MAPPEC. Para caracterizar la forma en la que se accede a dicho estado se incluye una descripción de las actividades de aprendizaje tecnológico que se consideraron relevantes en términos de su aportación a la construcción de las capacidades.

La evidencia obtenida nos permite argumentar que dadas las particularidades de su origen, existió una fase de preacumulación que antecede la creación de la empresa, por lo cual MAPPEC inicia operaciones contando con un acervo de capacidades tecnológicas, que se ha incrementado con el tiempo por medio de las actividades de aprendizaje implementadas por la empresa durante su etapa de desarrollo. La evolución del nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por MAPPEC le ha permitido enfrentar con éxito las condiciones contextuales asociadas al mercado en el que compete.

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1.1. Matriz de capacidades tecnológicas	26
Tabla 1.2. Flujos de conocimiento en la empresa	31
Tabla 1.3. Funciones de aprendizaje tecnológico en la empresa	32
Tabla 2.1. Fuentes de información	41
Tabla 3.1. Productos de la empresa MAPPEC	46
Tabla 3.2. Ventas de MAPPEC por año	50
Tabla 3.3. Definición de la clase de actividad industrial de MAPPEC	52
Tabla 3.4. Ventas de productos elaborados por subsector, rama y clase	53
Tabla 4.1. Patentes relacionadas con la tecnología del concreto polimérico	64
Tabla 7.1. Mecanismos de aprendizaje tecnológico externos en MAPPEC	109
Tabla 7.2. Mecanismos de aprendizaje tecnológico internos en MAPPEC	109
Tabla 7.3. Matriz de capacidades tecnológicas para la empresa MAPPEC	111

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1. Modelo de etapas para crear empresas <i>spin-off</i> de base tecnológica.	18
Figura 1.2. Clasificación de las funciones técnicas de una empresa	24
Figura 2.1. Estructura analítica de la investigación	39
Figura 3.1. Ventas de MAPPEC por año	50
Figura 7.1. Origen de la empresa y acumulación de capacidades tecnológicas	113

LISTA DE ABREVIATURAS

CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CMAP	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos
EPRI	Electrical Power Research Institute
I&D	Investigación y Desarrollo
IIE	Instituto de Investigaciones Eléctricas
LAPEM	Laboratorio de Pruebas a Equipos y Materiales
LyFC	Compañía de Luz y Fuerza del Centro
MAPPEC	Materiales-Productos Poliméricos y Elementos de Construcción S.A de C.V
NAFIN	Nacional Financiera
PLC	Controlador Lógico Programable
SNI	Sistema Nacional de Innovación
UTEZ	Universidad Tecnológica Emiliano Zapata

INTRODUCCIÓN

En el marco del Sistema Nacional de Innovación (SNI) visto como una categoría de análisis donde interactúan diversos actores con la finalidad de favorecer el desarrollo de procesos de innovación dentro de un espacio delimitado por las fronteras de una nación (Lundvall, 1992; Nelson y Rosenberg, 1993; Edquist, 1997), se presentan diversas relaciones cuya ponderación estará en función del contexto nacional asociado al país en cuestión, es decir dependiendo de cada caso existirán vínculos entre actores que contribuirán en mayor medida que otros en el desempeño innovativo nacional.

El estudio de casos concretos de vinculación entre entidades representativas de dos grandes esferas componentes del SNI: la estructura productiva y el marco institucional, resulta de particular interés para evidenciar dinámicas específicas de innovación con el propósito de incrementar el entendimiento de la operación del sistema en su conjunto.

Tomando en cuenta que la innovación se convierte en tal al existir una aplicación comercial de la invención que la precede, consideramos que una forma en la que se manifiesta la importancia de la interacción entre entidades de las dos esferas mencionadas, se puede expresar en términos de los efectos reflejados en la acumulación de las capacidades tecnológicas necesarias, para que las empresas puedan desarrollar las acciones que coadyuven a que el proceso de innovación se concrete eficaz y eficientemente (Bell y Pavitt, 1995; Kim, 1997; Dutrénit et al, 2003a).

En la presente investigación se aborda una manifestación de la relación entre un instituto de investigación público y una empresa dentro del marco del Sistema Nacional de Innovación (SNI) mexicano. Destacando las particularidades de que la empresa, se originó al interior de la institución de investigación y para su creación resultó determinante la transferencia de recursos tecnológicos.

La relación elegida adquiere relevancia desde la perspectiva de un país como México, donde más de la mitad de los gastos en I&D se realizan en el sector público.¹ Por consiguiente, la evidencia empírica que se pueda desprender del estudio de este tipo de interacciones en las cuales se manifiesta la culminación en innovaciones de resultados obtenidos en la investigación pública, adquiere relevancia ya que con las enseñanzas derivadas se puede conformar un acervo de conocimientos útiles para la definición de políticas acordes a las características observadas, con la finalidad de fomentar entre otras cosas: la interacción entre actores clave, la articulación de procesos integrales de invención-innovación, el desarrollo de capacidades tecnológicas en las empresas, etc.

El objetivo general que se plantea es delimitar y analizar el proceso mediante el cual se conforman las capacidades tecnológicas de una empresa gestada al interior de una institución de investigación, con la finalidad de precisar los efectos que tiene el origen de la empresa sobre su trayectoria particular de acumulación de capacidades tecnológicas.

La investigación se aborda utilizando el caso de: Materiales-Productos Poliméricos y Elementos de Construcción S.A de C.V (MAPPEC), empresa originada al interior del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). La selección de la empresa como estudio de caso se debe principalmente a las particularidades que ofrece su proceso de formación al considerarse como un caso exitoso de empresa gestada al interior de una institución de investigación, proceso que involucró un esquema de transferencia de tecnología que incluye el licenciamiento tecnológico y la participación activa de personal calificado del IIE.

MAPPEC inició operaciones en 1999 y se funda con el objetivo de proporcionar al sector y a la industria eléctrica a través de sus productos, una alternativa para incrementar la confiabilidad de los dispositivos aislantes de alto voltaje tradicionales empleados en los circuitos eléctricos de nivel de voltaje de transmisión y distribución ante la influencia de descargas atmosféricas y contaminación. Sus productos están divididos en dos líneas de negocio: alfileres aislados y apartarrayos, fabricados bajo licencia del IIE.

¹ En el año 2003 del monto total gastado en I&D el 59% provino del sector público. Dato calculado en base al "Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología en México 2003" (CONACYT, 2003).

El material empleado para la fabricación de los productos es el denominado concreto polimérico, material aislante de uso ante la intemperie desarrollado también en el IIE, que se presenta como un sustituto de los materiales comúnmente empleados en la fabricación de aisladores de alta tensión como lo son la cerámica y el vidrio.

Si bien la investigación se limita a analizar un caso, creemos que las características asociadas a la empresa, la sitúan como un ejemplo concreto del cual se pueden desprender elementos para la comprensión de la relación existente entre el origen de las empresas y su trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas; al mismo tiempo que contribuye al entendimiento de la correlación por medio de la cual se le asigna un rol protagónico a las instituciones de investigación que integran el SNI, en la conformación de las actividades que delimitan las trayectorias de acumulación de capacidades tecnológicas a nivel de empresa. Cuestiones que consideramos necesitan ser exploradas con mayor detalle por la literatura de aprendizaje y capacidades tecnológicas enfocada a países en desarrollo.

Por otro lado, enfocar la investigación en el estudio del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas implicó caracterizar los procesos de gestación y desarrollo de la empresa, de esta forma obtuvimos elementos para discutir los factores que permitieron que una empresa originada al interior de una institución pública de investigación se generara.

Comúnmente a este tipo de empresas se les suele denominar *spin-off*. En esta tesis se define el concepto general de empresa *spin-off*, se discute acerca del estatus *spin-off* de la empresa en estudio y se establecen los factores que determinaron que se creara con éxito. Es pertinente resaltar que si bien lo anterior es únicamente un complemento del tema central de investigación, nos permitió tener aportaciones en relación a las condicionantes asociadas a la generación de una empresa de este tipo en el contexto de un país como México. A nivel internacional las iniciativas para generar empresas derivadas de entidades que realizan actividades de investigación han ido adquiriendo relevancia a través del tiempo; lo que se manifiesta por el desarrollo de programas y esquemas formales para propiciarlas, que responden en gran medida a la serie de externalidades positivas asociadas a este tipo de empresas. La revisión de la literatura realizada nos permite señalar que existe una carencia

de estudios sobre el fenómeno en los países en desarrollo,² razón que nos motivo a incluir la temática *spin-off* en el trabajo.

La investigación se enfoca a responder las siguientes preguntas:

¿Qué factores determinaron que la creación de la empresa MAPPEC originada en el IIE se llevara a cabo exitosamente?

¿Qué nivel de capacidades tecnológicas ha sido acumulado por MAPPEC y cuáles son y cómo operan los mecanismos de aprendizaje en los que se sustenta dicha acumulación?

¿Cómo se relaciona el origen de MAPPEC con las características de su trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas y cuáles son las implicaciones de dicha relación?

Al iniciar la investigación sólo se tenía una noción muy general del caso que nos permitía visualizar lo que podía haber sucedido en torno a la relación origen de la empresa y acumulación de capacidades tecnológicas, posteriormente con el análisis de la evidencia obtenida en el trabajo de campo se logró detallar lo que sucedió, pero particularmente relevante fue la definición de como sucedió, ya que esto representa la parte explicativa central de la investigación.

Partimos entonces de considerar que el origen de la empresa MAPPEC, como una iniciativa de negocio que surge al interior del IIE para explotar comercialmente recursos tecnológicos ahí desarrollados, le facilitó el acceso a una trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas particular que se reflejó en el desempeño presentado durante la etapa de desarrollo posterior a su creación.

La tesis se constituye de siete capítulos: En el capítulo 1 se establecen las diversas temáticas que conforman el marco que proporciona el sustento teórico y las herramientas analíticas a la investigación. En el capítulo 2 se delimita la metodología empleada. En el capítulo 3 se presenta el marco contextual, que incluye una descripción detallada de la empresa, se discute la importancia de la clase de actividad industrial en la que se inserta, y

² Véase: (Autio, 1996 y 1999; Bishop y Lalkaka, 1996; Roberts y Malone, 1996; Lindholm, 1997; Jones, 1998; Chiesa y Piccaluga, 2000; León, 2000; Antonelli y Consiglio, 2001; Cole et. al. 2002; COTEC, 2003; Degroof y Roberts, 2003).

finalmente se aborda una descripción general del IIE. En el capítulo 4 se aborda el proceso de generación de la empresa, poniendo énfasis en las actividades relevantes para su creación al interior del IIE; así mismo se discute el estatus *spin-off* de la empresa. En el capítulo 5 se delimitan y analizan los mecanismos de aprendizaje que se consideran relevantes para la acumulación de capacidades tecnológicas en la empresa. En el capítulo 6 se define el nivel de capacidades tecnológicas acumulado actualmente en la empresa. En el capítulo 7 se retoman las preguntas de investigación para establecer las conclusiones finales.

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

Introducción

El propósito de este capítulo es presentar las principales categorías que integran el marco teórico y las herramientas analíticas utilizadas.

El capítulo está dividido en seis partes: en la primera parte se aborda de manera muy general la evolución de la concepción de la innovación tecnológica; se discute principalmente cómo dicha evolución ha influido en la manera de abordar el estudio de los procesos de innovación. En la segunda parte se presenta la categoría analítica denominada Sistema Nacional de Innovación (SNI) resaltando el rol de los agentes institucionales que lo integran, así como la importancia de las relaciones y vínculos establecidos entre éstos para la articulación de las capacidades tecnológicas en las empresas. En la tercera parte se establecen algunas cuestiones relacionadas con la generación de empresas originadas en instituciones de investigación, se discute el concepto *spin-off* y se presenta un modelo de generación de empresas de este tipo. En la cuarta parte se aborda el concepto de capacidades tecnológicas y se delimita la taxonomía utilizada en el presente trabajo. La quinta parte está dedicada al concepto de aprendizaje tecnológico, visto como un proceso que permite acumular conocimientos sobre los que se sustenta la construcción de las capacidades tecnológicas. En la sexta y última parte, se presentan los conceptos centrales que se desprenden de los planteamientos del capítulo.

1.1 Evolución de la concepción del proceso de innovación tecnológica

1.1.1 Una primera clasificación de las innovaciones

Los señalamientos de Shumpeter en los que se asigna un rol crucial al cambio tecnológico como generador de las directrices del crecimiento económico. Resultaron de suma importancia como detonantes de un cambio de visión acerca del papel estratégico de la tecnología y sus repercusiones a nivel de una economía nacional. Lo anterior se reflejó en el incremento del interés por estudiar los procesos de innovación como componentes esenciales del cambio tecnológico.

Shumpeter (1911) realizó una primera clasificación de los distintos tipos de innovaciones, refiriéndose a éstas como nuevas combinaciones y agrupándolas en cinco casos particulares. Su planteamiento es el siguiente:

“El desenvolvimiento puede ser definido como la práctica de nuevas combinaciones.

Este concepto cubre los cinco casos siguientes:

- 1. La introducción de un nuevo bien. . . ó de una nueva calidad de un bien. . .*
- 2. La introducción de un nuevo método de producción. . .*
- 3. La apertura de un nuevo mercado. . .*
- 4. La conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas ó de bienes semimanufacturados. . .*
- 5. La creación de una nueva organización. . .”*

De la clasificación anterior se desprende que los esfuerzos para innovar pueden estar dirigidos hacia diferentes aplicaciones tales como: el producto (entendido como un bien ó un servicio), el proceso de producción y/o las organizaciones involucradas en la producción y comercialización de los bienes. Cabe entonces la posible coexistencia de distintos tipos de innovación tecnológica.

1.1.2 Definición de innovación tecnológica

El esfuerzo para estructurar conceptos más acotados asociados con el proceso de innovación, se ha mantenido a través del tiempo.

Una manifestación de lo anterior es la implantación del manual de Oslo, del cual se extraen las siguientes definiciones que se utilizan recurrentemente en el presente trabajo:

“Las innovaciones tecnológicas de producto y de proceso (TPP) comprenden a los productos y los procesos tecnológicamente nuevos e implantados y a las mejoras tecnológicas significativas en los productos y los procesos. Una innovación TPP es la que ha sido aplicada e introducida en el mercado (innovación de productos) ó ha sido utilizada dentro de un proceso de producción (innovación de proceso). Las innovaciones TPP comprenden una serie de actividades científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales. Una empresa innovadora TPP es la que ha implantado productos ó procesos tecnológicamente nuevos ó tecnológicamente mejorados de manera significativa durante el periodo en análisis.”

(El manual Oslo, 2000).

A partir de estas definiciones podemos señalar que la innovación se convierte en tal al existir una aplicación comercial de la invención que la precede. Las empresas jugarán un papel imprescindible en el proceso como espacios concretos donde se materializan los esfuerzos de innovación.

1.1.3 Origen de la innovación: *Technology-push vs demand-pull*

En cuanto al origen de las nuevas combinaciones que desencadenan el proceso de innovación, Shumpeter (1911) señala que:

“Las innovaciones en el sistema económico no tienen lugar de tal manera que las nuevas necesidades surjan primero espontáneamente en los consumidores, adaptándose más tarde el aparato productivo a su presión. No negamos este nexo.

Pero, por lo general, es el productor quien inicia el cambio económico, educando incluso a los consumidores si fuera necesario.”

El planteamiento anterior expresa una primera concepción teórica del proceso de innovación en la que impera una visión donde el conocimiento acumulable por medio de los esfuerzos de investigación básica se traduce, por medio de un proceso natural, en el desarrollo de tecnología aplicable y por consiguiente en su utilización productiva-comercial. En otras palabras, se acepta la existencia de una secuencia lineal en las etapas de invención, innovación y difusión, que conforman el proceso, así como también se admite el predominio de la oferta de conocimientos científicos y tecnológicos como detonante del mismo (Metcalfe, 1995; Nylhom et al, 2002; Cimoli y Della, 2003).

Después de realizar un análisis de diversos estudios empíricos relacionados con procesos de innovación, Mowery y Rosenberg (1979) señalan al respecto que:

“Tanto la base de conocimiento de ciencia y tecnología desarrollada como la estructura de la demanda de mercado juegan roles centrales en la innovación de una manera interactiva y la omisión de cualquiera de las dos está ligada con la conducción de políticas y conclusiones imperfectas.”

Considerando lo anterior, resulta difícil asumir una posición general en cuanto al origen de la innovación. De esta forma, la importancia de analizar casos concretos de innovación que se llevan a cabo en contextos específicos, radica en la posibilidad de derivar conclusiones que contribuyan al entendimiento de la interacción que se presenta entre la postura que señala que la innovación tecnológica surge como una consecuencia de la generación de conocimientos científicos y tecnológicos (*technology-push*), y la que la considera como una respuesta para satisfacer los requerimientos tecnológicos del mercado (*demand-pull*).¹

¹ Diversos han sido los enfoques de los estudios que han abordado el concepto de innovación y su relación con el cambio tecnológico. Las aportaciones generadas a través del tiempo fruto del interés teórico y empírico mantenido al respecto, han permitido que se mantenga vigente el debate entre las posturas: *technology-push* y *demand-pull* (Dosi, 1982; Freeman, 1994; Cimoli y Della, 2003).

1.1.4 Del modelo lineal al modelo sistémico

Con respecto al carácter lineal asociado al proceso de innovación destacado en el apartado anterior, Steinmueller (1994) apunta lo siguiente:

“El modelo lineal que conecta la investigación con la innovación industrial parece estar declinando; sus supuestos acerca del aislamiento de las actividades científicas de las influencias sociales, la transferencia unidireccional del conocimiento de la ciencia hacia la tecnología y el carácter único del conocimiento científico son inconsistentes con los estudios empíricos de la conducta e instituciones de la ciencia. Indagaciones sobre la innovación industrial han revelado un patrón más complejo de creación, transferencia y utilización del conocimiento que el sugerido por el modelo lineal.”

Por su parte Edquist (1997), haciendo referencia a la traducción del conocimiento en nuevos productos y procesos de producción, indica que: “ . . . no significa seguir una trayectoria lineal de la investigación básica a la investigación aplicada para el desarrollo e implementación posterior de nuevos procesos y nuevos productos; en cambio, se caracteriza por complicados mecanismos de retroalimentación y relaciones interactivas involucrando a la ciencia, la tecnología, el aprendizaje, la producción, la política y la demanda.”

Los señalamientos anteriores, permiten enmarcar al proceso de innovación dentro de una concepción relacionada con un modelo sistémico en la que la eficacia y eficiencia del sistema en su conjunto, dependerá de la articulación de una serie de elementos que se relacionan en función de ciertos resultados esperados.

1.2 El Sistema Nacional de Innovación (SNI)

Una primera definición de Sistema Nacional de Innovación (SNI) es proporcionada por Lundvall (1992): *“un sistema nacional de innovación está constituido por elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y económicamente útil, todos estos elementos y relaciones delimitados por las fronteras de un estado nación”*.

El SNI surge como una categoría que provee un marco analítico para estudiar cuestiones relacionadas con las actividades, procesos, relaciones, etc., que se desarrollan dentro de un espacio circunscrito dentro de los límites de un país, donde participan múltiples actores con el objetivo principal de concretar eficaz y eficientemente el proceso de innovación (Lundvall, 1992; Nelson y Rosenberg, 1993; Edquist, 1997).

Reconocer la heterogeneidad entre naciones y la naturaleza evolutiva inherente a un SNI conformado por instituciones cambiantes en el tiempo, nos impide establecer la existencia de un SNI ideal u óptimo que pueda ser considerado como patrón de referencia (Edquist, 2002).

1.2.1 El rol de los actores institucionales

El señalamiento de Freeman (1987, citado en Edquist, 1997) por medio del cual, define al sistema como: *“la red de instituciones en los sectores públicos y privados cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías”*, enfatiza la relevancia de la participación activa de los actores institucionales en el desempeño innovador de un SNI.

Por su parte Lundvall (1992) considera la estructura institucional como la segunda dimensión más importante de un SNI, debido a que provee un entorno más estable para desarrollar las actividades de innovación que por naturaleza son inciertas.

Para Nelson y Rosenberg (1993) la interacción entre diversas instituciones determina la capacidad innovadora de las empresas de un país.

Las ideas anteriores destacan la importancia que adquiere el rol de las instituciones y las relaciones entre ellas en el funcionamiento adecuado de un SNI. Desde esta perspectiva resulta importante en la delimitación de un SNI la identificación de las instituciones y de las interacciones entre éstas que se consideren relevantes en términos de su aportación a los objetivos particulares establecidos de acuerdo al contexto nacional de cada país.

El carácter sistémico asociado al proceso de innovación complica su análisis, lo que hace necesario estudiar de manera individual ciertas relaciones relevantes entre actores participantes en el proceso, con la finalidad de realizar un análisis más profundo de las mismas, que permita a su vez, aportar elementos para avanzar en la comprensión del sistema en su conjunto.

1.2.2 Construcción de capacidades tecnológicas en el SNI

Haciendo referencia a la etapa de transición mediante la cual se pasa de una invención a una innovación, Esteva (1998) señala que: *“La transformación de conocimiento en tecnología y de tecnología en beneficios no sucede automáticamente, como resultado de su originalidad ó complejidad. . . requiere la participación de diversos actores sociales que contribuyen de varias maneras en el proceso complejo de construcción de valor dirigido por las empresas. . .”*

A partir del señalamiento anterior podemos establecer que si bien el objetivo de innovar lo concreta la empresa, la disponibilidad de los medios apropiados para que pueda lograrlo estará en función de la interacción y participación de diversas entidades. De esta forma, la capacidad de innovación asociada a una empresa circunscrita en determinado SNI, dependerá en gran medida de la efectividad con la que éste opere.

Estudios centrados en el análisis de los procesos de aprendizaje y las trayectorias de acumulación de capacidades tecnológicas en las empresas destacan la importancia de las características de la interacción entre actores institucionales en torno al SNI, en la articulación de procesos de aprendizaje y en la acumulación de capacidades.

Al respecto Kim (1997) establece que: *“El aprendizaje tecnológico no puede ser explicado por uno ó dos factores; requiere de un sistema nacional de innovación efectivo, que implica un proceso complejo, interactivo y por consiguiente integrado socialmente, donde intervienen instituciones formales e informales en los contextos circunstancial y cultural de un estado-nación.”*

Por su parte Dutrénit et al (2003a), advierten que: *“los procesos de aprendizaje y de creación de capacidades tecnológicas en las empresas son influidos por las características del sistema nacional de innovación . . . y por la medida en que los agentes desempeñan el papel que les corresponde en la actividad innovativa.”*

La presente investigación responde a la necesidad de ofrecer evidencia que describa las particularidades asociadas a casos concretos, con el propósito de aportar elementos explicativos que contribuyan a mejorar el entendimiento de planteamientos generales como los citados anteriormente.

Se trata de un caso enfocado a estudiar a detalle el proceso de construcción de las capacidades tecnológicas de una empresa cuya creación permitió transformar en innovaciones conocimientos generados en una entidad de investigación pública. Es decir, se aborda una manifestación particular de la relación instituto de investigación público-empresa, dentro del marco del SNI mexicano.

Con la finalidad de proporcionar un marco analítico que nos permita abordar el estudio, se establecen a continuación algunos aspectos relacionados con la generación de empresas derivadas de entidades de investigación para posteriormente ahondar en la revisión de la literatura sobre acumulación de capacidades tecnológicas y aprendizaje tecnológico.

1.3 Creación de empresas originadas en instituciones de investigación

Si bien el enfoque de la investigación no es el estudio del proceso de generación de la empresa, éste se aborda como un insumo que se considera relevante para nuestro problema central.

Por consiguiente, la temática de generación de empresas derivadas de entidades de investigación se aborda de manera muy breve, con el único fin de establecer algunos elementos conceptuales utilizados en el trabajo, enfatizando que no se pretende aportar una descripción detallada de la literatura relacionada con el tema.

1.3.1 El concepto de empresa *spin-off*

La revisión de la literatura nos permite establecer lo siguiente: las empresas que surgen sobre la base de un impulso emprendedor, que se sirve de desarrollos tecnológicos derivados de instituciones que realizan actividades públicas de I&D para emprender el negocio y donde además se reconoce la participación activa de la organización de I&D, como facilitadora de su proceso de creación, se consideran empresas *spin-off* de base tecnológica. Lo anterior no implica que el término *spin-off* se utilice exclusivamente para referirse a empresas derivadas de la investigación pública ó a empresas consideradas de base tecnológica.

El término *spin-off* abarca un campo más amplio, incluyendo la generación de nuevos negocios derivados de iniciativas endógenas de universidades, instituciones públicas y privadas de investigación, empresas, etc., y que no necesariamente están enfocados a la explotación de desarrollos tecnológicos.²

² Véase por ejemplo: Roberts (1991); Autio (1999); Roberts y Malone (1996); Lindholm (1997); Jones (1998); Storey y Tether (1998); Chiesa y Piccaluga (2000); León (2000); Antonelli y Consiglio (2001); Cole et al (2002); COTEC (2003) y Degroof y Roberts (2003).

Esta aclaración obedece a la confusión que suele existir ocasionada por las diversas aplicaciones que se le dan a la expresión *spin-off* en la literatura que aborda el tema.³ Por lo que a menudo se encuentran conceptos traslapados que hacen referencia con un mismo término a dos fenómenos distintos. Lo anterior pone en evidencia la etapa de consolidación teórica en la cual se encuentra la corriente de estudios de *spin-off*.

1.3.2 *Spin-off's* de instituciones de investigación

Los estudios realizados en distintas regiones permiten señalar que el proceso de generación de empresas *spin-off* de instituciones de investigación está influenciado por diversos factores que presentan características particulares asociadas al contexto de cada región tales como: la cultura emprendedora, las políticas gubernamentales de apoyo, la disponibilidad de fuentes de financiamiento, etc.

El grado de generalidad de las conclusiones obtenidas implica no perder de vista la naturaleza de la información de la cual se derivan. La gran mayoría de los estudios emiten sus conclusiones con base en el análisis de evidencia obtenida en países en los que se han desarrollado las condiciones, para implementar procesos deliberados para crear empresas *spin-off* como mecanismos de vinculación que permiten incrementar las opciones en la transferencia y comercialización de los recursos tecnológicos generados. La revisión de la literatura pone de manifiesto la escasez de trabajos que estudien el fenómeno de generación de empresas *spin-off* en economías en desarrollo.⁴

³ Por mencionar algunos ejemplos tenemos: León (2000) donde el término *spin-off* se reserva a las iniciativas de generación de nuevos negocios basados en desarrollos tecnológicos provenientes de universidades ó instituciones públicas y el término *star-up* se emplea para hacer referencia a los esfuerzos para desarrollar nuevas empresas que realizan empresas ya establecidas; ó Hasegawa y Furtado (2003) que emplean el término de una manera poco usual, definiendo como *spin-off* a un negocio que se genera a partir de resultados de investigación “inesperados” que se extrapolan de los objetivos iniciales de un programa de I&D.

⁴ Véase: Roberts (1991); Autio (1996 y 1999); Bishop y Lalkaka (1996); Roberts y Malone (1996); Lindholm (1997); Jones (1998); Storey y Tether (1998); Chiesa y Piccaluga (2000); Debackere (2000); León (2000); Numark (2000); Antonelli y Consiglio (2001); Cole et al (2002); Illes y Jennings (2002); COTEC (2003); Degroof y Roberts (2003) y Hasegawa y Furtado (2003).

Roberts y Malone (1996) señalan que: “*Las compañías spin-off de base tecnológica aparecen potencialmente para ser una propuesta útil y poderosa para transferir tecnología de una organización de investigación y desarrollo a una organización comercial.*”

El desarrollo deliberado de procesos de generación de empresas *spin-off* derivadas de centros de I&D y universidades se ha establecido en muchos países desarrollados como una alternativa de vinculación entre la producción de conocimientos y su aplicación en el sector productivo-industrial.

Partiendo de la evidencia obtenida en universidades y centros de investigación situados en Estados Unidos e Inglaterra, Roberts y Malone (1996) plantean que las dos dimensiones principales de una política deliberada desarrollada por una institución de investigación con la finalidad de crear un proceso de generación de empresas *spin-off* de base tecnológica como una herramienta útil de comercialización de las tecnologías desarrolladas son: la selectividad y el apoyo.

La selectividad es vista como la intervención en la elección de las invenciones más propicias para servir como base en la formación de una nueva empresa; el apoyo se refiere a la asistencia financiera y de gestión que la organización de I&D aporta en la generación y desarrollo de la nueva empresa.

A manera de conclusión, Roberts y Malone (1996) apuntan que en un medio ambiente en que el capital de riesgo y la cultura emprendedora están presentes, la organización de I&D puede desarrollar una política de baja selectividad y apoyo sin que esto obstaculice el proceso *spin-off*. En el caso de que dichas condiciones no sean del todo propicias, la opción sería una política contraria que implicaría alta selectividad y apoyo.

De esta forma, denominar una empresa como *spin-off* implica que en su etapa de creación se reconozca la participación activa por parte de la organización de la cual se deriva, en los términos de selectividad y apoyo establecidos previamente.

1.3.3 El proceso de generación de empresas *spin-off*

Roberts y Malone (1996), distinguen cuatro roles fundamentales asumidos por los actores que participan en el proceso de generación de empresas *spin-off* derivadas de centros de investigación: 1) el originador de la(s) tecnología(s) que puede ser un investigador ó un grupo de investigadores que desarrollan las actividades de Investigación y desarrollo (I&D); 2) los emprendedores que acceden a las tecnologías y desarrollan las acciones necesarias para la generación de la nueva empresa; 3) la organización de I&D que generalmente es representada por una dependencia de transferencia de tecnología y 4) los inversionistas que aportan los fondos para que el proyecto se capitalice y de esta forma pueda concretarse exitosamente.

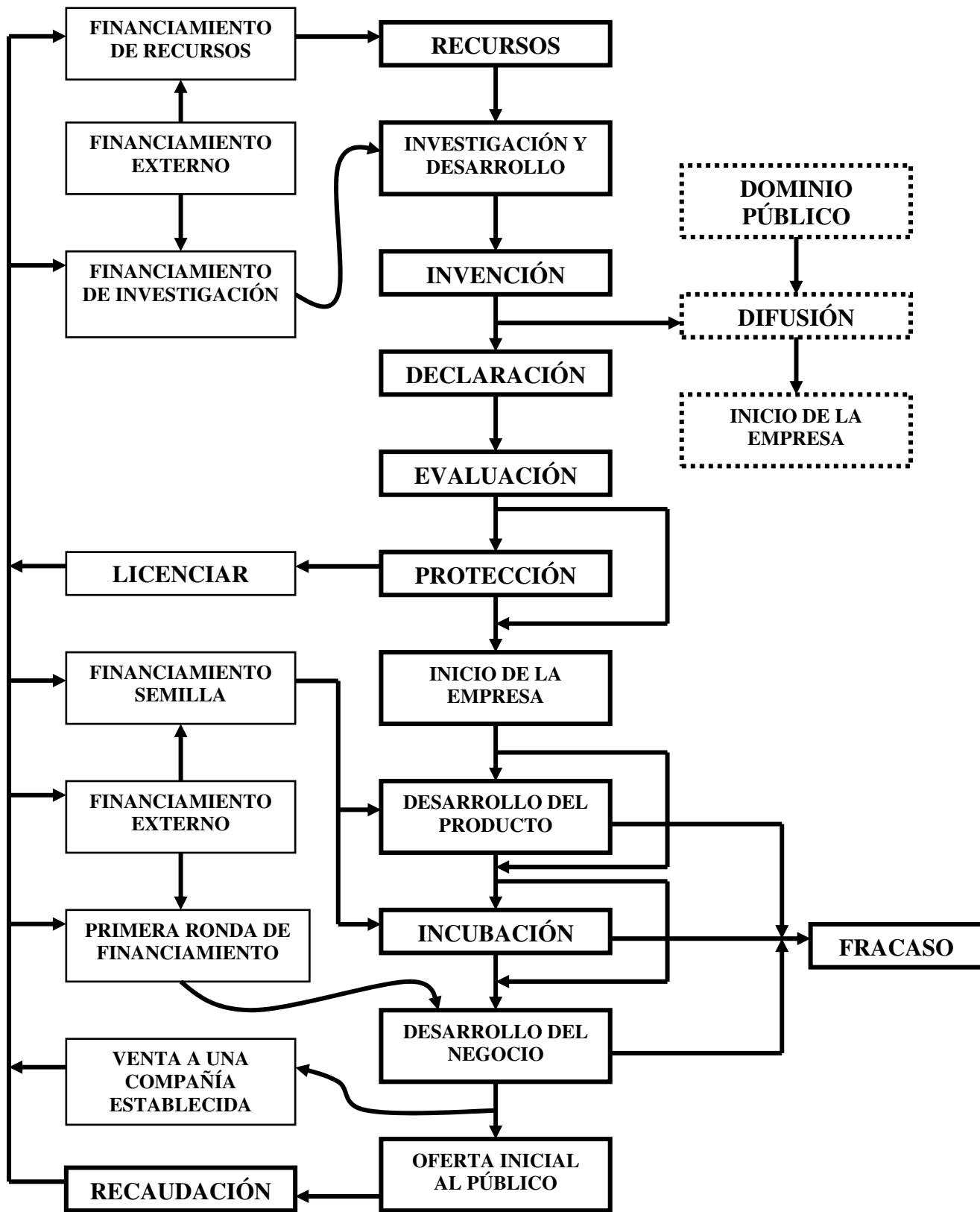
La definición de la manera en que se juegan los cuatro roles claves anteriormente mencionados dependerá entre otras cosas de: la cantidad de actores que participan, los objetivos que persiguen, la forma en que se relacionan, etc., cuestiones que están íntimamente ligadas con las condiciones del entorno en el que se desarrolla el proceso.

En la figura 1.1, se presenta un modelo de etapas para crear empresas *spin-off* a partir de un desarrollo tecnológico en una organización de I&D (Roberts y Malone, 1996). Dicho modelo nos servirá como referencia para construir y discutir el proceso particular de creación de la empresa empleada en nuestro estudio de caso.

El modelo presenta una trayectoria genérica que a continuación se describe:

En una primera etapa se plantea el acceso a los recursos humanos y materiales necesarios para iniciar un determinado proyecto de investigación. Una vez que se conjuntan los recursos se inicia la etapa de I&D que desemboca en la generación de una invención tecnológica con potencial de ser explotada comercialmente. Durante las fases iniciales del proceso *spin-off* se reconoce la posible existencia de financiamiento externo a la organización de I&D.

Figura 1.1. Modelo de etapas para crear empresas *spin-off* de base tecnológica.



Fuente: Roberts y Malone (1996).

El conocimiento representado por la invención obtenida puede seguir dos caminos:

1) Puede ser difundido y posiblemente utilizado para crear un nuevo negocio. La difusión se puede concretar de dos formas: a) deliberadamente, por ejemplo mediante la publicación de artículos científicos, convirtiéndose así en conocimiento de dominio público ó b) inadvertidamente, como podría ser el caso de que dicho conocimiento sea divulgado por un investigador que haya participado en el proceso de I&D.

2) El grupo originador de la tecnología puede declarar el logro de la invención y ponerla en manos de la dependencia de protección de la propiedad intelectual al interior de la organización de I&D.

El caso 1 nos llevaría a truncar el proceso de creación de una empresa tipo *spin-off* al interior de la organización de I&D.

En cuanto al caso 2, una vez que se declara la existencia de la invención, se realiza una evaluación de la tecnología generada para definir la viabilidad de protegerla mediante algún mecanismo de protección de la propiedad industrial. Si resultara pertinente protegerla, la organización de I&D llevará a cabo las acciones que le permitan adquirir los derechos de propiedad de la tecnología en cuestión. Una vez que se logren obtener se puede optar por licenciar la tecnología a una empresa existente o por apoyar la generación de una empresa que utilice la incipiente tecnología como parte de sus recursos iniciales.

Si se optara por apoyar la creación de la empresa, el modelo plantea la posibilidad de que al interior de la organización de I&D se implementen las etapas de desarrollo de producto y de incubación, que existirán o no dependiendo de diversos factores tales como: las características del negocio que se desea emprender, las particularidades de los esquemas de apoyo desarrollados por la organización, el compromiso de participación de los actores involucrados, etc.

La fase que invariablemente aparecerá es la de desarrollo del negocio, que puede incluir el proceso de escalamiento de la producción y por lo tanto requiere la mayor cantidad de financiamiento.

Finalmente el modelo plantea que comúnmente este tipo de empresas inician sus operaciones como proveedoras de otras empresas establecidas. La posibilidad de fracaso del proyecto es una opción que se mantiene latente hasta que la empresa se considera autosostenible, logrando establecer un canal de ventas abierto a cualquier cliente que le permite recaudar mayores ingresos.

1.4 Las capacidades tecnológicas

Los trabajos que abordan la acumulación de capacidades tecnológicas desde la perspectiva de las empresas en países en desarrollo tienen sus antecedentes en observaciones realizadas en torno a las particularidades de la transferencia de tecnologías de los países desarrollados hacia los países en desarrollo. Se distinguen indicios de que éstos realizaban esfuerzos que iban más allá de la simple inversión económica para adquirir tecnología, es decir, se comienzan a reconocer actividades de adaptación y asimilación tecnológica implementadas con la finalidad de optimizar los resultados asociados al uso de la nueva tecnología (Maxwell, 1981; Westphal et al, 1985; Lall, 1987, 1992 y 1993; Bell y Pavitt, 1995; Kim, 1995 y 1997).

1.4.1 El concepto de capacidades tecnológicas

La complejidad del conocimiento tecnológico se pone de manifiesto en diversos estudios sobre acumulación de capacidades tecnológicas, en los que se reconoce la existencia de componentes tácitos, que resultan difíciles de transferir de un contexto a otro (Westphal et al, 1985; Lall, 1987, 1992 y 1993; Bell y Pavitt, 1995; Kim, 1995 y 1997). Desde esta perspectiva, la obtención de los máximos beneficios posibles por parte de las empresas receptoras de tecnología está condicionada al desarrollo de ciertas habilidades locales que les permitan usufructuar el conocimiento adquirido.

En el trabajo de Westphal et al (1985) se define la capacidad tecnológica como: *“la habilidad para hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico”* y se señala que las capacidades tecnológicas se pueden clasificar de diferentes maneras dependiendo de las particularidades del conocimiento tecnológico utilizado y las aplicaciones que se le den.

La idea anterior introduce la noción de que las disparidades entre empresas en cuanto a los niveles de capacidades tecnológicas acumuladas se deben en gran medida a la existencia de diferencias en el acervo de conocimiento poseído, en la forma en que se utiliza y en los mecanismos que se emplean para incrementarlo. Al respecto Lall (1987) proporciona una interpretación al señalar que: *“las firmas tienen conocimiento tecnológico altamente localizado”*, es decir que el dominio del conjunto de tecnologías empleadas varía de empresa a empresa.

Haciendo referencia a la variedad de connotaciones que adquieren las tareas ó acciones conducentes a generar conocimiento tecnológico en una empresa, Lall (1987) define la capacidad tecnológica como: *“la habilidad general para encargarse de esta extensa gama de tareas”*. El desarrollo tecnológico en una empresa implica el incremento de esta capacidad en el tiempo.

Bell y Pavitt (1995) se refieren a las capacidades tecnológicas que permiten a las empresas en países en desarrollo alcanzar un desempeño eficiente desde un punto de vista dinámico como: *“las capacidades domésticas para generar y administrar el cambio en las tecnologías usadas en la producción; estas capacidades están basadas principalmente en recursos especializados (como el personal altamente calificado) que no están incorporados, ni se derivan automáticamente de los bienes de capital y el “know how” tecnológico . . .”*

De esta manera, las actividades de asimilación tecnológica se asocian a un proceso activo que involucra acciones deliberadas realizadas por las empresas. Los resultados que se obtengan estarán en función de las habilidades acumuladas que les permiten explotar e inclusive modificar la tecnología adquirida (Figueiredo, 1999; Dutrénit, 2000; Vera-Cruz, 2000; Arias, 2003; Dutrénit et al, 2003b).

Se reconoce entonces que las empresas son entidades heterogéneas con capacidades y competencias diferenciadas. Las prácticas organizacionales que se elijan para coordinar y dirigir una empresa, así como las condiciones del entorno en el que desarrolla sus actividades y la manera en que interactúa con otras entidades, son determinantes del conjunto de procesos de aprendizaje en los que interactúa, por medio de los cuales sustenta la construcción de sus capacidades tecnológicas (Bell, 1984; Lall, 1987; Bell y Pavitt, 1995; Figueiredo, 1999; Dutrénit, 2000; Vera-Cruz, 2000; Arias, 2003; Dutrénit et al, 2003b).

En la medida en que la empresa logra construir, de acuerdo a su trayectoria particular, un conjunto de capacidades distintivas que las hace difíciles de replicar por otras empresas, hablaríamos del concepto de capacidades tecnológicas centrales, que son una fuente importante de ventaja competitiva. Éstas se asocian directamente con los componentes tácitos y explícitos del conocimiento que conforma la base tecnológica de la empresa y con las habilidades para incorporar nuevo conocimiento tecnológico a su acervo existente, con la finalidad de mantener una dinámica innovadora que sustente dicha ventaja competitiva (Prahalad y Hamel, 1990; Teece et al, 1990; Leonard-Barton, 1992a y 1992b; Coombs, 1996).

Desde una visión de la firma basada en los recursos Leonard-Barton (1992a) define a las capacidades centrales como: *“el conjunto de conocimientos que distinguen y proveen una ventaja competitiva.”*

De esta forma, resulta relevante la manera en que el acervo de conocimientos se articula estratégicamente en la empresa mediante mecanismos de planeación y gestión, ya que determinará en gran medida la conformación de habilidades y competencias con un alto grado de especificidad, en las cuales se sustenta la generación y preservación de ventajas competitivas (Prahalad y Hamel, 1990; Teece et al, 1990; Leonard-Barton, 1992a; 1992b; Coombs, 1996).

1.4.2 Taxonomía de las capacidades tecnológicas

Con la finalidad de establecer un marco analítico aplicable al estudio de las capacidades tecnológicas en países en desarrollo, Lall (1987) realizó una primera clasificación de las capacidades tecnológicas asociadas a empresas pertenecientes a industrias manufactureras. En su clasificación pondera las actividades tecnológicas formales que permiten acumular y desarrollar dichas capacidades. Establece que las funciones tecnológicas principales de las actividades manufactureras se encuentran comprendidas en las siguientes cinco categorías: la elección previa a una inversión, la ejecución del proyecto, la operación de la planta, la mejora tecnológica y la transferencia tecnológica.

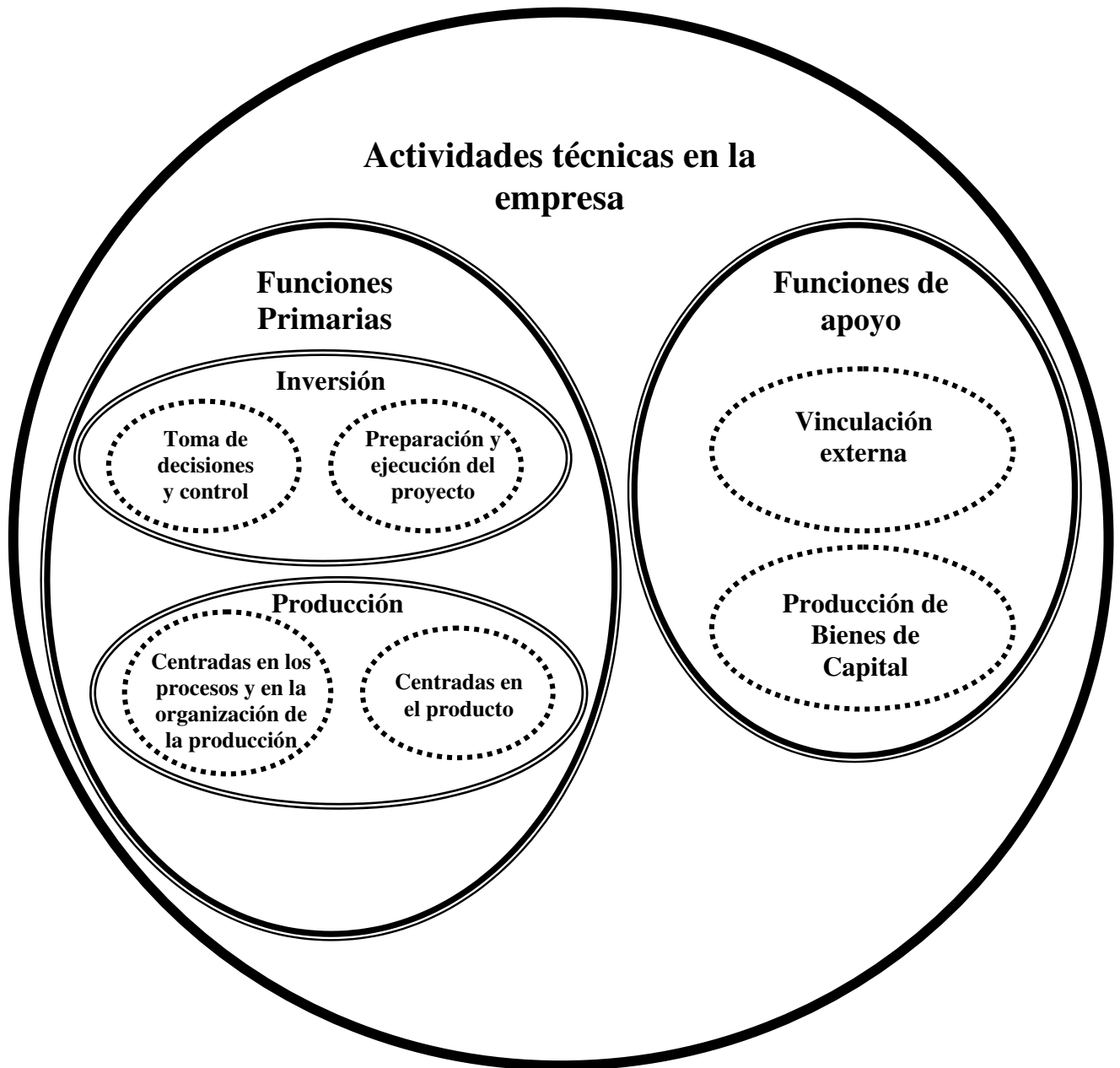
Posteriormente Lall (1992) propone una taxonomía más detallada para clasificar las capacidades tecnológicas, estableciendo que éstas pueden asumir los siguientes niveles: 1) básicas, que se consideran rutinarias y simples, basadas principalmente en la experiencia; 2) intermedias, que se catalogan como de adaptación y duplicación, sustentadas en procesos de exploración o rastreo; y 3) avanzadas, denominadas riesgosas e innovativas, fundamentadas en procesos de investigación.

Bell y Pavitt (1995) basados en el trabajo de Lall (1992) construyeron una taxonomía representada mediante una matriz, que permite clasificar las capacidades tecnológicas en relación con las funciones técnicas más importantes que realiza una empresa, las cuales variarán ó adquirirán mayor relevancia unas sobre otras dependiendo del sector en el que se inserte la empresa.⁵

Como se puede observar en la figura 1.2, las funciones técnicas de la empresa dentro de las cuales se puede dar la acumulación de capacidades, se derivan de dos grupos de actividades: las primarias y las de apoyo.

⁵ La descripción de la taxonomía propuesta por Bell y Pavitt, se realiza con base en el trabajo de Dutrénit et al (2003b).

Figura 1.2. Clasificación de las funciones técnicas de una empresa



Fuente: Elaboración propia a partir de Dutrénit et al (2003b); basado en Bell y Pavitt, (1995).

Las actividades primarias se subdividen en funciones técnicas de inversión y de producción. Las funciones técnicas de inversión se clasifican en toma de decisiones y control, y preparación y ejecución del proyecto; dichas funciones se refieren a la generación de cambio técnico y a la forma en que se administra durante grandes proyectos de inversión. Las funciones técnicas de producción se dividen en centradas en el proceso y en la organización de la producción, y centradas en el producto; están referidas a la generación y la administración de cambio técnico en los procesos, productos y en la organización.

Por su parte, las actividades de apoyo incluyen a las funciones de vinculación externa y producción de bienes de capital, que se consideran funciones de respaldo que pueden contribuir en la trayectoria de acumulación de las capacidades.

Las seis funciones técnicas mencionadas representan las columnas de la matriz. Las filas de la matriz representan los tipos y niveles de capacidades tecnológicas acumuladas. Se distinguen dos tipos de capacidades: capacidades rutinarias de producción y capacidades tecnológicas de innovación, las que a su vez se dividen en: básicas, intermedias y avanzadas.

La contribución al cambio técnico en la empresa de cierta capacidad acumulada, estará en función del nivel que ésta tenga. De acuerdo a la matriz de dimensiones 4X6 ilustrada en la tabla 1.1, si nos desplazamos a lo largo de una fila estaríamos situados en un mismo nivel ó tipo de capacidad tecnológica y la variación se daría en las funciones técnicas en la que se ha acumulado ese nivel de capacidad. Si el desplazamiento se presenta a lo largo de una columna la función técnica se mantiene constante y lo que varía es el nivel de capacidades que se han acumulado en dicha función.

Tabla 1.1. Matriz de capacidades tecnológicas

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias				Fu
	Inversión		Producción		
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución de proyectos	Centrada en los procesos y en la organización de la producción	Centrada en el producto	Vinculac
Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente					
Capacidades operativas básicas	Estimación de desembolsos	Planeación del protocolo. Preparación del protocolo. Acondicionamiento del terreno. Construcción de la obra civil básica.	Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones. Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes.	Copia de especificidades y diseños fijos. Control de calidad rutinario para mantener los estándares y las especificaciones	Búsqueda disponible proveedor. Venta de existentes nuevos y
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico					
Capacidades innovativas básicas	Supervisión activa y control de: estudios de factibilidad, selección de tecnología/proveedores, programación de actividades.	Estudios de factibilidad. Búsqueda de equipo estándar. Ingeniería básica.	Designación de grupos de trabajo para hacer pruebas y eliminación de fallas. Mejora del layout, programación y mantenimiento. Adaptaciones menores.	Adaptaciones menores a las necesidades del mercado y mejoras incrementales en la calidad del producto.	Búsqueda absorción información de p clientes institucio
Capacidades innovativas intermedias	Búsqueda, evaluación y selección de tecnología/proveedores. Negociación con proveedores. Administración del proyecto completo.	Ingeniería de detalle. Adquisición de equipo. Estudios de medio ambiente. Administración y seguimiento del proyecto. Designación del grupo de trabajo. Capacitación y reclutamiento. Puesta en marcha.	Mejora del proceso y estiramiento de capacidades de producción (stretching). Licenciamiento de nueva tecnología. Introducción de cambios organizacionales.	Licenciamiento de nueva tecnología de producto y/o ingeniería inversa. Diseño incremental de nuevos productos.	Transfere tecnología proveedor clientes increment eficiencia abastecim
Capacidades innovativas avanzadas	Desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes.	Diseño de procesos y desarrollo de la I y D relacionada.	Innovaciones de proceso e I y D relacionada. Innovaciones radicales en la organización.	Innovación de producto y desarrollo de la I y D relacionada.	Colabora desarrollo tecnología proveedor y socios.

Fuente: Dutrénit, Vera-Cruz y Arias, 2003; basado en Bell y Pavitt, 1995.

En el trabajo de Dutrénit et al (2003b) se analiza la taxonomía propuesta por Bell y Pavitt (1995) en términos de su consistencia como marco analítico para abordar estudios de acumulación de capacidades tecnológicas a nivel de empresa. De este estudio se desprende que la aplicación de la taxonomía a una empresa específica permite establecer el perfil de acumulación de capacidades tecnológicas en determinado tiempo, es decir, resulta útil para obtener una “fotografía” del estado que guardan dichas capacidades, pero no aporta los elementos suficientes para avanzar en la caracterización de la forma en la que se consigue alcanzar dicho estado. Un estudio más completo sobre acumulación de capacidades tecnológicas debe incluir una descripción detallada de las actividades de aprendizaje tecnológico que permiten acceder a los niveles de capacidades asociados a una empresa.

La taxonomía de Bell y Pavitt (1995) se utiliza en esta investigación como marco analítico para establecer el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas, alcanzado en las distintas funciones técnicas contempladas en la empresa seleccionada para nuestro estudio.

1.5 El aprendizaje tecnológico

La construcción de las capacidades tecnológicas en una empresa sugiere una trayectoria temporal de acumulación de conocimientos mediante su participación en actividades de aprendizaje. El aprovechamiento a través del tiempo por parte de la empresa de las fuentes de conocimiento que estén a su disposición y la adecuada traducción de este conocimiento en capacidades aplicables, le permitirán responder mediante su desempeño competitivo e innovativo a las condiciones que imperen en el mercado en que participe (Teece y Pisano, 1994).

Es importante hacer notar que no toda la información que adquiere la empresa puede ser considerada por si misma como conocimiento, entendiendo a la información como un conjunto de datos organizados para un fin particular (David y Foray, 2002). Cuando estos datos se articulan con un referente de experiencias ó conocimientos ya existentes por medio de una serie de procesos de identificación, selección, procesamiento y combinación es que se puede avanzar en la construcción de un cuerpo de conocimiento. Llevar a cabo lo

anterior requiere de acciones deliberadas por parte de la empresa, enfocadas a gestionar estratégicamente los recursos que posee (Teece et al., 1990; Leonard-Barton, 1992a).

1.5.1 Definición y características generales

El aprendizaje tecnológico desde la perspectiva en que es abordado en la presente investigación, se refiere al conjunto de actividades y procesos en los que interviene una empresa que le permiten acumular experiencias, conocimientos y habilidades sobre las cuales construye sus capacidades tecnológicas, empleadas para generar y gestionar el cambio técnico (Bell, 1984; Lall, 1987; Bell y Pavitt, 1993; Kim, 1995).

Los procesos de aprendizaje son multivariados, ya que se ven influidos por diversos factores asociados a cada empresa tales como el origen particular, las prácticas organizacionales utilizadas en la gestión, las condiciones del sector en el que desarrolla sus actividades, la manera en que interactúa con otras entidades, etc. (Bell, 1984; Leonard-Barton, 1992b).

Siguiendo a Leonard-Barton (1992b) quien establece que: *“El aprendizaje requiere la creación y control tanto de conocimiento externo como interno para las operaciones actuales y futuras”*, podemos clasificar los mecanismos de aprendizaje en función de su origen en dos grupos: externos e internos a la empresa.

Con respecto a la importancia que adquiere el aprovechamiento del conocimiento generado exógenamente a la empresa, Cohen y Levinthal (1990) señalan que la habilidad para explotar conocimiento externo es un componente crítico de las capacidades innovativas y catalogan como capacidades de absorción de una firma al conjunto de habilidades que le permiten reconocer el valor de nueva información, asimilarla y posteriormente aplicarla comercialmente.

Comúnmente al conocimiento se le asocian dos dimensiones: la tácita y la explícita. El conocimiento tácito, que se adquiere por la experiencia, la observación e imitación, es subjetivo, difícil de comunicar y por lo tanto de formalizar; el conocimiento explícito, que se puede codificar, se considera objetivo y racional, por lo que se puede establecer un lenguaje sistemático para formalizarlo y difundirlo con mayor facilidad. (Nonaka y Takeuchi, 2002).

Nonaka y Takeuchi (2002) señalan que el conocimiento tácito y el explícito interactúan mediante cuatro formas de conversión: 1) la *socialización*, donde se pasa de tácito a tácito, básicamente es un proceso en el que se comparten experiencias de las cuales se obtienen conclusiones que permiten articular otro cuerpo de conocimiento tácito; 2) la *exteriorización*, donde se convierte de tácito a explícito, parte de utilizar analogías, metáforas, conceptos, etc., que permitan articular explícitamente al conocimiento tácito, de manera que pueda ser extrapolado al terreno de la codificación; 3) la *combinación*, que pasa de explícito a explícito, es básicamente un proceso de sistematización ordenada, que permite conjuntar distintos cuerpos de conocimiento documentados para generar otro nuevo; 4) la *interiorización*, que es pasar de explícito a tácito, es un proceso que puede ser descrito de la siguiente manera: se parte de realizar una actividad nueva especificada y delimitada de forma explícita pero con la experiencia adquirida al continuar repitiendo la actividad se genera cierto conocimiento que se internaliza de manera tácita.

Los procesos de conversión del conocimiento son mecanismos mediante los cuales se crea nuevo conocimiento; por lo tanto se consideran procesos de aprendizaje en sí mismos. Estas conversiones se pueden presentar de manera recurrente en una empresa, de modo que se establezca la retroalimentación continua entre la creación y transmisión de conocimiento tácito y explícito. Nonaka y Takeuchi (2002) denominan a este mecanismo de interacción entre los tipos de conocimiento como “*la espiral del conocimiento*” y señalan que en la medida en que se logre establecer y mantener en una empresa, se avanzará en la construcción de conocimiento a nivel organizacional.

Con respecto al nivel en el que se realizan las actividades de aprendizaje, Kim (1995) señala que el aprendizaje organizacional asume dos niveles: individual y de la organización. El aprendizaje a nivel individual es una condición necesaria pero no suficiente para la existencia de aprendizaje a nivel organización. En otras palabras, la coincidencia continua de individuos poseedores de conocimientos en un espacio físico, no implica que con el tiempo se logrará constituir un referente común de conocimientos.

En el trabajo de Villavicencio (1990) se enfatiza la importancia del proceso colectivo de transmisión y adquisición de saberes en las actividades de aprendizaje que se traducen en conocimientos técnicos. Dicho proceso se manifiesta en dos niveles complementarios: a) al interior de la empresa, mediante la interacción entre el personal; b) al exterior de la empresa, por medio de la relación con los actores que comparten su entorno (Arvanitis y Villavicencio, 1994).

En suma, podemos señalar que la caracterización de las actividades de aprendizaje tecnológico implica considerar su nivel (individuales ó grupales), su origen (internas ó externas), el tipo de conocimiento que producen (tácito ó explícito) y los procesos de conversión de conocimiento que involucran (socialización, exteriorización, combinación e interiorización).

1.5.2 Aprendizaje tecnológico en la empresa

En la sección anterior se caracterizó al aprendizaje tecnológico desde una perspectiva general, aquí se abordan propuestas que a partir de la evidencia empírica recopilada aportan elementos analíticos para delimitar y describir las actividades concretas que realizan las empresas para aprender.

En el trabajo de Bell (1984) se pondera la relevancia de seis flujos de conocimiento que se sustentan en una serie de actividades de aprendizaje tecnológico llevadas a cabo en las empresas. En la tabla 1.2 se presentan y describen dichos flujos.

Tabla 1.2. Flujos de conocimiento en la empresa

FLUJO	DESCRIPCIÓN
Learning by operating	Es un flujo asociado a las experiencias derivadas del desarrollo de las actividades productivas cotidianas.
Learning by changing	Flujo de conocimiento que se desprende de la serie de cambios técnicos y mejoras realizadas por la empresa.
System performance feedback	Flujo que se sustenta en los mecanismos desarrollados con la finalidad de registrar, evaluar e interpretar las experiencias que se desprenden del desempeño de la empresa en los distintos ámbitos (productivo, competitivo, innovativo, etc.).
Learning by training	Flujo que se sustenta en las actividades deliberadas de capacitación y adiestramiento implementadas.
Learning by hiring	Flujo que hace referencia a la posibilidad de acceder al conocimiento disponible en el entorno de la empresa, mediante la contratación de personal que posea las habilidades y experiencias requeridas.
Learning by searching	Flujo relacionado con la búsqueda de conocimiento que no se puede adquirir incorporado como capital humano ó mediante procesos explícitos de capacitación.

Fuente: Elaboración propia con base en Bell (1984).

La forma particular en que la empresa explote los diferentes flujos de conocimiento disponibles, determinará la manera en la que accede a las capacidades que le permiten afrontar las tareas orientadas a propiciar y mantener el cambio tecnológico.

Basándose en la evidencia obtenida en trabajos que con diferentes orientaciones han abordado el estudio de procesos de aprendizaje tecnológico en las empresas, Arvanitis y Villavicencio (1994) discuten el problema metodológico que representa responder a la pregunta ¿Dónde y cómo observar el aprendizaje tecnológico? La cuestión se aborda mediante dos enfoques.

En un primer enfoque constituido a partir de la información recabada en estudios de caso, se plantea que las experiencias de aprendizaje están asociadas a diferentes funciones que se desarrollan al interior de la empresa mediante las cuales incrementa el acervo de conocimientos y algunas pueden ser útiles para desarrollar vínculos con actores externos. En la tabla 1.3 se presentan y describen las funciones consideradas.

Tabla 1.3. Funciones de aprendizaje tecnológico en la empresa

FUNCIONES	DESCRIPCIÓN
Compra, decisión y selección tecnológica	Funciones en que los dirigentes de la empresa aprenden a vincularse con el mejor proveedor, a adquirir el mejor equipo, a decidir lo pertinente en la inversión.
Construcción y concepción de la tecnología	Función en la que el aprendizaje se lleva a cabo cuando los actores son capaces de optar por la tecnología que mejor se articula con las características tecnológicas, organizacionales, sociales, etc., de la empresa.
Instalación del equipo	Función en que el proveedor de la tecnología transmite la información necesaria para su puesta en marcha y los usuarios aprenden a decodificarla.
Operación de equipo	Es la función de ejecución por parte de la mano de obra, donde se aprenden a efectuar las diferentes operaciones del equipo.
Mantenimiento y reparación	Función que relaciona el aprendizaje con la decodificación de información que no fue transmitida por el proveedor.
Programación	Función en la que el aprendizaje se relaciona con la readecuación de las características del equipo a los cambios requeridos por la producción y/o por la organización de la empresa en su conjunto.
Modificación del equipo	Función que incluye el aprendizaje relacionado con mejoras y adaptaciones al equipo, con la finalidad de transformarlo e integrarlo a otras funciones.
Capacitación	Función en la que se formaliza una parte de las actividades vinculadas al aprendizaje tecnológico.
Concepción de nuevos productos ó procesos	Función en la que los actores de la empresa aprenden a interrelacionar las diferentes funciones para generar procesos de innovación que impacten el desempeño tecnológico en términos cuantitativos y cualitativos.

Fuente: Elaboración propia con base en Arvanitis y Villavicencio (1994).

De esta forma las actividades de aprendizaje tecnológico identificadas en cada caso, adquirirán relevancia en términos de las funciones que desempeñan en el comportamiento tecnológico de la empresa.

El segundo enfoque se construye con la información obtenida de una encuesta desarrollada con el objetivo de obtener evidencia sobre el desempeño tecnológico de las empresas. Se plantea la existencia de seis categorías en las cuales se clasifican las diversas actividades

que desarrolla una empresa con la finalidad de obtener, seleccionar y modificar la tecnología. De esta forma, las actividades de aprendizaje se clasifican en: a) búsqueda de información especializada de opciones tecnológicas; b) negociación de tecnología; c) adaptación o modificación de equipos, partes y piezas; d) fabricación propia de equipos y partes; e) desarrollo de nuevos productos; f) diseño de procesos nuevos.

Desarrollar actividades de aprendizaje en todas las categorías propuestas implica que la empresa sea capaz de articular factores internos y externos a ella, con la finalidad de mejorar su desempeño tecnológico.

Cuando se presentó la taxonomía de Bell y Pavitt (1995) como herramienta analítica para establecer el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzado en nuestro caso, se planteó la importancia de la identificación de los procesos de aprendizaje tecnológico en los cuales interviene la empresa para una mejor comprensión de las trayectorias de acumulación de dichas capacidades. Los planteamientos anteriores aportan los elementos para definir la información necesaria para identificar los procesos de aprendizaje relevantes en nuestro caso, al mismo tiempo que proporcionan un marco de referencia que nos permite contrastar la evidencia obtenida y discutir el grado de generalización de la investigación.

1.6 Estructura Conceptual

Los principales conceptos derivados de lo establecido en el presente capítulo se presentan a continuación:

Empresa spin-off: Empresa que surge de un impulso emprendedor que se sirve de desarrollos tecnológicos derivados de instituciones que realizan actividades de I&D para emprender el negocio, y donde dichas instituciones participan apoyando el proceso de creación de la empresa.

Capacidades tecnológicas: Conjunto de conocimientos y habilidades acumulados mediante diversos procesos de aprendizaje, que le permiten a una empresa generar y gestionar el cambio técnico. En la medida en la que resulten difíciles de replicar, permitirán crear ventajas competitivas importantes a las empresas que las poseen.

Aprendizaje tecnológico: Toda actividad ó proceso en el que interviene una empresa que le permita acumular un conjunto de experiencias, conocimientos y habilidades que conforman la base sobre la que construye sus capacidades tecnológicas.

CAPITULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Introducción

La investigación se centra en el análisis del proceso de construcción de las capacidades tecnológicas de la empresa Materiales-Productos Poliméricos y Elementos de Construcción S.A de C.V (MAPPEC), originada en el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE).

Se consideró propicio abordar la investigación por medio de la técnica de estudio de caso exploratorio, donde el investigador se concentra en una situación concreta (el proceso de acumulación de las capacidades tecnológicas) e intenta identificar y caracterizar los diferentes procesos que ocurren en torno a ella, con la finalidad de obtener elementos que permitan dar respuestas a las preguntas de investigación establecidas previamente (Yin, 1994; Bell, 2002).

De acuerdo a Yin (1994), utilizar la metodología de estudio de caso exploratorio es adecuado cuando a partir de la investigación se pretenden responder preguntas de “cómo” y “por qué”.

2.1 Diseño de la investigación

2.1.1 Proceso de selección del caso

La elección de MAPPEC como empresa a ser estudiada se realizó después de un primer esfuerzo exploratorio para definir el fenómeno de estudio. La inquietud de investigación inicial se centraba en la posible existencia de experiencias de creación de empresas tipo *spin-off* en instituciones públicas de investigación que pudieran ser consideradas, para su análisis posterior, como procesos *sui generis* de construcción de capacidades tecnológicas en el contexto del SNI mexicano.

La elección del IIE como institución de investigación pública obedece por un lado a la ponderación estratégica que las actividades que ahí se realizan tienen a nivel nacional, considerando el sector en el que se inserta;¹ y por otro lado a que gracias a la información preliminar obtenida se identificó la participación histórica del IIE en iniciativas para desarrollar mecanismos de creación de empresas.²

Una vez elegida la institución de investigación se procedió a contactarla, con la finalidad de obtener información más detallada acerca de posibles casos que ilustraran la gestación de empresas en su interior. La evidencia obtenida nos llevó a reconocer que actualmente la formación de empresas al interior del IIE no es una práctica tan común como inicialmente suponíamos. La secuencia hasta aquí descrita hizo necesario ajustar y detallar la inquietud de investigación inicial.

¹ En el trabajo de Casalet (2001), se propone una clasificación de las instituciones mexicanas que conforman el SNI. De aquí se desprende que el IIE pertenece a la categoría denominada de instituciones de IyD sectoriales, la cual representa un subsistema integrado por aquellas instituciones, cuyas actividades de investigación están enfocadas a responder a las necesidades nacionales de crecimiento sectorial. El desempeño adecuado de dichas instituciones permite incrementar las capacidades tecnológicas en sectores básicos y de importancia estratégica para el país, como es el caso del sector eléctrico.

² En esta primera etapa exploratoria fue relevante la información obtenida mediante un par de entrevistas con la Lic. Lilia Arechavala, quien se desempeñara como directora del Centro de empresas de Innovación Tecnológica (CEMIT), que surge de una iniciativa para establecer una incubadora de empresas que involucró a diversas organizaciones entre las cuales se encontraba el IIE. Las fuentes documentales: Fernández (1991) y Bishop y Lalkaka (1996), también fueron importantes en esta etapa.

Finalmente se optó por abordar el estudio de caso específico del proceso de acumulación de las capacidades tecnológicas de la empresa MAPPEC originada al interior del IIE, debido a las particularidades que presentaba su proceso de formación, el cual involucró un esquema de transferencia de tecnología incluyendo el licenciamiento tecnológico de recursos propiedad del IIE y la participación activa de personal calificado del mismo;³ se considero como un caso excepcional que podía tener aportaciones importantes en relación a las interrogantes que se plantean en el trabajo.

Es importante destacar también que un factor fundamental para la elección del caso fue la apertura e interés mostrados por los directivos y el personal de MAPPEC para colaborar en la realización de la investigación.

2.1.2 Objetivos

2.1.2.1 Objetivo general

- Delimitar y analizar el proceso mediante el cual se conforman las capacidades tecnológicas de una empresa gestada al interior de una institución de investigación, utilizando el caso de la empresa MAPPEC originada en el IIE, con la finalidad de precisar los efectos que tiene el origen de la empresa sobre su trayectoria particular de acumulación de capacidades tecnológicas.

2.1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los procesos de gestación y creación de la empresa MAPPEC.
- Identificar y analizar los mecanismos de aprendizaje significativos en la acumulación de las capacidades tecnológicas de la empresa MAPPEC.
- Determinar el nivel actual de capacidades tecnológicas acumulado por MAPPEC.

³ Esta información se obtuvo en una primera entrevista con el Ing. José Luis Rincón Servín, responsable del área de protección de la propiedad intelectual en el IIE. El Ing. Rincón se refirió a este esquema de transferencia como de “flujo total”.

2.1.3 Elementos del diseño de la investigación

2.1.3.1 Preguntas de investigación

La investigación se enfoca a responder las siguientes preguntas:

¿Qué factores determinaron que la creación de la empresa MAPPEC originada en el IIE se llevara a cabo exitosamente?

¿Qué nivel de capacidades tecnológicas ha sido acumulado por MAPPEC y cuáles son y cómo operan los mecanismos de aprendizaje en los que se sustenta dicha acumulación?

¿Cómo se relaciona el origen de MAPPEC con las características de su trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas y cuáles son las implicaciones de dicha relación?

2.1.3.2 Hipótesis

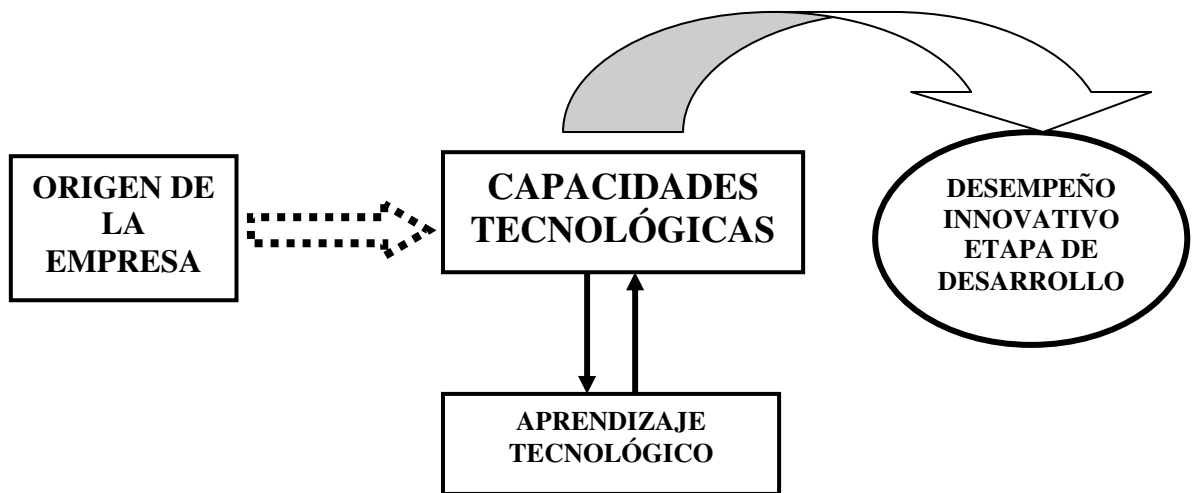
Una hipótesis de carácter muy general, establecida previamente al trabajo de campo se presenta a continuación:

El origen de la empresa MAPPEC como una iniciativa de negocio que surge al interior del IIE para explotar comercialmente recursos tecnológicos ahí desarrollados, le facilitó el acceso a una trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas particular que se reflejó en el desempeño presentado durante la etapa de desarrollo posterior a su creación, el cual a su vez, le ha permitido afrontar las condiciones contextuales asociadas al entorno en el que desempeña sus actividades.

2.1.3.3 Estructura analítica de la investigación

A partir de las preguntas de investigación y al planteamiento hipotético establecidos previamente, se construyó la estructura analítica de la investigación, representada en la figura 2.1. Con base en esta se definió la estrategia a seguir en la recolección de la información y se delimitó la secuencia lógica empleada en el análisis posterior.

Figura 2.1. Estructura analítica de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.1 se observa un primer vínculo que es la base de nuestro estudio, que representa por medio de una flecha con línea punteada la existencia de cierta relación entre las características y condiciones asociadas al origen de la empresa y su trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas.

De la revisión teórica documentada en el capítulo 1 se desprende el siguiente planteamiento: si bien el aprendizaje tecnológico permite acumular conocimientos traducibles en capacidades tecnológicas, la aplicación de estas capacidades permite a su vez efficientar los mecanismos de aprendizaje existentes e incluso crear nuevos; a partir de lo anterior es que se establece la existencia de una relación bidireccional entre los procesos de aprendizaje en los que participa la empresa y las capacidades tecnológicas acumuladas.

Finalmente, en la figura 2.1 se ilustra la relación entre el desempeño innovativo⁴ asociado a la etapa de desarrollo de la empresa y el acervo de capacidades tecnológicas acumuladas por ésta en las distintas funciones técnicas que realiza.

2.1.3.3 Unidad de análisis

En esta investigación se utiliza el término unidad de análisis para identificar y definir a entidades concretas (individuos, organizaciones, proyectos, etc.) mediante las cuales se puede abordar el problema fundamental de investigación establecido en el estudio de caso. La definición adecuada de la unidad de análisis permite delimitar las características de la información que se requerirá (Yin, 1994). De acuerdo a lo anterior, nuestra unidad de análisis es la empresa MAPPEC.

⁴ El desempeño innovativo se considera en sentido cuantitativo: número de productos nuevos y/o mejorados introducidos al mercado desde su creación y en sentido cualitativo: características de la mejora ó novedad asociada a los productos.

2.2 Estrategia de investigación

2.2.1 Fuentes de información

La mayor parte de la información recabada en la presente investigación es cualitativa, aunque en algunas secciones se hace referencia a datos cuantitativos. Las principales fuentes de información y una descripción genérica de éstas se presenta en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Fuentes de información

FUENTE DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN
Entrevistas semi-estructuradas	Entrevistas con un formato flexible, que nos permitieron partir de la discusión de tópicos previamente establecidos, con la posibilidad de ahondar más en cuestiones que durante el transcurso de la entrevista se consideraran relevantes en función de la información que se pretendía recabar.
Comunicaciones informales	Aquí se incluyen los encuentros con informantes clave, que sin tener la formalidad de una entrevista nos permitían obtener y/o detallar información; también los intercambios de información vía correo electrónico, que nos facilitaron el acceso a datos concretos.
Observación directa en campo	Visitas a la empresa para observar las actividades desarrolladas. Nos permitieron constatar y enriquecer la información recolectada mediante las otras fuentes.
Información documentada	Todos los registros documentales disponibles, que aportaron información relevante para el estudio.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Recolección de la información

A partir de la información obtenida durante la fase exploratoria inicial que se consiguió mediante entrevistas y revisión de documentos, se detalló el problema de investigación y se definió la unidad de análisis.

La evidencia para caracterizar el proceso de gestación de la empresa se obtuvo fundamentalmente por medio de entrevistas; con base en ella se lograron delimitar los factores que permitieron la creación de la empresa MAPPEC.

En particular, las entrevistas, comunicaciones informales y la revisión de documentos relacionados con las actividades de desarrollo tecnológico en el IIE permitieron identificar las acciones que se consideraron relevantes para la conformación de los recursos tecnológicos que posteriormente serían transferidos a la incipiente empresa.

Por otro lado, la información recabada en entrevistas con integrantes del equipo emprendedor nos aportó elementos importantes para abordar la discusión en torno al estatus *spin-off* de la empresa. Contar con dos vertientes de información: la recabada al interior del IIE y la que se obtuvo en encuentros con integrantes del equipo emprendedor que creó la empresa, resultó importante, ya que nos permitió contrastar la información de ambas fuentes, lo que se presenta como una alternativa para validar la evidencia (Yin, 1994).

La identificación y caracterización de los procesos de aprendizaje que se consideran relevantes para la empresa se concretó con la ayuda de la información recolectada en entrevistas, comunicaciones informales y documentos que se generan en la empresa tales como reportes de operaciones, manuales de procedimientos, reportes de licitación, etc.

Por medio de la interacción directa con el personal de supervisión y operación del proceso de producción que se estableció vía la observación de las actividades en campo, se pudo detallar la información relacionada con los procesos de aprendizaje identificados.

Para la definición del nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por la empresa fue fundamental la información detallada obtenida de las distintas fuentes descritas. Particularmente importante para esta parte resultó la evidencia recolectada acerca de proyectos específicos de mejora de procesos y de desarrollo de productos.

2.2.3 Presentación y análisis de la información

La información relacionada con la gestación y el nacimiento de la empresa, se sistematizó utilizando como base el proceso de generación de empresas *spin-off* establecido en el trabajo de Roberts y Malone (1996), que por un lado nos permitió definir una secuencia ordenada en la presentación de la información obtenida; y por otro lado contrastar nuestro caso con un modelo que se constituyó a partir de información empírica derivada del análisis de casos de generación de empresas de este tipo.

Usando como referencia la información sobre las actividades de aprendizaje tecnológico documentadas en otros casos, se definió la estrategia en la recopilación de la evidencia representativa del conjunto de actividades y procesos de aprendizaje en los que interviene nuestra empresa en estudio.

Los procesos de aprendizaje identificados como relevantes para la empresa se presentan de acuerdo al origen del conocimiento adquirido en internos y externos. La discusión y el análisis de los mismos se realizan en función del tipo de conocimiento que permiten adquirir y en términos de su aportación a la acumulación de capacidades tecnológicas en las distintas funciones que realiza la empresa.

De acuerdo con la taxonomía propuesta por Bell y Pavitt (1995) se estableció el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzado por MAPPEC en las distintas funciones técnicas. La taxonomía únicamente hace referencia a las actividades genéricas que la empresa debería desarrollar para cada función y nivel de acumulación, por lo cual la información que sustenta el nivel de capacidades alcanzado se presenta en forma de experiencias concretas que manifiestan la aplicación y por consiguiente la existencia de dichas capacidades.

CAPITULO 3. MARCO CONTEXTUAL

Introducción

En el presente capítulo se delimita el contexto general de la investigación. Se divide en tres partes: La primera parte se enfoca a la caracterización de la empresa MAPPEC; se aborda una descripción de sus productos, proceso de producción y sistemas de calidad; se ilustra el desempeño en ventas que ha presentado desde el inicio de sus operaciones y finalmente se plantean las condiciones del mercado en el que compete. En la segunda parte se define la clase de actividad en la que se inserta la empresa, se discute acerca de su importancia y se establece el perfil tecnológico asociado a las empresas que se incluyen en dicha clase. En la tercera y última parte se presenta una descripción general del IIE entidad de investigación en la que se originó la empresa estudiada.

3.1 La empresa

La empresa MAPPEC está situada en la Ciudad de Cuernavaca Morelos; inició sus operaciones en 1999. Se fundó con el objetivo de proporcionar al sector y a la industria eléctrica a través de sus productos, una alternativa para incrementar la confiabilidad de los dispositivos aislantes de alto voltaje tradicionales empleados en los circuitos eléctricos de distribución y transmisión, ante la influencia de descargas atmosféricas y contaminación, que representan dos de los problemas más comunes relacionados con fallas en estos sistemas.

3.1.1 Productos

Los productos de MAPPEC están dirigidos a nichos de mercado determinados por las necesidades de sus clientes, asociadas a problemas específicos enfrentados: fallas en el sistema de distribución de energía eléctrica provocadas por incidencia de descargas atmosféricas y contaminación. Al respecto el M. C. Marco Antonio Ponce, Director General de la empresa, señaló que: *“Lo que existe es una necesidad, pero no está totalmente delineada como un mercado; en la medida en que el nuevo producto la cubre, se abre y expande el mercado . . .”*

Sus productos están divididos en dos líneas de negocio Alfileres aislados y Apartarrayos, que son producidos bajo licencia del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). El material empleado para la fabricación de los productos es el denominado Concreto Polimérico, que es un material aislante constituido principalmente por arena sílica y resina polimérica.

En la tabla 3.1 se presentan y describen los productos ofrecidos actualmente en las dos líneas de negocio.

Tabla 3.1. Productos de la empresa MAPPEC.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
LÍNEA DE ALFILERES AISLADOS	
Alfiler aislado (AA) 13, 22, 33. ¹	Los AA son soportes electromecánicos que sustituyen a los alfileres metálicos tradicionales y proporcionan una distancia dieléctrica adicional que dificulta la perforación del aislamiento en su conjunto, principalmente ante sobretensiones eléctricas de frente escarpado producidas por descargas atmosféricas.
Alfiler aislado con faldón (AAF) 13, 22, 33.	El AAF cuenta con una distancia de fuga mayor con respecto al AA, lo que se presenta como una solución ante los problemas de descargas superficiales propiciadas por la contaminación de los aisladores.
Aislador Tipo Soporte para Interiores (ASIN) 13, 22.	El ASIN es un aislador que se puede usar en tableros y subestaciones de media tensión, como soporte mecánico para barras conductoras, circuitos derivados, cables, etc.
Soporte Separador de Cortacircuito (SSC), 13, 22.	El SSC es un dispositivo que permite fijar aisladamente un seccionador de circuitos.
LÍNEA DE APARTARRAYOS	
Apartarrayo de Óxidos Metálicos (ADOM) 13, 22, 33.	El ADOM es un equipo supresor de sobretensiones eléctricas provocadas por las descargas atmosféricas, dichas sobretensiones son drenadas a tierra a través de un cuerno de arqueo conectado en serie con elementos de resistencia no lineal de óxidos metálicos encapsulados en una envoltura de concreto polimérico. El dispositivo sirve además como soporte mecánico del conductor, en conjunto con el aislador tipo alfiler con el que conforma el sistema de protección.
Apartarrayo de Línea con Entrehierro en Aire (ALEA) 13, 22, 33.	Los ALEA 13,22, 33 son apartarrayos que funcionan mediante el principio de operación de un entrehierro entre la línea y el equipo supresor de sobretensiones eléctricas. Se pueden utilizar en conjunto con un aislador convencional.
Apartarrayo de Línea con Entrehierro en Aire (ALEA) con envoltura de hule de silicón (69, 115, 138, 230).	Los ALEA 69, 115, 138, 230 están conformados por un apartarrayos de (10kA) cuyos elementos resistivos no lineales son varistores de óxido de zinc, confinados en una envoltura aislante de hule de silicón. Funcionan también mediante el principio de operación de un entrehierro entre la línea y el apartarrayos, pero dadas las condiciones de voltaje requieren de electrodos especiales para acoplar la conexión.
Apartarrayos Integrado en Concreto Polimérico (AICP 23 LFC).	Es un apartarrayos con especificaciones particulares para Compañía de Luz y Fuerza del Centro (LyFC).

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida en el trabajo de campo.

¹ Los números se refieren a la clase del producto asociada a la tensión nominal de operación.

3.1.2 Proceso de producción

A continuación se describen de forma resumida las etapas que conforman el proceso de producción implementado actualmente en MAPPEC:

- *Recepción e inspección de materias primas y componentes*

La primera etapa es la recepción e inspección visual y dimensional de todas las materias primas utilizadas en la mezcla de concreto polimérico, así como de los componentes utilizados en los diferentes dispositivos, tales como: herrajes, varistores, etc. La finalidad de este proceso es identificar alguna posible anomalía en los insumos de producción. Una vez realizada la inspección son transportados al almacén, donde se actualiza el inventario. El traslado posterior hacia los procesos específicos estará en función de los requerimientos de la producción.

- *Elaboración de la mezcla*

La mezcla que da origen al material concreto polimérico se compone por una serie de materias primas básicas orgánicas (resinas y otros químicos) e inorgánicas (arenas). El proceso se realiza en forma segmentada, mezclando separadamente las materias orgánicas de las inorgánicas para posteriormente realizar una mezcla final mediante la cual se obtiene el concreto polimérico en forma de pasta.

- *Ensamble de varistores*

Para el caso de los productos que requieren varistores el proceso presenta una fase de ensamble de los mismos; consiste en la estructuración de los varistores y los electrodos de latón mediante la utilización de un dispositivo neumático que permite ensamblar los componentes. De esta forma se articula una estructura mecánica que permite moldear el producto final.

- *Moldeo de las piezas*

En la fase de moldeo se parte de seleccionar el molde y el herramental necesarios de acuerdo al tipo de producto. El proceso de moldeo de todos los productos se realiza

mediante prensas hidráulicas cuyo funcionamiento se basa en los principios de compresión y temperatura. Después de que los herramientas se han precalentado, se proporciona la cantidad de mezcla de concreto polimérico de acuerdo al tipo de producto. Se inicia entonces el proceso de moldeo asegurando la compresión del material e iniciando con la etapa de curado controlando presión y temperatura; obteniendo finalmente el producto terminado.

- *Pruebas dimensionales y de resistencia de aislamiento*

Una vez moldeada la pieza, se traslada al proceso de pruebas de rutina. Donde a través de una cámara de video se digitaliza la pieza a medir, obteniendo así las dimensiones de la misma y mediante un sistema de adquisición de datos y software especializado se comparan automáticamente con un patrón, comprobando de esta manera si el producto se encuentra dentro de los parámetros establecidos. Una vez completada la verificación dimensional, se procede a realizar la medición de la resistencia de aislamiento para el caso de los apartarrayos.

- *Armado y ensamble de herrajes*

Paralelamente a las pruebas de rutina, se procede al armado y ensamblaje de herrajes (dependiendo del tipo y clase de producto se define el tipo de herrajes que lo conforman). Adicionando los instructivos de ensamble e instalación además de todos los componentes para su empaque final.

- *Prueba eléctrica*

Una vez ensamblados, los productos son trasladados al área de pruebas eléctricas donde, mediante una fuente de alta tensión, se determina su voltaje de referencia registrando la corriente de referencia correspondiente. De esta manera se verifica que las variables eléctricas estén dentro de los límites especificados, cabe mencionar que esta prueba se realiza al 100% de la producción.

- *Prueba mecánica*

Como prueba de mecánica de aceptación (por muestreo) se aplica una carga a cantilever, sometiendo al producto a un esfuerzo de flexión. Esta prueba es de aceptación interna y externa (solicitada también por el cliente para liberar el producto), su importancia radica en que al detectarse una falla en un producto se desecha todo el lote que fue fabricado con la misma carga de mezcla, además de buscar la causa del rechazo y corregirla previniendo así una posible falla mecánica de los equipos en campo.

- *Pruebas de aceptación*

Como parte final del proceso, el cliente realiza un muestreo del producto para llevar a cabo las pruebas de aceptación (visual, dimensional, mecánica y eléctrica).

3.1.3 Calidad

MAPPEC cuenta con la constancia de Calificación de Proveedor Confiable expedida por el LAPEM (Laboratorio de Pruebas a Equipos y Materiales) que pertenece a CFE, para todos los productos de concreto polimérico. Los productos son evaluados bajo las especificaciones: CFE 52000-04, CFE 52000-05 y CFE 52000-06. En particular los apartarrayos son sometidos a las pruebas de ciclo de operación y descargas parciales descritas en la norma IEC 99-4.

Así mismo, en MAPPEC se ha implementado un sistema de gestión de la calidad enfocado a procesos, basado en la norma internacional ISO-9001, que le permite entre otras cosas:

- Identificar los procesos y su aplicación a través de la organización.
- Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de la realización y control de las actividades.
- Asegurarse de la disponibilidad de recursos.
- Realizar acciones de seguimiento, medición y análisis.
- Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de los procesos.

3.1.4 Ventas

En la tabla 3.2 se establecen los montos de ventas en cada año de operación de la empresa MAPPEC.

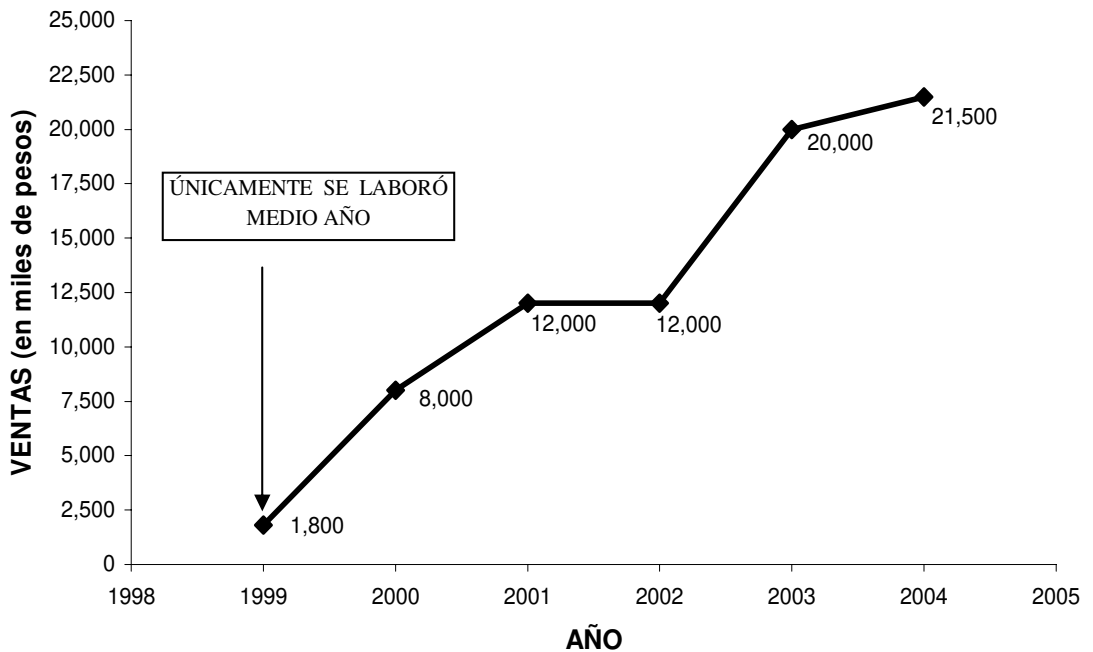
Tabla 3.2. Ventas de MAPPEC por año.

AÑO	VENTAS (en pesos)
1999*	1,800,000
2000	8,000,000
2001	12,000,000
2002	12,000,000
2003	20,000,000
2004	21,500,000

* Únicamente se laboró medio año

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida en las entrevistas.

Figura 3.1. Ventas de MAPPEC por año.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida en las entrevistas.

De acuerdo a la figura N°- 3.1 se observa que predomina una tendencia creciente de las ventas durante los cinco años de operación de la empresa. El año 2002 es en el único que no se reporta un aumento con respecto a un año anterior, pero se logró mantener la cantidad registrada en el 2001. Así mismo, se puede observar que el monto de las ventas en el año 2004 es aproximadamente 268% superior al monto obtenido en el 2000, que fue el primer año completo de operaciones.

Los principales clientes de MAPPEC son las empresas encargadas de transmitir y distribuir la energía eléctrica en México. Las ventas totales se distribuyen entre éstos de la siguiente manera: un 70% para Comisión Federal de Electricidad (CFE), 25% para Compañía de Luz y Fuerza del Centro (LyFC) y el 5% restante a otros clientes privados.

3.1.5 Competencia

La particularidad de que sus clientes sean empresas paraestatales, provoca que las ventas se tengan que realizar mediante mecanismos de licitación pública a nivel nacional e internacional. Esta forma de comercialización tiene implicaciones competitivas en cuanto a la calidad y el precio de los productos.

La competencia de MAPPEC está compuesta predominantemente por empresas con presencia internacional como: IUSA, ABB, SIEMENS, HUBBELL, etc. que se caracterizan por tener una fuerte tradición en el desarrollo y producción de manufacturas eléctricas y presentan una gran diversidad en sus productos. Como habíamos señalado, MAPPEC desarrolla productos para nichos especializados de mercado; por consiguiente, hablar de líderes de mercado implica separar por tipo de nicho. De esta manera, tenemos que los dos más importantes competidores en cada una de las líneas de productos de MAPPEC son en aislamiento IUSA y en apartarrayos HUBBEL y ABB. Es importante destacar que MAPPEC no compite con ninguna empresa que presente características similares a ella en lo que se refiere a tamaño en función de número de trabajadores. MAPPEC actualmente cuenta con 25 trabajadores incluyendo operativos y administrativos.

3.2 Actividad industrial

3.2.1 Desagregación de la clase de actividad

Los productos que se elaboran en MAPPEC están considerados como manufacturas eléctricas y más específicamente como equipos eléctricos aplicados al sistema de distribución y transmisión de energía eléctrica. Por consiguiente, la clase de actividad en la que se inserta a MAPPEC según la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) es la 383101, definida como: “Fabricación, Ensamble y Reparación de Motores Eléctricos y Equipo para la Generación, Transformación y Utilización de la Energía Eléctrica”. La desagregación desde el sector manufacturero hasta la clase de actividad industrial mencionada, se ilustra en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Definición de la clase de actividad industrial de MAPPEC

NIVEL	CODIGO CMAP	DESCRIPCIÓN
SECTOR	3	Manufacturero
SUBSECTOR	38	Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo. Incluye Instrumentos Quirúrgicos y de Precisión
RAMA	3831	Fabricación y/o Ensamble de Maquinaria, Equipo y Accesorios Eléctricos. Incluye para la Generación de Energía Eléctrica
CLASE	383101	Fabricación, Ensamble y Reparación de Motores Eléctricos y Equipo para la Generación, Transformación y Utilización de la Energía Eléctrica.

Fuente: Censo industrial, INEGI.1999.

3.2.2 Importancia de la clase de actividad

Las ventas para el subsector 38, la rama 3831 y la clase 383101 se presentan en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Ventas de productos elaborados por subsector, rama y clase (En miles de pesos a pesos corrientes).

Año	Total subsector 38	Total rama 3831	Total Clase 383101	Participación de la clase 343101 en la rama 3831 en (%)	Participación de la clase 343101 en el subsector 38 en (%)
1994	115,702,152	10,348,507	1,952,218	18.86%	1.69%
1995	163,486,617	14,818,020	2,548,293	17.20%	1.56%
1996	271,481,240	21,738,392	3,962,874	18.23%	1.46%
1997	346,377,446	26,186,598	5,508,052	21.03%	1.59%
1998	430,551,964	31,778,901	6,692,559	21.06%	1.55%
1999	497,509,597	35,892,734	8,211,742	22.88%	1.65%
2000	588,700,491	39,788,923	8,352,905	20.99%	1.42%
2001	567,811,758	40,680,134	9,788,256	24.06%	1.72%
2002 p/	557,271,516	39,473,206	9,816,847	24.87%	1.76%

p/ Cifras preliminares.

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la encuesta industrial anual. INEGI.

A pesar de que se observa una tendencia creciente de la participación de las ventas de la clase 383101 en el total de ventas del subsector 38, en términos cuantitativos es muy pequeña (toma un valor de 1.76 % en el año 2002); de acuerdo a este valor, el impacto de las actividades que se insertan en dicha clase parecería ser poco importante. Con respecto a la rama 3831, la participación de la clase 383101 es mayor, alcanzando un valor aproximado del 25% de las ventas asociadas a esa rama en el año 2002.

Consideramos que la importancia de la clase 383101 se representa de mejor manera en términos cualitativos. La oferta de producción de la clase de actividad 383101 está relacionada con los requerimientos de clientes que realizan actividades de generación, transformación y utilización de energía eléctrica. De esta forma las características de los productos de dicha clase y las mejoras realizadas a los mismos impactan directamente al

desempeño del sector eléctrico en su conjunto. El papel que juega dicho sector es de suma importancia en el desarrollo industrial de un país. Un sector eléctrico limitado en cobertura, eficacia, eficiencia y calidad impacta negativamente a la consecución de metas estratégicas a nivel nación.

De esta manera, la dinámica del mercado asociado a las empresas contenidas en la clase de actividad 383101, será determinada en gran medida por el comportamiento de la demanda proveniente del sector eléctrico, ejercida por las dos empresas paraestatales: CFE y LyFC. Para el caso específico de MAPPEC de acuerdo a la aplicación de sus productos, la demanda se vincula con las actividades de desarrollo, mejora y mantenimiento de la infraestructura de líneas de distribución y transmisión de energía eléctrica.

3.2.3 Perfil tecnológico de la clase de actividad

La clase de actividad industrial 383101 de acuerdo a la clasificación de Pavitt (1984), aplicada al caso mexicano en el trabajo de Capdeville y Dutrénit (1993), se sitúa en el sector tecnológico denominado como: “oferentes especializados”. Las características principales asociadas a las empresas incluidas en este sector tecnológico son: sus actividades de innovación están predominantemente enfocadas a los productos; sostienen un fuerte vínculo con sus clientes y proveedores que les permite responder a las exigencias del mercado; demandan y combinan tecnologías de materiales, diseño, nuevos productos, etc.; tienen una retroalimentación constante con otros sectores; la apropiación de las rentas tecnológicas descansa en el diseño, la calidad, el *know how* y en los mecanismos de comunicación con sus clientes.

De esta forma, podemos considerar a MAPPEC como una empresa oferente especializada cuyos productos responden a la necesidad de garantizar el suministro continuo de la energía eléctrica, ya que están enfocados a ofrecer soluciones para los dos problemas más importantes asociados a fallas en los aislamientos de las líneas de distribución y transmisión: descargas atmosféricas y contaminación que provocan una gran cantidad de interrupciones en el servicio eléctrico.

3.3 El Instituto de investigaciones Eléctricas (IIE)

Como hemos establecido previamente, la empresa MAPPEC se originó al interior del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), por lo que consideramos importante presentar una descripción general del mismo².

3.3.1 Antecedentes y objetivos

Con la finalidad de propiciar que la industria eléctrica siguiera una línea de modernización, competitividad y sustentabilidad en el corto y largo plazos, en México se crearon entidades de investigación aplicada a la industria eléctrica como son el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y el Laboratorio de Pruebas a Equipos y Materiales (LAPEM).

El Instituto de Investigaciones Eléctricas fue creado por decreto presidencial publicado el primero de diciembre de 1975 como un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con carácter científico y tecnológico. El IIE se derivó de un instituto de investigaciones que operaba como una división interna de CFE.

Con el paso del tiempo se integraron los núcleos básicos de investigación y se empezó a desarrollar la infraestructura de laboratorios especializados; también se definió el marco de referencia para programas de investigación tales como geotermia, plantas termoeléctricas, transmisión y distribución, apoyo a la fabricación nacional y utilización de la energía eléctrica.

Progresivamente se dio prioridad a una etapa de consolidación institucional orientada principalmente a fortalecer la organización, a precisar los aspectos operativos de los programas de investigación, a especializar la capacidad científica y tecnológica y a formalizar los procedimientos y métodos de trabajo.

² Información obtenida de documentos institucionales tales como: el manual de la organización y el plan estratégico del IIE 2003-2006.

Con la formación de un Comité Técnico por parte de la Junta Directiva del IIE, se establecieron mecanismos formales de evaluación para los proyectos en marcha y los programas propuestos.

La colaboración tecnológica con CFE, LyFC, y la industria de manufacturas eléctricas se incrementó con el tiempo, en miras de buscar la obtención de resultados directamente aplicables en la solución de los problemas tecnológicos del sector.

A continuación se listan los objetivos generales para los cuales se creó el IIE, así como su misión y visión:

Objetivos

- Realizar y promover la investigación científica, el desarrollo experimental y la investigación tecnológica con la finalidad de resolver los problemas científicos y tecnológicos relacionados con el mejoramiento y el desarrollo de la industria eléctrica.
- Contribuir a la difusión e implantación, dentro de la industria eléctrica, de aquellas tecnologías que mejor se adapten al desarrollo económico del país.
- Mantener relaciones efectivas con institutos similares de otros países y con institutos académicos y de investigación tecnológica en el país.
- Impartir cursos de especialización y actualización de conocimientos en ciencia, tecnología y administración industrial en el área de la industria eléctrica.
- Brindar asesoría a la Comisión Federal de Electricidad, a la industria de manufacturas eléctricas y a las compañías de ingeniería y de servicios de consultoría relacionadas con la industria eléctrica.
- Proponer a la Secretaría de Energía y a la Comisión Federal de Electricidad programas de investigación aplicada y tecnológica y los correspondientes planes de operación, inversión y financiamiento, a corto, mediano y largo plazos.
- Patentar y licenciar las tecnologías desarrolladas y los resultados de la investigación que obtenga y que resulten procedentes; y realizar actos conexos con los anteriores y los demás que se fijen en el Estatuto del Instituto.

Misión

Promover y apoyar la innovación mediante la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico con alto valor agregado para aumentar la competitividad de la industria eléctrica.

Visión

Ser una institución líder conformada por científicos y técnicos de reconocido prestigio, cuyos resultados aporten beneficios a la industria eléctrica y contribuya a la protección del medio ambiente y al desarrollo sustentable del sector energético.

3.3.2 Estructura

Para cumplir con sus objetivos y desempeñar sus funciones en el IIE se ha establecido la siguiente estructura organizacional:

- I Junta Directiva.
- II Órganos Colegiados: a) Consejo Consultivo de Investigación, b) Comité Técnico Operativo, c) Comité de Control y Auditoría.
- III Órganos de Vigilancia y de Control Interno: a) Comisarios Públicos, b) Contralor Interno.
- IV Dirección Ejecutiva.
- V Divisiones: a) División de Energías Alternas, b) División de Sistemas de Control, c) División de Sistemas Eléctricos, d) División de Sistemas Mecánicos, e) División de Planeación y Apoyo Técnico Institucional, f) División de Administración y Finanzas.

Las divisiones a su vez se dividen en gerencias y departamentos específicos distinguiéndose tres áreas: 1) de investigación, en la que se desarrollan las distintas líneas de investigación; 2) de apoyo técnico y administrativo, la cual se encarga principalmente de la planeación, administración y difusión; y 3) la de control interno, cuya función primordial es la de controlar y evaluar por medio de auditorías.

Divisiones y gerencias técnicas

Las divisiones técnicas se conforman de la siguiente forma:

División de Energías Alternas: Gerencia de Geotermia, Gerencia de Energía Nuclear, Gerencia de Energías no Convencionales y Gerencia de Sistemas de Calidad, Ambiente y Seguridad.

División de Sistemas de Control: Gerencia de Control e Instrumentación, Gerencia de Simulación, Gerencia de Supervisión de Procesos y Gerencia de Sistemas Informáticos.

División de Sistemas Eléctricos: Gerencia de Análisis de Redes, Gerencia de Equipos Eléctricos, Gerencia de Uso de Energía y Gerencia de Transmisión y Distribución.

División de Sistemas Mecánicos, Gerencia de Materiales y Procesos Químicos, Gerencia de Ingeniería Civil, Gerencia de Turbomaquinaria y Gerencia de Procesos Térmicos.

Cada una de las divisiones técnicas cuenta con un departamento interno de seguimiento de programas.

Recursos humanos³

A diciembre de 2002 el Instituto contaba con una plantilla de 971 personas, de las cuales el 51.3% eran investigadores y el resto personal administrativo y sindicalizado.

La plantilla de investigadores está integrada por 484 investigadores, divididos de la siguiente forma: 156 investigadores pertenecen a la División de Sistemas de Control (DSC), 93 investigadores pertenecen a la División de Energías Alternas (DEA), 88 investigadores pertenecen a la División de Sistemas Eléctricos (DSE), 77 investigadores pertenecen a la División de Sistemas Mecánicos (DSM) y 70 investigadores pertenecen a la División de Planeación y Apoyo Técnico Institucional (DPAT).

³ Información obtenida en el sitio web: www.iie.org.mx

El 16.5 % cuenta con grado de doctor, el 33.9 % con maestría y el 49.6 % nivel licenciatura, en su mayoría ingenieros. La especialidad predominante es la electromecánica, pero también se cuenta con especialistas en informática y optimización, química y materiales, energía nuclear, ciencias básicas, ingeniería civil y ciencias de la tierra.

CAPITULO 4. ORIGEN Y GENERACIÓN DE LA EMPRESA MAPPEC

Introducción

El propósito del presente capítulo es discutir el estatus *spin-off* de la empresa MAPPEC; aquí se describen cronológicamente la serie de sucesos relevantes para la creación de la empresa MAPPEC. La información se presenta siguiendo la pauta propuesta en el modelo de etapas para crear empresas *spin-off* de base tecnológica desarrollado por Roberts y Malone (1996).

Se presentan las acciones llevadas a cabo al interior del IIE que de acuerdo al análisis de la información recopilada en el trabajo de campo, consideramos determinantes para conjuntar los recursos tecnológicos que posteriormente serían licenciados a la empresa MAPPEC.

De igual forma se establecen los hechos relacionados de manera directa con la gestación y creación de la empresa, enfatizando la forma en la que surge la idea empresarial y los factores que permitieron que una vez definida se desarrollara exitosamente.

Finalmente se presenta a manera de conclusión una reflexión final acerca del estatus *spin-off* de la empresa, para lo cual se retoman elementos relacionados con el proceso de generación de empresas de este tipo discutidos en el capítulo 1.

4.1 Obtención de recursos y desarrollo del proyecto de I&D

Durante los primeros años de operación del IIE se comenzaron a detallar los programas de investigación que le permitirían cumplir con los objetivos para los cuales fue creado. En este contexto se realizó un convenio de colaboración con el Electrical Power Research Institute (EPRI), ubicado en el estado de California en los Estados Unidos, con la finalidad de compartir resultados de investigación que pudieran traducirse en desarrollos tecnológicos conjuntos que permitieran abordar problemas comunes.

En la línea de investigación de desarrollo de materiales el EPRI se encontraba trabajando en un proyecto enfocado a desarrollar un material sustituto de la porcelana, material que se usaba predominantemente en la fabricación de aisladores de alta tensión. En el marco del convenio con el EPRI se extendió la colaboración en dicho proyecto, por lo cual el IIE realizó las acciones encaminadas a conjuntar una base de infraestructura y recursos humanos que le permitiera llevar a cabo investigación de este tipo. El acuerdo con el EPRI planteaba de manera general, que los resultados de investigación obtenidos en relación a la temática del proyecto serían propiedad de ambas instituciones.

Posteriormente la cooperación con el EPRI en ese proyecto llegó a su fin, pero el IIE logró acumular experiencia fruto del trabajo en esta etapa, que se centraba principalmente en la búsqueda de materias primas locales que pudieran ser sustitutos de las especificadas en las formulaciones de materiales desarrollados por el EPRI, con la intención de “regionalizar” dichas formulaciones, de forma tal que se pudiera avanzar utilizando estos nuevos materiales, en la fabricación local de dispositivos aislantes de alta tensión para su aplicación y prueba posterior en el sistema eléctrico nacional.

El IIE continuó trabajando en el desarrollo de formulaciones de materiales que por sus características innovativas pudieran ser patentables. La contratación del M. en C. Marco Antonio Ponce se dio en este contexto; a partir de 1980 comenzó a trabajar en la tarea específica de desarrollar un nuevo material que pudiera ser sustituto de la porcelana y el vidrio, materiales que son los más comúnmente utilizados en la fabricación de aisladores de alta tensión. Paralelamente al desarrollo del material se tendría que enfocar también a la

implementación del proceso de fabricación de los posibles productos aislantes elaborados de dicho material.

Esta visión integral del proyecto de investigación incrementaba las posibilidades de que los desarrollos tecnológicos obtenidos logran ser escalados a nivel de producción industrial.

4.2 Invención

El material desarrollado fue el concreto polimérico, el cual es un aislante de alta tensión constituido principalmente por arena sílica y resina polimérica, propuesto como un sustituto de los materiales comúnmente utilizados en la elaboración de aisladores de alta tensión para líneas de distribución y transmisión: porcelana y vidrio. Los aisladores fabricados de estos materiales enfrentaban problemas no superados como la contaminación, descargas atmosféricas y el vandalismo. Las características mecánicas y eléctricas del concreto polimérico lo situaban como una opción novedosa para fabricar aisladores que permitieran abordar estos problemas.

4.3 Difusión

Una vez que la serie de invenciones relacionadas con la tecnología del concreto polimérico alcanzaron el nivel de desarrollo pertinente para buscar su protección vía patentes, el IIE realizó las acciones encaminadas a obtener los derechos de propiedad de la tecnología en cuestión.

Experiencia de transferencia tecnológica con CONDUMEX

A finales de la década de los 1980's hubo un acercamiento hacia el IIE por parte de la empresa CONDUMEX, con la finalidad de manifestar interés en la posible transferencia de la tecnología asociada al concreto polimérico. Las negociaciones desembocaron en la firma de un contrato de transferencia tecnológica mediante el cual CONDUMEX obtenía los derechos para fabricar productos de concreto polimérico, iniciando con la producción de

aisladores tipo alfiler productos que para entonces se encontraban en una fase avanzada de desarrollo.

Las políticas de confidencialidad de CONDUMEX provocaron que durante este periodo la retroalimentación entre el personal técnico de la empresa y el equipo de investigadores inventores del concreto polimérico fuera limitada. De esta manera el proceso de transferencia de los avances obtenidos por el IIE se torno difícil de concretar, traduciéndose en problemas con el dominio de la tecnología que a la postre provocarían fallas del equipo en campo. Finalmente, tras un acuerdo entre el IIE y la empresa se lograron corregir los problemas y concretar la adaptación tecnológica.

CONDUMEX realizó adaptaciones a la maquinaria prototipo desarrollada en el IIE con la finalidad de lograr un escalamiento productivo que le permitió fabricar aproximadamente: 50,000 piezas de aisladores tipo alfiler de concreto polimérico en 1989, 100,000 en 1990, y 80,000 en 1991. Sin embargo, al no cumplir las exigencias de rentabilidad requeridas, la fábrica de aisladores de concreto polimérico de CONDUMEX dejó de operar. La maquinaria modificada por CONDUMEX se transfirió al IIE mediante un convenio que establecía un periodo de posible revalorización de la tecnología por parte de la empresa, durante el cual el IIE no podía transferirla, pero le permitía continuar con las actividades de desarrollo tecnológico relacionadas.

4.4 Evaluación y protección

Las actividades realizadas en el IIE en torno a la tecnología del concreto polimérico se materializaron en resultados que debido a sus características de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial resultaron viables para buscar su protección mediante patentes. El IIE logró obtener derechos de propiedad intelectual en México y en Estados Unidos sobre el material, el proceso y los productos. En la tabla 4.1 se presenta la descripción¹ de las patentes otorgadas que aún se encuentran vigentes.

¹ Información sobre las patentes obtenida en el sitio web: www.iie.org.mx

Tabla 4.1. Patentes relacionadas con la tecnología del concreto polimérico

Patente No	Fecha de Concesión	Denominación	Descripción	Inventores
167994	27-abr-93	Composición polimérica dieléctrica mejorada útil para resistir altos voltajes, procedimiento para la fabricación de la misma, aislador fabricado de dicha composición y procedimiento para fabricar dicho aislador.	A este material le denominamos "Concreto polimérico" y es útil para resistir altos voltajes. Consiste principalmente de una resina poliéster con alto contenido de arena sílica de la cual se obtiene una masa moldeable que por la acción de presión y temperatura permite fabricar aisladores con características dimensionales, precisas, además de aceptar en su estructura insertos metálicos y componentes eléctricos.	Marco A. Ponce
171634	10-nov-93	Composición de concreto polimérico dieléctrico mejorada, útil para la fabricación de aisladores de tipo soporte para interiores, procedimiento para la preparación de la misma, aislador fabricado de dicha composición y procedimiento para fabricar dicho aislador.	Aisladores tipo pedestal para 15 KV compuestos de: arena sílica, alúmina trihidratada, resina poliéster, peróxido de benzoílo, silano, aceite de silicón, estearato de zinc, antioxidante y bióxido de titanio.	Marco A. Ponce
178828	21-jul-95	Composición Polimérica para prevenir la formación de pistas eléctricamente conductoras y retardar la erosión producida por descargas eléctricas superficiales.	Comprende un material polimérico con un relleno de hidróxido de magnesio, un acoplante de organosilano, un agente entrelazador o reticulador, un agente protector contra la radiación ultravioleta, un pigmento mineral y materiales antioxidantes y plastificantes. La correspondiente en EUA es la No 5426145 concedida el 20-06-95.	Marco A. Ponce y José Orozco
5426145	20-jun-95	Tracking Resistant Electrical Insulators containing silica and alumina filler in polyester resin matrix.	Correspondiente a la Patente Mexicana No. 178828.	Marco A. Ponce, Jaime G. Cardosi y David Ponce

Fuente: Elaboración propia con base en la información del IIE.

4.5 Desarrollo del producto

Las experiencias obtenidas a través de la trayectoria de desarrollo tecnológico relatadas anteriormente, se consideran importantes en la consolidación de un equipo de investigación enfocado al desarrollo de materiales aplicables en aislamientos de alta tensión en el IIE.

Proyectos bajo contrato con CFE

Posteriormente se comenzaron a promover proyectos bajo contrato con CFE, con la finalidad de desarrollar productos de concreto polimérico manufacturados al interior del IIE.

En una primera etapa se desarrollaron productos a nivel de prototipo, que se sometieron a una serie de pruebas tanto de funcionalidad como de durabilidad.

En una segunda etapa se estableció un proceso de producción al interior del IIE, con la finalidad de fabricar lotes piloto de los productos desarrollados para probar su funcionamiento operativo en campo por parte de CFE.

Por iniciativa de CFE el proceso de fabricación al interior del IIE se formalizó, con todos los inconvenientes que implicaba la operación de un proceso repetitivo en una institución de investigación que no contempla explícitamente ese tipo de actividades en sus objetivos. Lo anterior se reflejó en el incumplimiento de los tiempos de entrega establecidos en los contratos con CFE. A pesar de esto la cantidad de productos vendidos como lotes piloto a CFE pudo crecer de 300 piezas vendidas en 1994 hasta aproximadamente 14,000 piezas en 1998.

La importancia de este tipo de proyectos se vio reflejada en la cantidad de información relacionada con el desempeño de los productos en campo, que se pudo recabar mediante el monitoreo de los equipos instalados. De esta forma se logró constituir un cuerpo de conocimiento importante en torno a la funcionalidad de la tecnología del concreto polimérico en el sistema eléctrico nacional.

Proyectos de elaboración de especificaciones de productos.

Partiendo de los resultados obtenidos en los proyectos de pruebas piloto y contando con la participación de CFE y LyFC, se desarrollaron proyectos en el IIE con el objetivo de definir las nuevas especificaciones técnicas de los equipos requeridos. Estableciéndose formalmente las características de los productos que en un futuro serían solicitados comercialmente vía licitación pública por CFE y LyFC.

4.6 Inicio de la empresa y desarrollo del negocio

4.6.1 Gestión de la idea empresarial

Motivación inicial

El emprendedor que origina la idea de creación de la empresa es el M. en C. Marco A. Ponce, quien laboraba como investigador en la división de sistemas eléctricos del IIE y aparece como inventor en todas las patentes relacionadas con el concreto polimérico. La motivación para tomar la decisión de convertirse en empresario, se comienza a gestar al valorar la posibilidad de que parte de los resultados de su actividad como investigador, se pudieran explotar comercialmente mediante la formación de una empresa.

Un factor determinante que influyó en la conformación de la idea empresarial fue el antecedente del proceso de producción al interior del IIE descrito anteriormente, en el cual había participado como organizador para posteriormente delegar la responsabilidad de encargarse de la producción a otra persona que después se convertiría en su socio en la empresa. Dicho proceso sentaba las bases para considerar la posibilidad de que los productos suministrados por el IIE a CFE mediante lotes piloto tuvieran un mercado potencial explotable, es decir, se visualizaba la oportunidad de establecer un negocio externo que explotara desarrollos tecnológicos realizados en el IIE.

Experiencia empresarial previa

Considerando que su experiencia empresarial previa era prácticamente inexistente, aunque sin dejar de reconocer sus habilidades administrativas asociadas al hecho de haber ocupado

un puesto gerencial en el IIE, el M. en C. Marco A. Ponce, aprovechando la experiencia en el diseño de maquinaria adquirida en su etapa de investigador desarrolló una pequeña empresa de diseño y construcción de maquinas de moldeo. La finalidad de esta primera experiencia empresarial era probar la capacidad que se tenía de organizar y administrar un negocio formal. Durante este proceso fue fundamental la contratación del Ing. Claudio Torres para que trabajara en los proyectos de diseño y construcción de las máquinas, que laboraba como becario en el IIE y posteriormente sería socio de la empresa MAPPEC.

Respuesta del entorno

Es importante apuntar que la reacción de las personas que componían el entorno más cercano del emprendedor: familiares, amigos y colegas, al conocer su proyecto, fue negativa en casi todas ellas. La justificación en la mayoría de los casos se vinculaba con el riesgo asociado a un escenario en el que se abandona una institución de investigación pública después de haber laborado en ella 20 años, con la estabilidad laboral que esto implica, para incorporarse a una actividad como la de ser empresario.

4.6.2 Implementación de la idea empresarial

Formación del equipo emprendedor

Una vez que definió la idea de la empresa el emprendedor invitó a colaborar en el proyecto a tres personas más que laboraban en el IIE, dos como investigadores y uno como becario. A principios de 1998 todavía empleados en el IIE, toman la decisión como grupo de emprender el negocio.

Durante su trabajo previo en el IIE los miembros del equipo emprendedor estuvieron involucrados en actividades enfocadas a desarrollar conocimiento con aplicaciones para el sector eléctrico en México. Lo anterior provocó que al crearse la empresa MAPPEC contara con una base de conocimiento importante que le permitía estar al tanto de los requerimientos actuales de sus clientes (CFE y LyFC) y vislumbrar los futuros. De particular relevancia resultó el conocimiento referente a las problemáticas de

contaminación y descargas atmosféricas enfrentadas por el sistema eléctrico nacional, que definían los nichos de mercado a los cuales se enfocarían los productos de MAPPEC.

Búsqueda de fuentes de financiamiento

Una vez conjuntado el equipo emprendedor, se comenzó con la búsqueda de fuentes de financiamiento acudiendo a instituciones como CONACYT y NAFIN con la finalidad de concretar un apoyo. Al no encontrar una respuesta satisfactoria, se tuvo un acercamiento con la incubadora de empresas del TEC de Monterrey en el estado de Morelos, la cual no manifestó interés en el proyecto de empresa planteado. Posteriormente sostuvieron alrededor de sesenta entrevistas buscando socios financieros sin lograr establecer ningún acuerdo.

Uno de los principales problemas referido en la búsqueda de financiamiento fue que el requisito solicitado para otorgar gran parte de los apoyos era contar con cierto tiempo de antigüedad como empresa establecida; de esta manera quedaba automáticamente excluida como posible beneficiaria de apoyo financiero, cualquier empresa que se encontrara en etapa embrionaria. Ante la premura del tiempo, al no verse concretado el negocio, el capital utilizado para arrancar el proyecto provino de la renuncia al IIE de los integrantes del equipo emprendedor que creó la empresa.

Proceso de transferencia tecnológica

Las cláusulas que conformarían el contrato de transferencia de tecnología entre la empresa MAPPEC y el IIE se negociaron durante el transcurso del año de 1998.

La tecnología licenciada consistió en la sesión de los derechos de uso y explotación de las cuatro patentes antes citadas, ello implicó la transferencia de toda la información relacionada con la tecnología del concreto polimérico que incluía: formulaciones, procedimientos de elaboración de productos, reportes de diseño, reportes de pruebas, etc. En suma, la información plasmaba documentalmente gran parte del conocimiento explícito acumulado por el IIE mediante las actividades realizadas en el desarrollo y aplicación de la tecnología licenciada.

Es importante enfatizar que estamos ante un caso particular de transferencia en el que el inventor de la tecnología era el mismo solicitante de los derechos para su uso.

Finalmente la empresa MAPPEC se constituye oficialmente ante notario público el 6 de enero de 1999 pero inicia operaciones hasta el mes de julio del mismo año. El periodo de seis meses entre su constitución y el inicio de las actividades les permitió diseñar e implementar la maquinaria y el proceso de producción mismo, ya que del IIE se transfirió únicamente la información documental relacionada con el concreto polimérico.

La oferta inicial de productos que MAPPEC podría fabricar con los recursos transferidos del IIE, era la siguiente:

- ✓ Alfileres aislados (AA) en sus tres clases (13, 22, 33).
- ✓ Alfiler aislado con faldón (AAF) únicamente el clase 13.
- ✓ Apartarrayos de Óxidos Metálicos (ADOM) en sus tres clases (13, 22, 33).

4.7 Reflexiones en torno al estatus *spin-off* de la empresa MAPPEC

En esta sección se discute el estatus como empresa *spin-off* de MAPPEC, para lo cual se retoman algunos elementos establecidos en el capítulo 1.

El modelo de etapas para crear empresas *spin-off* de base tecnológica desarrollado por Roberts y Malone (1996), ilustrado en la figura 1.1. nos proporcionó una guía secuencial del proceso, utilizada para presentar de manera cronológica las actividades y acciones que se consideraron relevantes. El modelo es muy general e impone la idea de la existencia de una serie de etapas necesarias para la generación y desarrollo de una empresa *spin-off* que son independientes de las relaciones que se llevan a cabo entre los actores participantes en el proceso, es decir, al margen de las particularidades que el proceso pueda presentar de acuerdo a cada organización de I&D, deberá regirse por un flujo secuencial de acontecimientos asociados a cada una de las fases consideradas.

Retomando el concepto de empresa *spin-off* establecido en el capítulo 1, tenemos lo siguiente:

Empresa spin-off: Empresa que surge de un impulso emprendedor, que se sirve de desarrollos tecnológicos derivados de instituciones que realizan actividades de I&D para emprender el negocio y donde dichas instituciones participan apoyando el proceso de creación de la empresa.

Del capítulo 1 también se desprende que la participación activa de una institución de investigación en el proceso de generación de empresas *spin-off*, se manifiesta generalmente en términos de selectividad y apoyo. La selectividad es vista como la elección de los recursos tecnológicos más propicios para servir como base en la formación de una nueva empresa. El apoyo se refiere a la asistencia financiera y de gestión que la organización de I&D aporta para la creación y desarrollo de la nueva empresa. El nivel de participación de una organización de I&D en cuanto a la selectividad estará en función del desarrollo de la cultura empresarial del entorno; en forma de apoyo estará condicionada por las fuentes de capital de riesgo disponibles.

En sentido estricto podríamos decir para el caso MAPPEC que el IIE no tuvo injerencia alguna en la selección de los recursos tecnológicos de los cuales se sirvió el equipo emprendedor para crear la empresa ni tampoco existió un apoyo formal de financiamiento. La selectividad de los recursos la realizó el equipo emprendedor que al definir una idea de negocio solicitó la licencia de las patentes al IIE; de igual forma, el capital inicial fue aportado por los integrantes del mismo equipo. Por lo tanto, la evidencia contrastada con las definiciones de selectividad y apoyo establecidas, nos llevaría a contemplar que al no existir indicios de participación por parte del IIE en los términos citados, la empresa MAPPEC no se puede considerar una empresa *spin-off* derivada del IIE.

Consideramos que es importante hacer un análisis más detallado al margen del estatus *spin-off* de la empresa. De la información plasmada en el presente capítulo se derivan las siguientes cuestiones: 1) se reconoce que las actividades de investigación relacionadas con la tecnología del concreto polimérico fueron concebidas y desarrolladas con una visión que

contemplaba los requerimientos del mercado, lo que se tradujo en la obtención de recursos tecnológicos con un nivel avanzado de desarrollo, incrementándose la posibilidad de que fueran atractivos para una empresa establecida o para utilizarlos en la creación de una nueva, como fue el caso; 2) la existencia del antecedente del proceso de producción a nivel piloto al interior del IIE sentó las bases para considerar la fabricación y comercialización de los productos generados a una escala mayor como una posibilidad viable; 3) fue en el IIE donde se estableció el vínculo entre los integrantes del equipo emprendedor y desde donde tomaron la decisión como grupo de emprender el negocio. Todos los factores antes mencionados contribuyeron para que se generara un entorno que facilitó la formación de la empresa MAPPEC, que desde luego sin el impulso emprendedor que le dio origen nunca se hubiera concretado.

Se distinguen entonces, formas de participación por parte del IIE que sin tener el propósito deliberado de generar la empresa, como sería el caso de que el IIE seleccionara una tecnología y realizara las acciones para incitar el interés de los emprendedores para utilizarla en la formación de una empresa ó que financiara mecanismos de incubación que faciliten la generación de empresas de este tipo, contribuyeron para generar las condiciones para que se originara la idea de negocio en su interior.

Lo anterior nos lleva a considerar que la experiencia de MAPPEC presenta características particulares asociadas al contexto en el que se desarrolla, que le impiden ajustarse totalmente a modelos y definiciones derivadas de entornos en los que el desarrollo de procesos de generación de empresas originadas en instituciones de investigación es una práctica más generalizada. Independientemente de esto, creemos que se pueden extraer enseñanzas importantes al evidenciar los factores que determinaron la generación de una empresa gestada al interior de una institución de investigación pública, en un contexto en el que se puede considerar más la excepción que la regla.

Una cuestión más que enfatiza las particularidades del contexto en nuestro estudio de caso, se manifiesta al definir cada uno de los cuatro roles fundamentales que pueden ser asumidos por los actores que participan en el proceso de generación de una empresa *spin-*

off. Del capítulo 1 tenemos los siguientes cuatro roles: 1) el originador de la tecnología; 2) los emprendedores; 3) la organización de I&D y 4) los inversionistas.

Si bien para nuestro caso se comprueba la coexistencia de los cuatro roles, factor que resulta clave para que la empresa se concrete exitosamente, existe una cuestión relevante que es importante señalar, que es el hecho de que un mismo actor juegue tres de los roles planteados. La evidencia nos muestra que parte del grupo de investigación involucrado en las actividades que originaron la tecnología se desempeñaría posteriormente como el grupo emprendedor precursor de la idea del negocio, que finalmente asumiría también el papel de grupo de inversionistas que aportaron el capital para que el negocio iniciara. El rol de la organización de I&D está claro, lo asume el IIE. La historia de gestación de la empresa nos muestra que el rol imprescindible de inversionistas se asumió de manera forzada, ante la escasez de fuentes de financiamiento.

En relación con el financiamiento, asumir que la organización de I&D participa no sólo como proveedora de tecnologías con potencial de ser útiles como recursos determinantes en la formación de un nuevo negocio sino también con apoyo de financiamiento, implica que la organización no sólo haya sido facilitadora del proceso sino que el proceso mismo fuese parte de sus objetivos. Como podría ser el caso de las organizaciones de investigación de donde se obtuvo la información para establecer los planteamientos relacionados con las empresas *spin-off*. El IIE no tiene explícitamente definido el objetivo de generar empresas, la empresa MAPPEC se generó gracias a una iniciativa de negocio desarrollada por personal que participaba en las actividades de I&D que se realizaban en su interior.

En el mismo sentido es importante acotar también que para que las organizaciones públicas de I&D puedan asumir un papel activo en el financiamiento de las empresas, se debe contar con el marco institucional que les permita realizar este tipo de acciones. Por consiguiente, la existencia de un marco regulatorio institucional rígido en relación a lo que estamos planteando, representaría una limitante para la participación en el proceso mediante apoyos directos de financiamiento por parte de instituciones públicas.

CAPITULO 5. APRENDIZAJE TECNOLÓGICO EN LA EMPRESA MAPPEC

Introducción

La finalidad del presente capítulo es describir y analizar los mecanismos de aprendizaje tecnológico mediante los cuales la empresa MAPPEC adquiere el conocimiento, sobre el cual se sustenta el desarrollo de sus capacidades tecnológicas.

La información aquí presentada se basa en la evidencia obtenida mediante el trabajo de campo. Si bien pueden existir otros mecanismos de aprendizaje, en este trabajo se hace referencia, a aquellos que se consideraron más relevantes.

Retomando la siguiente definición establecida en el capítulo 1:

Aprendizaje tecnológico: Toda actividad ó proceso en el que interviene una empresa que le permita acumular un conjunto de experiencias, conocimientos y habilidades que conforman la base sobre la que construye sus capacidades tecnológicas.

En MAPPEC se distinguen diversos mecanismos de aprendizaje tecnológico, que clasificaremos de acuerdo al origen del conocimiento en: internos y externos. Primero se presentan los mecanismos externos y posteriormente los mecanismos internos, el orden de aparición no guarda ninguna relación con la ponderación del conocimiento que se adquiere con cada uno de ellos. La discusión se enfoca a evidenciar para cada mecanismo de aprendizaje: el tipo de conocimiento que permite adquirir y los procesos de conversión de conocimiento que involucra. En la última parte del capítulo se presentan las conclusiones.

5.1 Mecanismos externos de aprendizaje

Vínculos con centros de investigación.

MAPPEC tiene un contrato de prestación de servicios y asistencia técnica con el IIE que se estableció prácticamente desde la creación de la empresa.

El IIE le realiza a MAPPEC pruebas de descargas parciales, flameo a 60 Hz, impulso de voltaje y frente escarpado a los productos, las cuales se consideran pruebas de aceptación interna y desarrollo. Se llevan a cabo cuando se diseña un producto totalmente nuevo o cuando se realiza cualquier tipo de modificación al diseño y/o al proceso asociado a un producto. Tienen la finalidad de corroborar, para el primer caso, que el producto desarrollado cumpla con las especificaciones del cliente y en el segundo, que las mejoras realizadas no hayan provocado alteraciones al producto que conlleven al incumplimiento de los estándares establecidos. También se realizan las pruebas de aceptación solicitadas por el cliente, tales como: verificación de dureza del material, descargas parciales, tensión residual, etc.

De estas pruebas se obtiene un reporte técnico que representa conocimiento explícito, que plasma el desempeño de cada producto a través del tiempo, desde que se desarrolló, pasando por las mejoras correspondientes, hasta llegar a las condiciones actuales.

En el IIE también se realiza, como una prueba de aceptación interna para MAPPEC aplicada al 10% de la producción de alfileres aislados, la prueba de frente escarpado que les permite corroborar el buen desempeño del proceso de fabricación y valida los productos según las normas nacionales e internacionales que se tienen que cumplir.

Como comentábamos, los reportes de pruebas pueden ser vistos como fuentes de conocimiento explícito, pero el hecho de tener una interacción continua con personal de investigación que labora en el IIE al acudir a los laboratorios donde se realizan las pruebas, permite intercambiar información acerca de los avances que realiza el IIE en torno a las

áreas de interés de MAPPEC, constituyéndose también en una forma de adquirir conocimiento tácito.

Este es un mecanismo en el que interviene personal de la empresa a nivel gerencial. La información de los reportes está a disposición del grupo encargado del diseño y desarrollo de productos.

Reuniones con los clientes

Las reuniones con los clientes adquieren diferentes connotaciones como visitas de comercialización, de servicio, etc.

Una de las formas de interacción con los clientes que se reconoce como un proceso desarrollado deliberadamente para adquirir conocimiento, tiene que ver con los encuentros organizados con la finalidad de corroborar la satisfacción del cliente.

La implantación del sistema de calidad requería de la implementación de un procedimiento mediante el cual se pudiera reflejar la opinión del cliente acerca de las condiciones de su transacción comercial con la empresa. En MAPPEC se ha optado en lugar de la realización de encuestas que es la herramienta más comúnmente empleada, por un esquema de visitas de aseguramiento de la satisfacción del cliente, mediante las cuales, a la vez que se cumple con el requerimiento del sistema de calidad, se obtiene información importante y más detallada por medio de las opiniones y sugerencias de los clientes acerca de los productos. Finalmente este conocimiento se puede ver reflejado en mejoras subsecuentes. Básicamente este mecanismo es una fuente de conocimiento tácito proveniente de la interacción con el cliente.

Las visitas de servicio a los clientes se consideran también una fuente de conocimiento. Dichas visitas se realizan una vez que se han entregado los productos requeridos y tienen la finalidad de asesorar a los técnicos ante posibles dudas en cuanto a la instalación de los equipos en campo; lo anterior se realiza mediante el traslado de un representante de MAPPEC hasta el sitio de instalación para verificar que ésta se lleve a cabo

satisfactoriamente. El resultado de este proceso ha sido en dos sentidos: por un lado se logran obtener los comentarios directos de los técnicos en relación a los productos, lo que representa una forma de retroalimentación importante; por otro lado se ha logrado documentar mediante video el proceso de instalación de los equipos para posteriormente analizarlo y obtener conclusiones que no necesariamente fueron expresadas por los clientes.

De esta manera, las visitas de servicio permiten adquirir conocimiento tácito a los representantes mediante la interacción personal y permiten documentar explícitamente el proceso de instalación mediante el video.

Estas interacciones con los clientes se dan a nivel de personal de ventas y área técnica.

Actividades de vigilancia tecnológica.

El monitoreo sistemático de la trayectoria tecnológica a nivel internacional asociada a las actividades de MAPPEC es una fuente de conocimiento externo importante, de las cuales se distinguen dos fuentes principales:

La revisión periódica de publicaciones especializadas permite monitorear las tendencias que se siguen a nivel mundial en relación a materiales, productos y procesos. Esto les ha permitido definir la manera en que se pueden insertar en esas tendencias, como en el caso de la combinación de tecnologías en los apartarrayos ALEA-Silicón, que se conforman mediante una base de concreto polimérico, tecnología propia, con una recubrimiento de hule de silicón que es la tendencia tecnológica del material empleado a nivel mundial en aisladores y apartarrayos.

Por otro lado la información publicada en las patentes es importante en la generación de ideas aplicables a diseños de productos. Patentes extranjeras que inclusive en la actualidad son del dominio público pueden resultar importantes, ya que la información que ofrecen puede ser adaptada para su aplicación actual en el desarrollo de productos en las condiciones que imperan en el sistema eléctrico nacional.

Si bien el conocimiento aquí adquirido se encuentra fundamentalmente documentado explícitamente mediante textos, el hecho de que ese conocimiento pueda ser articulado y plasmado en diseños originales implica desarrollar procesos de conversión de conocimiento.

Este es un mecanismo en el que interviene principalmente el personal encargado de desarrollo de productos.

El proceso de licitación

La particularidad de que los clientes de MAPPEC sean entidades de gobierno implica que las ventas se realicen mediante mecanismos de licitación pública a nivel nacional e internacional.

El proceso de comercialización vía licitación pública se desarrolla de la forma siguiente: Inicia con la publicación de una convocatoria de concurso dirigida a los posibles proveedores de los productos que se estén solicitando, donde se establecen ciertas reglas técnicas y económicas, así como un conjunto de requerimientos legales. En una primera etapa se presenta para su revisión toda la documentación legal; en seguida se pasa a una segunda etapa en la cual se hace la entrega confidencial de las propuestas técnica y económica de todos los participantes; tras una primera revisión de la propuesta técnica, se decide qué empresas tienen derecho a pasar a una revisión más detallada de la misma. Posteriormente se emite el dictamen técnico producto de la segunda revisión, en el cual se establece qué empresas cumplen y pueden continuar en el proceso y cuáles no cumplen, detallando cada uno de los puntos que sustentan dicha afirmación y cada una de las empresas recibe una copia de este reporte técnico. Posteriormente en función de la revisión de las propuestas económicas que continúen vigentes, se toma la resolución de la empresa a la que se le adjudica el contrato considerando la propuesta que ofrece el precio más atractivo.

Considerando los aspectos evaluados durante el proceso, es claro que bajo esta forma de comercialización subyace una competencia vía calidad y precio.

El proceso de licitación es visto como un proceso de aprendizaje, ya que el reporte técnico emitido después de la revisión de las propuestas provee a las empresas de información detallada sobre el estado de sus competidores. Lo veríamos entonces como una fuente importante de conocimiento explícito. Debido a que este reporte técnico está al alcance de todos los participantes, se plantea que el aprovechamiento del proceso de licitación como una fuente importante de conocimiento radica en la habilidad que se tenga para integrarlo, aplicarlo y obtener beneficios de él.

Reuniones informales con anteriores colegas

Los antecedentes laborales de los integrantes del equipo emprendedor determinan la existencia de una serie de relaciones personales con anteriores colegas nacionales e internacionales dedicados a la investigación relacionada con la tecnología asociada a los productos de MAPPEC. Este tipo de relaciones resulta una fuente importante de conocimiento, ya que son investigadores cuyas actividades cotidianas les permiten estar informados de los avances tecnológicos que puedan ser de interés para la empresa. Sostener reuniones ó pláticas informales con antiguos colegas le permite al personal involucrado compartir experiencias, resultados, ideas, etc., por lo que resultan una fuente de conocimiento fundamentalmente de tipo tácito, que se puede traducir en acciones deliberadas aplicadas a las actividades de MAPPEC.

Relación con los proveedores

Los tipos de interacción con los proveedores que se distinguen como mecanismos de aprendizaje son los siguientes: la relación con proveedores especializados y la búsqueda de nuevos proveedores.

MAPPEC ha desarrollado una relación estrecha con los proveedores de componentes muy especializados, como es el caso de los proveedores de herrajes que en la actualidad destinan casi el total de su producción a la empresa. Esta relación es una fuente de conocimiento debido a que permite intercambiar ideas que se traducen en mejoras tanto para el proveedor como para MAPPEC. Lo anterior se debe a que la especificidad de los proveedores provoca una mayor dependencia entre las mejoras efectuadas en su producción y la calidad de los

productos finales fabricados por MAPPEC. La relación con los proveedores especializados se da en distintos niveles; cuando se tratan cuestiones que puedan impactar el proceso se dará a un nivel de gerencia de producción. Debido a que la interacción se puede presentar con diferentes grados de formalidad, consideramos que este mecanismo puede ser visto como una fuente de conocimiento tácito y explícito.

Para poder aportar soluciones acordes a los requerimientos señalados en las licitaciones internacionales los componentes y materiales de los productos desarrollados tienen que contar con ciertos estándares, vinculados con la tendencia tecnológica mundial de los equipos aislantes de alta tensión. Considerando lo anterior, al no encontrar proveedores nacionales de componentes ó materiales que cumplan con los requerimientos del diseño de ciertos productos se han buscado en el extranjero, tal es el caso de los varistores de óxido de zinc 99% puro que se adquieren en Austria y el hule de silicón que se importa de los Estados Unidos. Este proceso de búsqueda de proveedores implica consultar las fuentes de información relacionadas con el “*estado del arte*” de los componentes y materiales empleados en aislamientos para aplicaciones en alta tensión. De esta manera se constituye como una fuente de conocimiento explícito, ya que la información que se acumula con cada búsqueda, como por ejemplo: datos de fabricantes y costos de determinados componentes, información sobre la presentación y tiempos de entrega para adquirir ciertos materiales, etc., se puede aplicar para optimizar los productos desde su fase previa de diseño. Este mecanismo se desarrolla a nivel del personal de diseño.

Cursos técnicos de actualización

Una cuestión que enfrentó MAPPEC al iniciar operaciones fue el hecho de que existían productos competidores considerados de línea para los clientes y las requisiciones vía licitación pública estaban ligadas con este hecho. En otras palabras, los clientes acostumbraban comprar los productos que tradicionalmente habían adquirido, por lo que al principio dar a conocer las características innovadoras que diferenciaban los productos de MAPPEC en las zonas de trabajo de sus clientes fue una actividad primordial.

Como parte de las políticas de comercialización MAPPEC ha desarrollado un curso técnico de actualización centrado en las temáticas de contaminación en aisladores de alta tensión y descargas atmosféricas, que se imparte al personal técnico en las zonas de trabajo de CFE y LyFC. Como parte del epílogo del curso se presenta la propuesta de los productos desarrollados por MAPPEC para enfrentar las problemáticas abordadas.

El contenido de la parte del curso relacionada con descargas atmosféricas abarca temáticas que van desde el fenómeno físico de las descargas eléctricas, pasando por los mecanismos de falla por incidencia de rayos en los sistemas de transmisión hasta llegar a las alternativas comerciales para resolver el problema y plantear finalmente la propuesta desarrollada por MAPPEC.

Con respecto a la parte de contaminación en aisladores de alta tensión, sigue una dinámica similar, incluyendo temas que van desde la explicación del mecanismo que produce la falla por contaminación, pasando por la clasificación de los niveles de densidad de contaminación en México y hasta llegar a la propuesta comercial implementada por MAPPEC para abordar el problema. Como parte final del curso se abre un espacio de interacción que permite expresar dudas e inquietudes.

Esta forma de comercialización permite acumular conocimientos, ya que permite obtener comentarios basados en las experiencias de los usuarios finales de los productos, como lo son los técnicos instaladores de las empresas. Esta retroalimentación resulta útil para descubrir necesidades directas del cliente que no son expresadas por la parte gerencial de las empresas que realizan las adquisiciones de los productos. La información obtenida puede resultar importante para realizar mejoras en productos existentes ó en el diseño de nuevos. Este mecanismo se considera una fuente importante de conocimiento tácito, procedente del personal que realmente interactúa con los productos que se desarrollan en MAPPEC. El mecanismo también involucra procesos de conversión, ya que cuando el encargado de impartir el curso reporta las incidencias del mismo, está difundiendo explícitamente el conocimiento que adquirió.

Visitas a ferias y exposiciones industriales

Con la instauración del sistema de calidad en la empresa, la necesidad de mejora continua en productos y procesos se convirtió en una tarea preponderante.

En MAPPEC la información obtenida en ferias y exposiciones industriales ha contribuido a detallar ideas de mejoras al proceso preconcebidas internamente. Es decir, se parte de una noción de la solución que se pretende, se busca una opción disponible en el mercado que pueda desarrollarla a detalle y que se considere la más rentable.

De esta manera, el conocimiento tanto tácito como explícito que se obtiene de estas fuentes es complementario al que se desarrolla de manera interna durante el proceso de generación de la idea inicial de mejora. Este mecanismo se desarrolla a nivel de personal gerencial y técnico.

5.2 Mecanismos internos de aprendizaje

Ingeniería de reversa.

Las actividades de ingeniería de reversa en MAPPEC no están enfocadas a caracterizar el funcionamiento de otros productos sino que se centran en caracterizar los equipos en términos del uso y articulación de componentes, de forma tal que se pueda capitalizar este conocimiento mediante la optimización de sus productos con respecto a los de sus competidores con la finalidad de que se pueda reflejar en la disminución de costos y por lo tanto en la competitividad. De esta manera, las actividades de ingeniería de reversa son vistas en MAPPEC como una forma de analizar los productos de la competencia y adquirir conocimiento detallado de la composición de los mismos.

La información que se desprende de este mecanismo representa conocimiento tácito y explícito en torno a productos competidores.

Diseño de productos

El diseño de productos puede estar motivado por mejoras de productos o por el desarrollo de productos nuevos solicitados por el cliente ó por el descubrimiento de una oportunidad de mejora.

El proceso de diseño a grandes rasgos es como sigue:

- Se identifica la oportunidad de innovación o la solicitud del cliente.
- Se analizan las características iniciales requeridas y se desarrollan las alternativas de solución.
- Se define la solución final y se diseña el producto; durante esta fase se genera una memoria de cálculos.
- Se realiza un análisis de factibilidad técnica.
- Se elaboran los dibujos de las distintas piezas.
- Se diseña y fabrica el herramental necesario.
- Se fabrican y prueban los prototipos.
- De ser aceptable la evaluación de los prototipos se procede a formular las especificaciones técnicas del producto.
- Finalmente se valida y libera el diseño para que pueda pasar a su etapa de producción.

Durante todo este proceso se genera un expediente de diseño de cada producto, en el cual se incorporarán las posibles mejoras realizadas. De esta manera se documenta un historial de diseño que proporciona conocimiento explícito accesible que puede servir como referencia para desarrollar diseños posteriores. De igual forma la práctica continua en el diseño de productos incrementa el acervo de conocimiento tácito de los individuos involucrados en estas actividades.

Sistema de calidad

En MAPPEC se ha desarrollado a través del tiempo un sistema de calidad como consecuencia de las exigencias de sus clientes. El sistema actual cumple con los requerimientos del sistema de calidad de CFE que le permite a MAPPEC contar con la

constancia de calificación que lo acredita como proveedor confiable, y con los del sistema de gestión de la calidad establecido en la norma internacional ISO 9001:2000.

La instauración del sistema de calidad implica la documentación de las mejoras realizadas a proceso y a producto, ya que se requiere de la comprobación mediante expedientes de cada uno de los cambios realizados ante los auditores de calidad. En los expedientes se incorpora información como: análisis de factibilidad de las mejoras, referencias aplicables a otras áreas, etc. El proceso detallado de documentación de los cambios y las mejoras en procesos y productos representa una forma de exteriorizar el conocimiento, es decir, permite codificar las experiencias para producir un acervo importante de conocimiento, que lo hace accesible y por lo tanto puede ser empleado por el personal de la empresa.

Mejoras a maquinaria y equipo

La mayoría de las propuestas de mejoras al proceso relacionadas con maquinaria y equipo provienen de una necesidad u oportunidad que se detecta. Posteriormente se trabaja en la búsqueda de la mejor alternativa de solución y una vez definida se busca un proveedor que la desarrolle.

Este mecanismo propicia la participación de la empresa en la generación de la idea original, lo que resulta ser una fuente de conocimiento. La experiencia al trabajar conjuntamente con el proveedor en la implementación de la mejora provoca que se adquiera conocimiento tácito y explícito detallado de la operación y mantenimiento del nuevo equipo ó maquinaria que se incorporó al proceso. MAPPEC propicia que exista personal en la empresa que tenga conocimiento de todos los equipos, lo cual incrementa la capacidad de respuesta ante una posible falla del equipo y disminuye la dependencia con los proveedores de los mismos.

Programas de mantenimiento

Se cuenta con un programa anual de mantenimiento preventivo de equipo y maquinaria, que opera mediante la emisión de órdenes de trabajo mensuales relacionadas con las distintas áreas de trabajo. La finalidad del programa es mantener el funcionamiento adecuado del proceso y prevenir la presencia de posibles fallas.

De este programa se desprenden reportes mediante los cuales se documenta el historial de mantenimiento de cada equipo y maquinaria. Esta información permite construir un acervo de conocimiento explícito respecto al tipo y la ocurrencia de las fallas, que permita efectuar las acciones preventivas correspondientes en tiempo y forma.

Programas de inducción y capacitación

Debido a las características de la comercialización existen temporadas de producción alta y baja a partir de las cuales se realiza la contratación de trabajadores temporales de acuerdo a los requerimientos. La etapa de transición entre la temporada alta y la baja implica que se tenga que prescindir de personal, optando por quedarse con los que demostraron más capacidad.

Se realiza un curso de inducción durante la temporada alta con la finalidad de capacitar en las actividades operativas y en el sistema de calidad al personal contratado. Estos cursos de capacitación representan una manera de socializar el conocimiento.

Reuniones de trabajo

Las reuniones se presentan en dos modalidades. Por un lado, están las juntas ejecutivas semanales en las que se reúne el director general con el personal a nivel gerencial. Entre otras cosas, aquí se discuten cuestiones que permiten dar seguimiento a objetivos programados, se proponen alternativas a problemas presentados, se definen estrategias de trabajo, etc.

Por otro lado están las juntas con personal de producción que permiten la interacción de personal a niveles gerencial, supervisión y operación. Estas reuniones se pueden enfocar a: resolver problemas relacionados con el proceso de producción, recibir propuestas de mejora, dar seguimiento a programas de calidad, planificar el mantenimiento de equipo, etc.

Ambos tipos de reuniones se presentan como una manera de comunicación y difusión del conocimiento que se adquiere por otras fuentes ó experiencias.

5.3 Conclusiones

De acuerdo al análisis de los mecanismos de aprendizaje descritos podemos señalar que existen procesos que se han desarrollado con el objetivo deliberado de incrementar el acervo de conocimiento, como sería el caso de las actividades de vigilancia tecnológica ó las de ingeniería de reversa. Existen también aquellos que sin ser concebidos para tal fin al analizarlos se logró obtener evidencia de que constituían una fuente de conocimiento, como por ejemplo: el proceso de licitación ó los cursos de actualización técnica.

Con respecto al origen del conocimiento observamos que las fuentes externas resultan más importantes para adquirir conocimiento aplicable a mejoras y desarrollo de productos, lo que se hace evidente al considerar los mecanismos de aprendizaje en los cuales se interactúa con el cliente, que aunque tengan objetivos diferenciados tales como comercialización, servicio ó comprobación de la satisfacción del cliente, permiten obtener información importante aplicable en mayor medida a la mejora de productos. Las fuentes internas, en cambio, se consideran relevantes para adquirir y difundir conocimiento tanto de los productos, tal es el caso de las actividades de diseño, como del proceso, teniendo como ejemplo el caso del sistema de calidad.

Se distingue una relación entre ciertos mecanismos de aprendizaje y el origen de la empresa. El contrato de prestación de servicios y asesoría técnica con el IIE surge con el nacimiento de la empresa, debido a que los servicios que se requerirían estaban previamente definidos. Por otro lado el antecedente que como investigadores tenían los integrantes del equipo emprendedor determina el acceso a una fuente de información importante que tienen disponible ahora como empresarios, como lo es la comunicación con anteriores colegas que se encuentran trabajando en temas relacionados con las actividades de MAPPEC.

La evidencia obtenida sobre los procesos de aprendizaje en los que participa la empresa MAPPEC nos lleva a ponderar la importancia de la interpretación que se le da al

conocimiento que se adquiere, que descansa sobre la capacidad para otorgarle sentido y aplicación a cierta información que en otras manos resultaría solo datos.

Con respecto al tipo de conocimiento adquirido, existen mecanismos en los cuales resulta evidente el tipo de conocimiento que se logra adquirir, como sería el caso de las actividades de vigilancia tecnológica que permiten conjuntar una serie de registros documentales sobre el “*estado del arte*” de las tecnologías que le interesan a MAPPEC, lo que representa un acervo de conocimiento explícito.

También existen otros mecanismos en los que la identificación del conocimiento que permiten adquirir no resulta tan clara. Aquí tenemos el ejemplo de la relación con los proveedores, que dependiendo del grado de formalidad en el que se lleve a cabo, se podrá intercambiar conocimiento de un tipo u otro. En otras palabras, si la relación se da por la solicitud de un reporte de producción por parte de MAPPEC a uno de sus proveedores, de alguna forma se está obteniendo conocimiento codificado que puede ser consultado por múltiples individuos; si la relación se efectúa en un marco informal como una comunicación para realizar alguna aclaración, el conocimiento que se intercambia es tácito y su difusión hacia el interior de la empresa está en función de la depuración asociada a las características del individuo que la recibe.

Si bien se reconocen esfuerzos para difundir el conocimiento hacia el interior de la organización como es el caso de las reuniones de trabajo, consideramos que el conocimiento sigue estando muy localizado en determinados individuos ó grupos clave en la empresa, aunque, no debemos dejar de tomar en cuenta como factor explicativo de esto el corto tiempo de vida de MAPPEC. El aprovechamiento de las fuentes de conocimiento se optimizará en la medida que se avance en la difusión y documentación de experiencias, que sirvan como una referencia común para los miembros de la empresa aplicable a la definición de futuras acciones.

Consideramos que una vez que se ha realizado la distinción de las diversas fuentes de conocimiento disponibles actualmente para MAPPEC el reto ahora es lograr que la suma de

cúmulos de conocimiento adquiridos por individuos o grupos de individuos al interior de la empresa se puedan traducir en conocimiento organizacional. Para que esto se concrete, además de mecanismos de adquisición se necesitan desarrollar procesos de conversión de forma tal que, una vez que se define con claridad dónde se puede encontrar el conocimiento útil para la empresa, desarrollar una dinámica continua de adquisición-conversión-acumulación que lleve a desencadenar en la empresa la “*espiral del conocimiento*” a la que hacen referencia Nonaka y Takeuchi (2002).

CAPITULO 6. CAPACIDADES TECNOLÓGICAS DE LA EMPRESA MAPPEC

Introducción

El propósito del presente capítulo es aplicar la taxonomía de Bell y Pavitt (1995) para establecer el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzado por la empresa MAPPEC en las distintas funciones técnicas contempladas.

La mayoría de los estudios sobre acumulación de capacidades tecnológicas a nivel empresa consideran un periodo de análisis largo,¹ que contempla generalmente desde los inicios de la empresa hasta su estado actual de acuerdo al momento en el que se realizó el estudio. En nuestro caso es imposible tomar un periodo considerable, ya que la empresa MAPPEC tiene apenas seis años de existencia.

Si bien el periodo analizado en nuestro caso es corto, se presentan y describen actividades desarrolladas por MAPPEC desde que se creó hasta la actualidad para cada una de las funciones técnicas contempladas, con la finalidad de presentar evidencia que permita visualizar la evolución de la trayectoria de acumulación y que sustente el nivel de capacidades tecnológicas que consideramos ha sido alcanzado por la empresa.

Las actividades y el nivel alcanzado para cada una de las funciones técnicas se presentan en el orden establecido de acuerdo a su posición por columnas en la matriz de capacidades tecnológicas mostrada en el capítulo 1. Sólo existe una modificación: las actividades de las dos funciones primarias de inversión (toma de decisiones y control; preparación y ejecución de proyectos) se presentan y describen en un mismo apartado. En la última parte del capítulo se presentan las conclusiones.

¹ Véase: Figueiredo (1999), Dutrénit (2000), Arias (2003) y Dutrénit et al (2003b).

6.1 Capacidades tecnológicas en las funciones técnicas primarias

6.1.1. Acumulación de capacidades tecnológicas en las funciones técnicas de inversión. Toma de decisiones y control y preparación y ejecución de proyectos

Como hemos establecido, una vez que se contaba con el capital inicial y que se había finalizado la negociación de la transferencia tecnológica con el IIE se pudo crear la empresa, que inició las operaciones de producción en julio de 1999.

Durante la etapa de desarrollo inicial de la empresa considerando la limitante de capital, las actividades relacionadas con la estimación de la inversión y la planeación y ejecución de los proyectos de desarrollo fueron coordinadas e implementadas por el equipo emprendedor.

La adquisición de los derechos de propiedad para fabricar productos de concreto polimérico tenía implicaciones importantes para una empresa de reciente creación y que precisamente había surgido para explotar esa tecnología. Estamos hablando de una tecnología generada como una alternativa para producir aisladores con un material nuevo y mejorado, ya que tradicionalmente estos productos se fabricaban con materiales como la porcelana y el vidrio. Los procesos para elaborar productos con estos materiales y los de concreto polimérico difieren enormemente.

Como se trataba de una tecnología nueva, el proyecto para iniciar la empresa tendría que contemplar todo el trabajo de ingeniería básica y de detalle para lograr poner en marcha la planta de producción. El proyecto incluyó entre otras cosas el diseño del layout, de la maquinaria y el desarrollo del producto; esto último debido a que la primera licitación en la que decidieron participar fue para cubrir una demanda del producto Apartarrayo Integrado en Concreto Polimérico (AICP 23 LFC), que no estaba en los productos transferidos del IIE y por lo tanto se tenía que desarrollar.

Como hemos señalado, en el equipo emprendedor formado por cuatro personas se encontró la complementariedad en la aportación del capital que dio origen a la empresa, así mismo el complemento también existía en relación a las competencias. Esto les permitió enfrentar el proyecto designando responsabilidades acordes a las habilidades y experiencia de cada miembro del grupo.

El primer paso fue la búsqueda del lugar para establecerse. Se encontró un terreno adecuado para iniciar operaciones en la ciudad de Cuernavaca en el estado de Morelos que tenía una superficie de 1000 mts².

Finalizado el diseño del layout congruente a las características del espacio físico disponible se pudieron realizar las estimaciones de inversión correspondientes para avanzar en el acondicionamiento de las instalaciones y en la construcción de la infraestructura necesaria.

Después de una evaluación preliminar se eligió el tipo de maquinaria principal a utilizar en el proceso, se optó por desarrollar un proyecto de diseño y construcción de una prensa hidráulica de moldeo operando bajo el principio de compresión, que permitía trabajar adecuadamente con el material. Una vez que se comprobó la viabilidad técnica y económica se buscó un proveedor que pudiera realizar el maquinado de las piezas para posteriormente proceder al armado en planta.

Para la implementación total del proceso se tuvo que hacer una búsqueda y selección de proveedores de distintos equipos complementarios utilizados en las distintas fases.

El desarrollo del producto AICP 23 LFC implicó el diseño del molde y del herramental necesario para darle la geometría correspondiente. Una vez establecido el diseño del producto se buscaron los proveedores y se negoció con ellos, para asegurar que los componentes fueran suministrados en tiempo y forma de acuerdo a los requerimientos de la producción.

Se tuvieron acercamientos con pequeñas empresas de fundición y maquinado, con la finalidad de plantearles una posible relación de proveeduría de los herrajes que componen los productos, siempre y cuando tuvieran la capacidad de responder a los requerimientos de tiempo y cantidad asociados a una producción en mayor escala. De esta forma fue que se logró concretar una base de proveedores que les permitió iniciar operaciones garantizando el acceso a los componentes especializados requeridos. Los proveedores de las materias primas que componen la formulación del concreto polimérico se consideran genéricos, por lo que la elección se estableció de acuerdo a la disposición y al precio.

Debido a las particularidades de la comercialización vía licitación, en esta etapa se tuvo que trabajar en el proyecto de desarrollo de una propuesta técnico-económica que resultara atractiva y que les permitiera adjudicarse el primer contrato, lo que implicaba realizar una evaluación estricta de los costos.

Finalmente se logró poner en marcha la planta con un sistema de producción original y se comenzó a fabricar el primer pedido solicitado en la licitación ganada. Para el año 2001 la planta de MAPPEC ya contaba con la constancia de calificación de proveedor confiable expedida por el LAPEM de CFE para todos los productos de concreto polimérico, evaluados bajo las especificaciones CFE 52000-04, CFE 52000-05, CFE 52000-06; además se había implantado un sistema de aseguramiento de calidad basado en la norma internacional ISO-9001:1994 que posteriormente se actualizó a la versión 2000.

En cuanto a la evolución de la cantidad de personal empleado, la empresa inicio con cuatro trabajadores, los integrantes del equipo emprendedor, y a la fecha cuenta con 25. Como parte de sus políticas de reclutamiento de personal para el proceso de producción, MAPPEC ha desarrollado convenios con instituciones educativas con la finalidad de incorporar becarios para laborar en la empresa cierta temporada, ya sea desarrollando su proyecto de tesina ó realizando el servicio social. Los convenios operan de la siguiente manera: MAPPEC manifiesta sus necesidades a las instituciones educativas por medio de un listado de los proyectos ó mejoras que pretenda realizar; los alumnos interesados se contactan por medio de las oficinas de vinculación y servicio social. Existen vínculos con la

UTEZ (Universidad Tecnológica Emiliano Zapata) y con el CEBETI de la región. Estos vínculos han permitido captar recursos humanos que a juicio de MAPPEC tuvieron un desempeño eficiente durante su estancia, por lo cual se busca concretar su contratación de tiempo completo. De esta forma se ha logrado incorporar personal eficiente y familiarizado con las actividades de producción de MAPPEC.

Durante el tiempo que ha estado en operación la empresa la estimación de inversiones ha sido una práctica constante, principalmente en lo que se refiere a proyectos enfocados a incrementar la capacidad de producción, mejoras al proceso y desarrollo de productos. En la ejecución y control de todos los proyectos participa personal de la empresa, con el propósito de conservar la autonomía tecnológica y disminuir al máximo la dependencia con los proveedores.

El incremento de la capacidad de producción ha sido un proceso progresivo cuya dinámica se sustenta en el comportamiento de la demanda y en los resultados obtenidos en los estudios de factibilidad. Actualmente se cuenta con un sistema modular de 5 prensas de moldeo todas basadas en el diseño original realizado en la empresa. El proceso de producción ha experimentado diversas mejoras que responden a la presencia de una oportunidad ó necesidad detectada al interior de la empresa. La selección de la solución se determina mediante un estudio comparativo del costo/beneficio asociado a las posibles alternativas. La solución elegida puede implicar la búsqueda de proveedores de equipos y servicios, para esto ha resultado muy importante la información obtenida en ferias y exposiciones industriales.

La relación con los proveedores ha evolucionado. Actualmente los proveedores especializados que suministran las partes de los herrajes que componen los productos destinan casi toda su producción a MAPPEC, factor que los ha incentivado a incorporarse a la dinámica impuesta por un sistema de calidad.

Por otro lado, el desarrollo de productos que incorporan las tendencias tecnológicas mundiales provocó que se requirieran componentes que no se producen nacionalmente, por

lo cual se tuvo que realizar la búsqueda, evaluación y selección de proveedores internacionales. MAPPEC importa los varistores que se adquieren en Austria y el hule de silicón proveniente de los Estados Unidos.

La perspectiva de futuro vislumbrada por MAPPEC implica tomar decisiones importantes relacionadas con el desarrollo de grandes proyectos de inversión encaminados a ampliar el negocio. Actualmente la empresa tiene acceso a líneas de crédito otorgadas en función de la consistencia reportada en el manejo de los flujos financieros registrados por año. La disyuntiva enfrentada radica en mantenerse así un tiempo más permitiendo que el crecimiento lo dicte el comportamiento del mercado o realizar la inversión y ampliar el negocio.

De acuerdo a los planteamientos anteriores, consideramos que la empresa ha manifestado un nivel de capacidades tecnológicas innovativas avanzadas en las funciones técnicas de inversión: toma de decisiones y control; preparación y ejecución de proyectos.

6.1.2. Acumulación de capacidades tecnológicas en las funciones técnicas de producción

6.1.2.1 Centradas en los procesos y en la organización de la producción

Partimos de considerar la originalidad del proceso de producción desarrollado por MAPPEC asociada al hecho de que cuenta con los derechos de propiedad para la fabricación de productos de concreto polimérico. La referencia más cercana para el diseño del proceso era el que se había desarrollado en la planta de producción piloto al interior del IIE, que si bien resultaba un referente importante, el reto al que se enfrentaba el equipo emprendedor era el de diseñar e implementar un proceso con los estándares de productividad, eficiencia, calidad, etc. que les permitiera fabricar productos competitivos en el mercado.

Como se mencionó, el proceso se inició con una prensa de moldeo y actualmente cuenta con 5 constituyendo un sistema modular que opera en forma paralela; es decir, en función de los requerimientos de la producción, pueden trabajar desde una hasta las cinco prensas simultáneamente sin alterar las otras fases del proceso. El escalamiento en la capacidad de producción ha respondido a la factibilidad de crecer en función del comportamiento del mercado.

Las fases principales del proceso que se describieron en el capítulo 3 se concibieron desde que se diseñó el layout al inicio de la empresa; los cambios realizados a éste han respondido al incremento de la capacidad de producción mediante la incorporación de más prensas y las mejoras realizadas con la finalidad de optimizar el proceso. Con la implantación del sistema de calidad en 2001, la mejora continua del proceso se convirtió en un objetivo prioritario. La mayoría de las mejoras a los procesos provienen de una necesidad u oportunidad que se detecta y para la cual se busca la solución más rentable. La definición adecuada de la parte del proceso más conveniente para invertir en función del impacto esperado en productividad, eficiencia ó disminución de costos, ha resultado de suma importancia considerando las limitantes económicas iniciales.

A continuación se describen ejemplos documentados de mejoras realizadas, que consideramos manifiestan las capacidades tecnológicas acumuladas por la empresa en la función técnica en cuestión.

Mejoras al control del proceso de moldeo

Inicialmente el control de la prensa para el proceso de moldeo se realizaba mediante un sistema electromagnético que utilizaba temporizadores y relevadores. Con la finalidad de hacer más confiable el proceso y mejorar el control del funcionamiento de la prensa se implementó un sistema basado en controladores lógicos programables (PLC's) que permitía también controlar, monitorear y registrar las variables físicas relevantes en el proceso.

La operación actual del sistema se resume a continuación: por medio de sensores de temperatura en el molde, horno de precalentamiento y unidad hidráulica; sensor de

proximidad, de presión y de control de peso; se miden los parámetros físicos directamente para posteriormente transferir la información a un sistema de adquisición de datos que registra los valores medidos. Si se encuentra alguna diferencia en relación a los parámetros de referencia fijados opera una protección que impide continuar con el proceso de moldeo de la pieza hasta su corrección.

Tenemos entonces que al detectarse un error el proceso se bloquea, se activa una señal de alarma y se visualiza en el monitor la información del parámetro que está causando problemas. El supervisor de la producción es el único que tiene la clave para reiniciar el proceso, no sin antes registrar una nota que reporte las características de la falla para posteriormente llevar a cabo una revisión detallada. Actualmente este sistema opera para cada una de las cinco prensas y esto permite conjuntar un historial de las condiciones de moldeo y de posibles errores para cada una. Esta información es de utilidad tanto para diseñar los programas de mantenimiento como para construir registros confiables del proceso que sustenten la fabricación de los productos bajo el mismo estándar de calidad.

Mejoras en la fase de pruebas de rutina

Al inicio de las actividades de producción de MAPPEC la fase de pruebas de rutina por medio de las cuales se determinan las dimensiones físicas de los productos resultaba muy tardada, ya que se trataba de un proceso manual realizado con calibradores.

Al reconocer la necesidad de mejora se comenzó a trabajar en la definición de la solución. La idea surgió de la visita a una exposición industrial donde se mostraban equipos que utilizaban el mecanismo de una cámara de video con estroboscopio para medir y monitorear el volumen de llenado en botellas. De allí se generó la idea de adaptar este mecanismo para el control de las dimensiones de los productos de MAPPEC. Se comenzó la búsqueda de proveedores de cámaras de video y fotografía que se pudieran ajustar a la aplicación que se requería. Se contactó al proveedor adecuado y se realizaron los ajustes para acondicionar un espacio apropiado que limitara las distorsiones de luz que se necesitaban para implementar la mejora planteada.

La cámara de video con estroboscopio permite digitalizar la imagen del producto final que se procesa mediante un software de computadora especializado. Se obtiene como salida la información de los parámetros dimensionales del producto, que se almacenan en una base de datos automáticamente evitando así la realización manual de este procedimiento, con lo cual por un lado se limitaron los errores humanos al realizar la medición y por otro se eliminó lo que representaba un cuello de botella al reducir el tiempo empleado en esta fase del proceso. También se reconoce un impacto positivo sobre la productividad, ya que la mejora se tradujo en la reducción del personal asignado a esta actividad.

Mejoras en la fase de elaboración de la mezcla

Anteriormente, al adicionar la cantidad de materias primas orgánicas para realizar la mezcla que da lugar al concreto polimérico se incurría en errores debido a que no existía un control estricto de la cantidad de cada materia adicionada, por consiguiente tampoco se contaba con un registro confiable de las cantidades exactas que se estaban utilizando. De cada mezcla se generan probetas con la finalidad de realizar pruebas eléctricas y mecánicas que permitan comprobar la calidad de la mezcla en su conjunto. Cuando alguna probeta presentaba fallas resultaba difícil realizar un rastreo para encontrar la causa de la falla durante el proceso de mezclado.

El problema se resolvió con la implementación de un sistema dosificador de materias primas que consiste en un sistema de control electrónico que impide que se altere la cantidad referida en la formulación de la mezcla para cada materia prima, al mismo tiempo que genera un registro automático de cada cantidad adicionada. También en esta fase de realización de la mezcla se logró optimizar el proceso automatizando la etapa de premezclado, con lo cual se puede realizar el vaciado mediante una banda mecánica que transporta las materias primas a mezclar reduciendo el esfuerzo físico realizado y agilizando el proceso.

Consideramos que las acciones manifestadas por la empresa MAPPEC en la función técnica centrada en los procesos y en la organización de la producción son representativas del desarrollo de capacidades innovativas avanzadas.

6.1.2.2 Centradas en el producto

Los productos de MAPPEC están enfocados a proporcionar soluciones rentables para los problemas de descargas atmosféricas y contaminación en las líneas de distribución y transmisión, por lo cual se considera un proveedor especializado de la industria eléctrica. De esta forma, la base de su competitividad se sustenta en mayor medida en la obtención de productos nuevos y/o mejorados que respondan eficientemente a las necesidades de sus clientes, es decir en la innovación de producto.

El hecho de contar con los derechos de explotación de las patentes relacionadas con el material concreto polimérico resulta un factor importante de diferenciación con respecto a productos que realizan funciones similares pero que se constituyen de otros materiales. Las ventajas asociadas al concreto polimérico se sustentan tanto por las características que lo definen como un excelente aislante eléctrico como por sus condiciones mecánicas que determinan su resistencia y durabilidad. Por otro lado la flexibilidad que el material presenta en el proceso de moldeo permite una mayor versatilidad en los diseños.

El desarrollo de nuevos productos se ha constituido en una actividad estratégica primordial para MAPPEC; lo anterior se refleja en la meta para desarrollar por lo menos dos productos nuevos por año. Para esto se cuenta con un staff de 3 ingenieros encargados del diseño y desarrollo de productos.

La innovación de producto en términos cuantitativos se expresa al considerar el desarrollo de productos nuevos durante el tiempo de vida de la empresa.

Como señalamos en el capítulo 4, los productos que MAPPEC podía fabricar con los recursos transferidos del IIE eran:

- ✓ Alfileres aislados en sus tres clases (AA13, 22, 33).
- ✓ Alfiler aislado con faldón únicamente el clase 13 (AAF13).
- ✓ Apartarrayos de Óxidos Metálicos en sus tres clases (ADOM 13, 22, 33).

MAPPEC ha desarrollado internamente los siguientes productos:

- ✓ Apartarrayo Integrado en Concreto Polimérico (AICP 23 LFC)
- ✓ Alfiler aislado con faldón en dos clases (AAF22, 33).
- ✓ Apartarrayo de Línea con Entrehierro en Aire (ALEA) en sus tres clases (13, 22, 33), de 5 y 10KA
- ✓ Soporte Separador de Cortacircuito en sus dos clases (SSC, 13, 22)
- ✓ Aislador Tipo Soporte para Interiores en sus dos clases (ASIN 13, 22)
- ✓ Apartarrayo de Línea con Entrehierro en Aire en sus cuatro clases (ALEA 69, 115, 138, 230)
- ✓ Apartarrayo de Línea con Entrehierro en Aire-Silicón (ALEA) con envoltorio de hule de silicón en sus clases (69, 115, 138, 230)
- ✓ Tacón aislante

En términos cualitativos la innovación de productos se refleja en dos sentidos: por un lado están las características novedosas del material con el que se fabrican; y por otro la operación de los productos en función de las alternativas de solución que ofrecen a los problemas de descargas atmosféricas y contaminación.

Para ilustrar lo anterior tenemos el caso de los apartarrayos de línea con entrehierro en aire (ALEA) que ofrecen una alternativa para abordar el problema de descargas eléctricas. El funcionamiento convencional de los apartarrayos disponibles en el mercado se basa en un dispositivo de protección disipador de los sobrevoltajes provocados por descargas atmosféricas, que se conecta en paralelo con el aislamiento que se pretende proteger. La característica principal de estos equipos es que siempre permanecen conectados a la línea. Los apartarrayos ALEA desarrollados en MAPPEC trabajan bajo el principio de un entrehierro de aire entre la línea y el dispositivo de protección conformado por varistores de óxido de zinc. La particularidad de estos productos es que durante el tiempo de operación normal el apartarrayos permanece desconectado del sistema. Cuando inciden descargas atmosféricas capaces de generar sobrevoltajes iguales o mayores al voltaje de rompimiento dieléctrico del entrehierro, el apartarrayos opera disipando el sobrevoltaje, evitando así una posible falla por flameo en los aislamientos que provoque la salida de operación de la línea.

Las ventajas fundamentales del entrehierro son: No existe degradación de los varistores al no existir corriente de fuga circulante, inexistencia de pérdidas asociadas a la corriente de fuga y no requiere de un sistema de tierras.

Por otro lado, el problema de contaminación se aborda mediante la propuesta que ofrecen los alfileres con faldón. El mecanismo de falla por contaminación de aislamiento tiene la siguiente dinámica: primeramente se advierte la presencia de algún contaminante en el aislador, que de no ser retirado provoca que la humectación no sea uniforme a través de su superficie. La falta de humectación uniforme, a su vez, se traduce en la presencia de descargas superficiales que producen corrientes de fuga que propician la formación de un arco eléctrico causante de una posible falla por flameo del aislador. La inclusión del faldón le da una geometría superficial al producto que provoca un incremento sustancial de la distancia de fuga con respecto a los alfileres aislados convencionales. El moldeo de la figura del faldón se facilita con la flexibilidad que otorga el concreto polimérico.

Un caso más, que manifiesta las características innovativas de los productos de MAPPEC es el desarrollo del Apartarrayos de Línea con Entrehierro en Aire-Silicón (ALEA-Silicón). Este proyecto permitió concretar la combinación de tecnologías en la elaboración del producto, conformado por una base de concreto polimérico como envolvente de los varistores (tecnología propia) y un recubrimiento de hule de silicón que es hacia donde se dirige la tendencia tecnológica a nivel mundial en lo que se refiere a materiales utilizados en superficies de aisladores de alta tensión. De esta forma se pudieron combinar las ventajas asociadas al concreto polimérico con las características de desempeño en términos de degradación superficial que ofrece el hule de silicón. La particularidad de la combinación implicaba desarrollar también el proceso que permitiera concretar en un producto la idea de combinación tecnológica.

El hule de silicón se utiliza en procesos industriales diversos; la forma más común de trabajarlo es mediante procesos de inyección, para lo cual se requiere maquinaria más robusta y costosa. El desarrollo del proyecto implicó buscar la forma de extrapolar la aplicación del principio de compresión, empleado en el moldeo de piezas de concreto

polimérico, para utilizarlo en la tarea de incorporar la capa superficial de hule de silicón a los productos. Finalmente la empresa logró desarrollar el producto con la combinación de las tecnologías, pero la adaptación del proceso de compresión provocó que se tuviera que buscar un proveedor que ofreciera el hule de silicón en una presentación en forma de pasta.

Dado que la empresa está generando productos innovadores, consideramos que la acumulación de capacidades tecnológicas en la función técnica centrada en el producto se ha establecido en un nivel que permite considerarlas innovativas avanzadas.

6.2 Capacidades tecnológicas en las funciones técnicas de soporte

6.2.1 Vinculación externa

MAPPEC ha desarrollado vínculos externos que le han sido de gran utilidad para obtener conocimiento importante aplicable a sus actividades de producción y desarrollo de productos.

Existe una relación establecida por la empresa que ha resultado benéfica para las dos partes involucradas, que es el vínculo con los proveedores especializados que suministran los componentes de los herrajes. Desde el inicio de operaciones esta relación de proveeduría adquirió relevancia, ya que se trata de componentes específicos para el proceso desarrollado en la empresa y un incumplimiento por parte del proveedor se puede traducir en alteraciones en la dinámica de producción y por lo tanto en problemas en la entrega. La relación ha evolucionado y actualmente destinan casi toda su producción a MAPPEC, que se beneficia de esto al garantizar la cobertura de sus requerimientos. El proveedor también se ha visto favorecido, ya que su proceso ha evolucionado en función de la influencia que ejerce la dinámica impuesta por el sistema de calidad implantado en MAPPEC.

Una muestra más de la importancia de vincularse con los proveedores más allá de una relación de compra-venta, en este caso con proveedores de equipo, se presentó en el desarrollo de la fuente de poder utilizada en las pruebas eléctricas de rutina, ante las

restricciones económicas que limitaban la posibilidad de adquirir un equipo de un proveedor alemán reconocido, que resultaba muy caro. Se buscó un proveedor nacional que pudiera desarrollarlo; para esto fueron importantes los vínculos informales con anteriores colegas investigadores por medio de los cuales se logró acceder a una persona que además de laborar en LAPEM se dedicaba a integrar equipos de prueba para alta tensión. Se le comunicaron detalladamente los requerimientos relacionados con la capacidad y la aplicación y el equipo fue desarrollado.

Adquirir el equipo integrado en México ya calibrado y listo para insertarse en el proceso, implicó un ahorro sustancial respecto a lo que se hubiera gastado al comprar el equipo extranjero, con las ventajas adicionales de que si requiriera algún servicio de mantenimiento resultaba más barato debido a la cercanía del fabricante y las refacciones se pueden conseguir con mayor facilidad dado su origen nacional.

La interacción con los clientes se da en distintas modalidades, que de manera general se pueden clasificar en visitas de servicio y de comercialización. Como señalamos en el capítulo 5, el conocimiento adquirido de la relación con los clientes es de suma importancia para la empresa. A continuación se describe un ejemplo ilustrativo de esto: en una de las reuniones con los clientes se manifestó la necesidad de instalar un sistema de monitoreo de las operaciones efectuadas por los equipos de apartarrayos, con la finalidad de identificar los lugares de mayor incidencia de fallas, para lo cual se pretendían utilizar contadores electrónicos instalados en los apartarrayos; el problema era que no existía el dispositivo que permitiera aislar y soportar los contadores. Después de obtener más detalles al respecto, MAPPEC propone el diseño del producto mecánicamente resistente que satisface la necesidad expresada. Después de los estudios de factibilidad correspondientes se decidió desarrollar el producto tacón aislante para instalar contadores en los apartarrayos.

Una relación que sin duda ha tenido implicaciones para las actividades de la empresa es la ejercida con el IIE. Podríamos decir que la empresa nace con un vínculo natural con el IIE. Existe un contrato vigente de transferencia tecnológica entre ellos con obligaciones y derechos para ambas partes. Además se cuenta con un contrato de prestación de servicios y

asistencia técnica con el IIE que se estableció prácticamente desde la creación de la empresa.

La evidencia obtenida para las actividades desarrolladas por la empresa, incluidas en la función técnica de soporte vinculación externa nos permite señalar que MAPPEC ha acumulado un nivel de capacidades innovativas intermedias en dicha función.

6.2.2 Producción de bienes de capital

Como se ha dejado ver en el presente capítulo, las actividades de diseño y la construcción de los bienes de capital utilizados en la fase medular del proceso de producción como lo es la fase de moldeo de los productos, se desarrollaron internamente. Aquí se incluye una descripción resumida de dichas actividades.

Tomando en cuenta las restricciones económicas y aprovechando la experiencia y la complementariedad de competencias del equipo emprendedor, los bienes de capital asociados al proceso de moldeo necesarios para iniciar la producción fueron diseñados y construidos por los miembros de dicho equipo. Se comenzó con el diseño de una prensa hidráulica de moldeo que funciona bajo el principio físico de compresión; se diseñaron también los moldes, herramentales y el sistema de control. Una vez que se terminó con el diseño y después de evaluar la factibilidad del proyecto se mandaron maquinar las piezas para proceder a su construcción y prueba de acuerdo a la disposición fijada en el diseño del layout.

Si bien con la maquinaria diseñada se obtenía una eficiencia productiva menor que la que se podría obtener con las máquinas ofrecidas comercialmente de mayor tamaño y capacidad. La flexibilidad de los procesos de fabricación al estar basados en un sistema modular de prensas que trabajan paralelamente, les permitía adaptarse a las necesidades de los clientes y ofrecer desde productos con características especiales para órdenes pequeñas hasta pedidos de mayor volumen de acuerdo a las especificaciones particulares del cliente.

De acuerdo a lo anterior, las capacidades tecnológicas acumuladas por la empresa en la función técnica de soporte: producción de bienes de capital, se consideran como innovativas intermedias.

6.3 Reflexiones finales

Las actividades plasmadas en el presente capítulo revelan el nivel de capacidades tecnológicas acumulado por la empresa en las distintas funciones técnicas que realiza. En las cuatro funciones técnicas primarias se han desarrollado capacidades innovativas avanzadas y en las dos funciones técnicas de soporte se han logrado acumular capacidades innovativas intermedias. Es claro que el hecho de que la empresa haya surgido con un contrato para explotar recursos tecnológicos originales influyó determinadamente en el nivel de capacidades alcanzado a pesar del corto tiempo de vida de la empresa.

La existencia de derechos sobre la tecnología del concreto polimérico descartaba la opción de encontrar procesos industriales desarrollados a nivel comercial para fabricar productos de dicho material, que pudieran servir como una referencia para el diseño del proceso cuando se estaba desarrollando la planta de producción. Por otro lado, los procesos utilizados para fabricar productos aisladores con otros materiales pero con aplicaciones similares a los que pretendía fabricar MAPPEC tampoco servían como un modelo, ya que las técnicas de producción son diferentes. De aquí se desprende la originalidad asociada a los procesos, los productos y en general a la planta de producción implementada en MAPPEC. Las capacidades para el diseño original de la maquinaria, el proceso y los productos manifiestan cierto grado de autonomía tecnológica alcanzada por la empresa.

La capacidad de vinculación con actores externos ha permitido prever problemas que se puedan presentar en el proceso, así como obtener conocimiento importante sobre los requerimientos y el concepto de los productos que tienen los clientes.

Las limitantes económicas experimentadas, sobre todo cuando se iniciaron operaciones, contribuyeron para que con la premisa de optimizar los recursos interviniera personal de la

empresa en la definición y ejecución de los distintos proyectos. Esta participación activa en las actividades de desarrollo se ha mantenido con la finalidad de limitar la dependencia tecnológica con los proveedores de componentes y/o equipos. Consideramos que las experiencias obtenidas de la intervención en estas actividades han tenido un impacto positivo importante en el nivel de acumulación de capacidades obtenido.

El desempeño innovativo cuantitativo y cualitativo presentado en el desarrollo de productos permite distinguir la existencia de una estrategia tecnológica activa por parte de la empresa, que contempla la incursión en la tendencia tecnológica actual en lo que se refiere al uso de materiales y componentes para dispositivos aislantes.

Las actividades de aprendizaje que permitieron la adquisición de conocimiento externo para su articulación posterior con el cuerpo de conocimiento acumulado por la empresa, fueron cruciales para conjuntar las capacidades tecnológicas manifestadas en el desempeño del proyecto de desarrollo del producto Apartarrayos de Línea con Entrehierro en Aire-Silicón (ALEA-Silicón), que combina tecnologías de distintos materiales aislantes.

Podemos decir que los mecanismos de aprendizaje internos y externos delimitados en el capítulo anterior, se consideran fuentes complementarias en términos de su aportación al desarrollo del nivel de capacidades tecnológicas alcanzado. Por otro lado, de acuerdo con la información plasmada en el presente capítulo podemos señalar que la implementación de algunos mecanismos de aprendizaje es en si misma la manifestación de las capacidades tecnológicas acumuladas.

En este capítulo se analizó el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas desarrollado en MAPPEC considerando únicamente el tiempo de vida de la empresa. Las actividades descritas contribuyeron a comprender los factores que permitieron a la empresa acumular el nivel de capacidades establecido para cada función técnica. Consideramos que dadas las particularidades de nuestro caso se puede entender de mejor manera el proceso de acumulación si se analiza con una visión integral, que incluya los antecedentes del origen de la empresa, cuestión que se aborda en las conclusiones finales.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES FINALES

Introducción

En este capítulo se establecen las conclusiones finales de la investigación, para lo cual se retoman las preguntas de investigación planteadas con anterioridad.

Por consiguiente en cada una de las secciones se aborda una de las siguientes preguntas:

¿Qué factores determinaron que la creación de la empresa MAPPEC originada en el IIE se llevara a cabo exitosamente?

¿Qué nivel de capacidades tecnológicas ha sido acumulado por MAPPEC y cuáles son y cómo operan los mecanismos de aprendizaje en los que se sustenta dicha acumulación?

¿Cómo se relaciona el origen de MAPPEC con las características de su trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas y cuáles son las implicaciones de dicha relación?

7.1 Factores que determinaron la creación de la empresa

Del análisis de la información recabada en nuestro caso se desprenden las siguientes cuestiones vinculadas con la creación exitosa de la empresa:

En primer lugar, tenemos que una trayectoria de desarrollo tecnológico como la que presentó el concreto polimérico en el IIE arroja resultados que podemos agrupar en dos categorías: por un lado están las invenciones obtenidas que debido a su nivel de desarrollo se pueden traducir en productos y/o procesos nuevos ó mejorados y por otro está el personal calificado generado durante la fase de I&D, que es vista como un proceso de aprendizaje que permite al personal involucrado desarrollar capacidades y competencias relacionadas con la tecnología implementada. Estas dos categorías conforman la oferta de recursos que la organización de I&D puede desarrollar en un área tecnológica específica y que pueden ser requeridos y habilitados por el emprendedor para generar una empresa.

En segundo lugar se considera que el proceso de generación de la idea empresarial tiene su origen en los antecedentes del emprendedor. Determinar los factores que motivan la idea implica considerar, entonces, diversos niveles contextuales en los cuales se ha visto involucrado y que puedan haber sido significativos para la delimitación de la idea de emprender un negocio, por ejemplo: el familiar, escolar, laboral, etc. El rol de emprendedor puede ser asumido por diferentes actores, por ejemplo un investigador involucrado directamente en el proceso de I&D (como fue nuestro caso), algún otro miembro de la organización o inclusive un actor externo que detecte una oportunidad de negocio y considere que la organización de I&D pueda proveerle los recursos necesarios para generar la empresa. El conjunto de requerimientos tecnológicos, humanos, etc., considerados por el emprendedor como necesarios para iniciar un negocio, conforman la demanda de recursos determinantes para la generación de la empresa.

Podemos decir que el factor central para que la empresa MAPPEC se generara con éxito fue la coincidencia entre la oferta y la demanda de los recursos tecnológicos.

Para que la coincidencia entre oferta y demanda se pueda concretar debe existir un lenguaje común entre las partes involucradas. Para que se entienda mejor lo anterior supongamos que los resultados de la investigación pública de determinada institución son invenciones que para convertirse en innovaciones requieren de un esfuerzo extra de ingeniería de detalle, que el investigador originador de la tecnología no logra percibir y el emprendedor lo ve claramente. La situación anterior se puede traducir en la falta de interés hacia la oferta de recursos tecnológicos de esta entidad de investigación pública por parte de los emprendedores demandantes.

Por otro lado, la consideración de que ante una demanda escasa una organización de investigación tiene que ser selectiva en relación a las tecnologías que pudieran ser útiles para generar empresas; tiene implicaciones importantes para el rol de los emprendedores, ya que pareciera ser que el planteamiento indica que la organización de I&D tendría que forzar desde su rol de oferente un proceso de generación de empresas, que debería estar sustentado en el impulso emprendedor como factor detonante de las iniciativas de negocio. En este sentido, nuestro caso nos permite establecer con claridad que los resultados de los procesos de I&D no son tecnologías habilitadas para generar empresas inmediatamente. Lo que se obtiene en el mejor de los casos son invenciones traducibles en productos y/o procesos nuevos ó mejorados que pueden ser habilitados como recursos tecnológicos, que complementados con otra serie de acciones relacionadas con las actividades emprendedoras pueden resultar determinantes en la formación de un nuevo negocio.

Intentar desprender señalamientos generales de una situación particular no es tarea fácil pero creemos que nuestro caso es representativo de una relación de transferencia tecnológica entre un instituto de investigación público y una empresa, pertenecientes a determinado SNI, que se pudo establecer satisfactoriamente gracias a que existió un punto crucial de coincidencia entre una oferta de recursos proporcionada por la organización de I&D y la demanda de recursos determinantes para la generación de la empresa solicitados por el emprendedor.

Considerando el planteamiento anterior, el estudio nos permite emitir las siguientes reflexiones interrogativas para el caso de México:

¿En que medida la escasez de experiencias, ya no de generación de empresas al interior de instituciones de investigación, sino de transferencia de tecnología entre instituciones públicas de investigación y empresas, obedece a que no existe coincidencia entre la demanda y la oferta de los recursos tecnológicos? Y de ser así, ¿Cuáles son las causas de esta falta de coincidencia? ¿Se trata de un problema de carencia real de la oferta, de la demanda o de ambas? ó ¿Se trata de un problema de falta de información de los agentes en cuanto a la oferta y demanda existentes dentro de un mercado tecnológico?

Con el avance en el esclarecimiento de interrogantes de este tipo se pueden conseguir elementos que permitan definir las acciones que se deben implementar para incrementar los puntos de coincidencia, es decir, para que los recursos tecnológicos generados por las instituciones de investigación pública aplicada puedan ser considerados como satisfactorios de la demanda de los recursos tecnológicos de una empresa establecida ó una empresa que se genere sirviéndose de ellos.

Consideramos que los planteamientos anteriores necesitan ser analizados y discutidos de manera más profunda, tomando en cuenta la importancia que tiene la investigación pública en el país.

7.2 Mecanismos de aprendizaje y nivel de capacidades tecnológicas

Los mecanismos de aprendizaje en los que participa la empresa se abordaron a detalle en el capítulo 5, por lo que en esta sección únicamente se incluyen un par de tablas, que presentan en forma resumida los mecanismos externos e internos que se consideraron más relevantes en términos de su aportación a la acumulación de capacidades tecnológicas.

Tabla 7.1. Mecanismos de aprendizaje tecnológico externos en MAPPEC.

Mecanismo de aprendizaje	Tipo de conocimiento adquirido
Vínculos con centros de investigación.	Explícito/Tácito
Reuniones con los clientes	Explícito/Tácito
Actividades de vigilancia tecnológica	Explícito
El proceso de licitación	Explícito
Reuniones informales con anteriores colegas	Tácito
Relación con los proveedores	Explícito/Tácito
Cursos técnicos de actualización	Tácito
Visitas a ferias y exposiciones industriales	Explícito/Tácito

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida en el trabajo de campo.

Tabla 7.2. Mecanismos de aprendizaje tecnológico internos en MAPPEC

Mecanismo de aprendizaje	Tipo de conocimiento adquirido
Ingeniería de reversa	Explícito/Tácito
Diseño de productos	Explícito/Tácito
Sistema de calidad	Explícito
Mejoras a maquinaria y equipo	Explícito/Tácito
Programas de mantenimiento	Explícito
Programas de inducción y capacitación	Tácito
Reuniones de trabajo	Tácito

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida en el trabajo de campo.

En las tablas 7.1 y 7.2 se presentan los mecanismos de aprendizaje identificados, se incluye una columna en la que se hace referencia al tipo de conocimiento que según nuestro análisis permite captar cada mecanismo. Como se observa, en algunos casos de acuerdo a su descripción previa se plantea que se adquiere conocimiento explícito y tácito.

El proceso de acumulación de capacidades tecnológicas desarrollado por la empresa se trató en el capítulo 6, en donde se estableció el nivel acumulado para cada función técnica. Como un complemento a esto se construye aquí la matriz de capacidades tecnológicas para la empresa MAPPEC.

Los niveles de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzados por MAPPEC en cada una de las funciones contempladas se identifican por medio del sombreado de las celdas correspondientes, como se ilustra en la tabla 7.3.

Si bien la matriz generada sigue la guía general planteada en el marco teórico, se incluyen una serie de actividades asociadas al caso particular abordado que sustentan el nivel de capacidades asignado.

Tabla 7.3. Matriz de capacidades tecnológicas para la empresa MAPPEC.

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias				Vincul
	Inversión		Producción		
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución de proyectos	Centrada en los procesos y en la organización de la producción	Centrada en el producto	
Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente					
Capacidades operativas básicas	Estimación de inversiones	Planeación de proyectos de desarrollo. Acondicionamiento del terreno a las condiciones específicas de la planta. Construcción de la infraestructura básica.	Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones. Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes.	Copia de especificidades y diseños fijos Control de calidad rutinario para mantener los estándares y las especificaciones	Búsqueda de proveedores Venta de nuevos productos
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico					
Capacidades innovativas básicas	Supervisión activa y control de: estudios de factibilidad, selección de tecnología/proveedores, programación de actividades.	Estudios de factibilidad. Búsqueda de equipo estándar. Ingeniería básica.	Implantación del sistema de calidad, ISO-9001:2000. Mejora del layout. Adaptaciones menores.	Calificación de proveedor confiable expedida por LAPEM de CFE. Adaptaciones menores a las necesidades del mercado.	Búsqueda de información de cliente instituc Vínculo instituc educati recluta
Capacidades innovativas intermedias	Actividades de vigilancia tecnológica. Negociación con proveedores, nacionales e internacionales. Administración del proyecto completo.	Ingeniería de detalle. Adquisición de equipo. Administración y seguimiento de proyectos. Capacitación y reclutamiento. Puesta en marcha de la planta.	Mejora continua del proceso. Incremento de las capacidades de producción. Licenciamiento de nueva tecnología de proceso.	Licenciamiento de nueva tecnología de producto. Ingeniería de reversa. Diseño incremental de nuevos productos.	Contra Transf tecnol IIE. Contra asisten prueba Relacion con especia
Capacidades innovativas avanzadas	Desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes.	Diseño e implementación del proceso de producción original.	Innovación de proceso	Innovación de producto. Combinación de tecnologías.	Colaboración desarrollo tecnoló provee y socio

Fuente: Elaboración propia a partir de Dutrénit, Vera-Cruz y Arias, 2003; basado en Bell y Pavitt, 1995.

7.3 Implicaciones del origen de la empresa sobre su trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas.

La relación entre el origen de la empresa y la trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas se representa esquemáticamente en la figura 7.1.

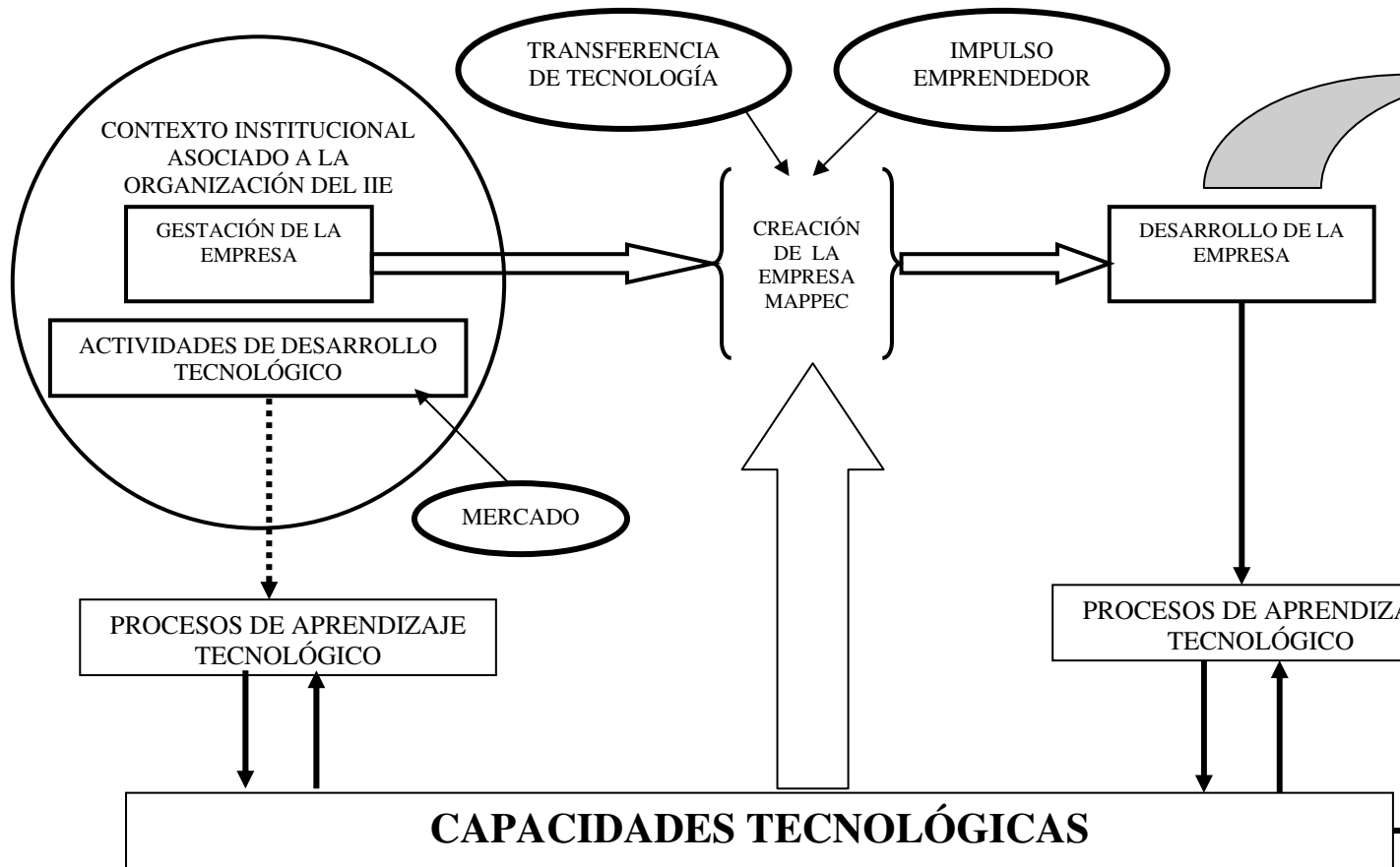
Como hemos visto, las actividades de desarrollo tecnológico realizadas en el IIE relacionadas con el concreto polimérico, desembocaron en resultados con aplicación industrial que se reflejaron en la implementación de procesos y productos en una fase avanzada de desarrollo, que permitieron acortar la brecha entre la transferencia de dichos recursos y su explotación comercial. Dichas actividades aunque circunscritas al contexto institucional imperante en el IIE, fueron concebidas y delineadas por las necesidades de un mercado que requería respuesta a problemas específicos.

La implementación de proyectos al interior del IIE delimitados mediante una visión global que incluía el desarrollo del material, el proceso y los productos, facilitó la fase de transición entre la etapa de prototipo de producto y la etapa de fabricación de los productos para pruebas piloto en campo logrando así desarrollos tecnológicos “mas afinados”. Desde esta perspectiva consideramos que se amplían las posibilidades de que los desarrollos tecnológicos así concebidos puedan ser atractivos para una empresa establecida o para un emprendedor que pretenda explotarlos creando una empresa.

El hecho de que se lograra concretar un proceso de fabricación a nivel piloto al interior del IIE influyó en un cambio en la percepción de los productos de concreto polimérico desarrollados, que pasaban de ser considerados invenciones con potencial de aplicación a innovaciones de producto con potencial de mercado, que contribuirían a resolver dos de los principales problemas presentados en las líneas de distribución y transmisión de energía eléctrica como lo son las descargas atmosféricas y la contaminación.

Como se ilustra en la figura 7.1, el entorno generado por las condiciones anteriores favoreció la gestación de la idea empresarial al interior del IIE.

Figura 7.1. Origen de la empresa y acumulación de capacidades tecnológicas.



Fuente: Elaboración propia

Debido a las particularidades asociadas a la trayectoria de desarrollo de la tecnología del concreto polimérico podemos establecer que las actividades realizadas al interior del IIE en relación a la tecnología, pueden ser consideradas como procesos de aprendizaje tecnológico que permitieron al grupo involucrado acumular un conjunto de conocimientos, habilidades y competencias que posteriormente serían útiles para la creación de la empresa.

Al momento de crearse la empresa dos cuestiones resultaron relevantes: las características del proceso de transferencia tecnológica y el impulso emprendedor que dirigió la idea de negocio.

Es evidente que la transferencia de los recursos tecnológicos licenciados por el IIE en relación a la tecnología del concreto polimérico fue determinante para la creación de la empresa MAPPEC, pero reconocemos que esto no hubiera sido posible sin el impulso emprendedor que originó la idea de negocio, mediante el cual se logró entre otras cosas, conjuntar un equipo con capacidades y competencias complementarias, hacer frente a las opiniones de rechazo a su propuesta, afrontar la escasez de financiamiento y reconocer que los recursos tecnológicos del IIE podrían ser útiles para explotar una oportunidad de negocio.

Un proceso de transferencia tecnológica de manera general involucra mecanismos de asistencia técnica, mediante los cuales el generador de la tecnología contribuye a que la empresa receptora logre implementar la tecnología licenciada de manera eficiente. Es importante ponderar la existencia de componentes tácitos asociados a la tecnología que resultan difíciles de transferir, pero que son determinantes para la adecuada articulación e implementación de la misma.

En nuestro caso nos enfrentamos a una situación particular en la que el representante de la empresa demandante de la tecnología aparecía como inventor en todas las patentes relacionadas con la tecnología del concreto polimérico, y había estado involucrado al igual que los otros miembros del equipo emprendedor en los proyectos de desarrollo y elaboración de productos al interior del IIE. Lo anterior no deja lugar a dudas acerca de la

profundidad del conocimiento del equipo emprendedor sobre el paquete tecnológico adquirido, lo que evidentemente incrementó su capacidad de apropiación de la tecnología licenciada.

Como hemos establecido las capacidades tecnológicas en las empresas se sustentan en la acumulación de cierto acervo de conocimiento. Considerando las condiciones del proceso de transferencia tecnológica que le dio origen a MAPPEC, creemos que los recursos que adquirió conforman una base importante de conocimiento explícito que se complementa con el conocimiento tácito que poseían los integrantes del equipo emprendedor. Bajo estas condiciones resulta difícil pensar que el proceso de transferencia hubiera tenido los mismos resultados si el demandante de la tecnología tuviera otro origen.

La evidencia obtenida nos permite referirnos al proceso de transferencia tecnológica como un proceso de transferencia de capacidades tecnológicas. En otras palabras, consideramos que MAPPEC inició operaciones con un nivel preestablecido de capacidades tecnológicas.

Podemos señalar entonces que en una empresa que se origina al interior de una institución de investigación la trayectoria de acumulación de las capacidades estará ligada con la trayectoria misma de desarrollo de la tecnología (ó conjunto de tecnologías) que conforma la base de los recursos determinantes para la creación de la empresa.

Siguiendo el esquema de la figura 7.1. podemos decir que el nivel de capacidades desarrollado actualmente por MAPPEC, se fundamenta en una trayectoria de acumulación que inicia al interior del IIE tiempo antes de que se genere la empresa misma inclusive antes de que surja el impulso emprendedor que le dio origen. Lo anterior le permitió iniciar operaciones presentando un desempeño innovativo que le facilitó afrontar las condiciones contextuales del mercado en el que ingresaba. El desempeño innovativo ha mantenido una dinámica evolutiva debido a que el acervo de capacidades tecnológicas acumuladas en las distintas funciones técnicas que realiza se ha incrementado durante la etapa subsecuente de desarrollo de la empresa, gracias a que en MAPPEC a través del tiempo que lleva operando

se distinguen esfuerzos para establecer mecanismos de aprendizaje con la finalidad de dar continuidad al flujo de conocimiento en la empresa.

Entre los procesos de aprendizaje en los que participa la empresa y las capacidades tecnológicas, se había planteado desde que se estableció la estructura analítica una relación bidireccional que la evidencia nos permitió corroborar, ya que la articulación de procesos de aprendizaje permitió acumular conocimiento aplicable al desarrollo de las capacidades y la experiencia en la aplicación de estas capacidades permitió que los mecanismos de aprendizaje existentes evolucionaran.

Consideramos que es pertinente realizar una reflexión sobre el postulado de la existencia de una fase de preacumulación de capacidades tecnológicas.

La evidencia nos permite corroborar que las actividades de desarrollo tecnológico al interior del IIE se constituyeron en actividades de aprendizaje que sustentan el nivel de acumulación de capacidades alcanzado por la empresa. Dicha afirmación adquiere sentido hasta el momento que se crea la empresa, es decir, sin empresa no se puede concebir una fase de preacumulación, únicamente se tendrían las actividades realizadas dentro de un proyecto para desarrollar recursos tecnológicos en una institución de investigación. Lo anterior se representa en la figura 7.1 por la línea punteada que vincula las actividades de desarrollo tecnológico en el IIE con su posible estatus como procesos de aprendizaje.

En términos del marco analítico empleado para definir el nivel de capacidades la consideración de una fase de preacumulación tiene implicaciones importantes. La taxonomía propuesta por Bell y Pavitt (1995) sintetizada en la matriz de la tabla 1.1 clasifica las capacidades tecnológicas a partir de las funciones técnicas más importantes que realiza una empresa y permite establecer el nivel de acumulación en determinado tiempo. Entonces, si quisiéramos definir el nivel acumulado aplicando esta propuesta considerando solamente la fase de preacumulación previa a la formación de la empresa, surge la siguiente interrogante ¿A que entidad se aplicaría la taxonomía?

La inconsistencia analítica que involucra la reflexión anterior se afrontó en el trabajo de la siguiente forma: en el capítulo 1 basándonos en el trabajo de Dutrénit et al (2003b) establecimos que si bien la taxonomía de Bell y Pavitt (1995) es de utilidad para definir el nivel de acumulación de capacidades de una empresa en determinado momento. Para obtener un estudio más completo y explicativo al respecto, se debería incluir una descripción detallada de las actividades de aprendizaje tecnológico que evidenciara la forma en la que la empresa accede al nivel de acumulación obtenido.

Por consiguiente, en nuestro caso aplicamos la taxonomía a la empresa solamente para obtener el nivel actual de las capacidades tecnológicas acumuladas y de acuerdo a la evidencia asumimos que debido al origen particular de la empresa, existen mecanismos de aprendizaje que resultaron relevantes para las capacidades actuales que trascienden el tiempo de vida de ésta. Delimitar y describir tanto los procesos de aprendizaje detectados en la etapa de desarrollo de la empresa como aquellos considerados previos a su creación, nos permitió evidenciar de forma integral la dinámica especial que convergió en el nivel de acumulación alcanzado.

Finalmente podemos decir que de acuerdo a la descripción de las actividades de aprendizaje internas y externas identificadas en nuestro caso, tenemos que la empresa MAPPEC aprende entre otras cosas por: 1) la búsqueda, evaluación y selección de alternativas tecnológicas; 2) la mejora continua de productos y procesos; 3) la vinculación con otros actores de su entorno; 4) la capacitación formal y el intercambio informal de ideas; 5) la dinámica de documentación sistemática de experiencias impuesta por el sistema de calidad; 6) el diseño de productos, procesos y maquinaria.

Al contrastar la manera en que la empresa aprende con la evidencia de otros casos presentada en el capítulo 1, observamos que al margen de las particularidades de cada propuesta (enfoque de flujos, funciones ó actividades) se reconocen coincidencias importantes en la definición de las actividades de aprendizaje relevantes, lo que nos permite concluir que a pesar de ser una empresa cuyo origen le permitió presentar una trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas muy peculiar, en términos de las fuentes de

conocimiento que explota para construir y mantener estas capacidades no se puede considerar un caso aislado. De esta manera las enseñanzas obtenidas en nuestro caso en relación con las formas de aprendizaje adquieren cierto grado de generalidad, sobre todo consideramos que se pueden extrapolar a empresas del mismo sector que tengan un perfil comercial similar, es decir, que sus productos estén enfocados a nichos de mercado muy específicos.

BIBLIOGRAFIA

- Antonelli, G. y S. Consiglio (2001)**, “The development process of academic spin-off: the role of the “metaorganizzatore””, *University of Molise, Faculty of Management*.
- Arias, A. (2003)**, “Mecanismos de aprendizaje y capacidades tecnológicas: el caso de una empresa del sector curtidor”, en : Aboites, J. y G. Dutrénit (Coord.), *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, México: UAM, Editorial Miguel Angel Porrúa, pp. 337-364.
- Ariffin, N. Y P. Figueiredo (2003)**. “Internacionalizaçao de competencias tecnológicas”, Rio de Janeiro: Editora FGV.
- Arvanitis, R. y D. Villavicencio (1994)**, “Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico. Reflexiones basadas en trabajos empíricos”, *El Trimestre Económico*. Vol. LXI(2), Núm. 242.
- Autio, E. (1999)**, “Growth of technology-based new firms”, en : Sexon, D.L. y Landström, H. 1999. *State-of-the-art in entrepreneurship research*, forthcoming book.
- Autio, E. (1996)**, “New, technology-based firms in innovation networks symplectic and generative impacts”, *Research Policy* 26, 263-281.
- Bell, J. (2002)**, “¿Cómo hacer tu primer trabajo de investigación?”, primera edición en español, Editorial Gedisa S.A., Barcelona, 2002.
- Bell, M. (1984)**, “Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries”. In Kim K. and Fransman (Eds.). *Technological Capacity in the Third World*. London. Macmillan.
- Bell M. y K. Pavitt (1995)**, “The Development of Technological Capabilities”, en I.U. Haque (Ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, Washington, The World Bank, pp. 69-101.
- Bell, M. y K. Pavitt (1993)**, “Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrast Between Developed and Developing Countries”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, no. 2.
- Bishop, J. y R. Lalkaka (1996)**, “Business Incubators in Economic Development: an initial assessment in industrializing countries”, Editado por el programa de desarrollo de las naciones unidas, Nueva York, 1996.
- Capdeville, M. y G. Dutrénit (1993)**, “El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta”, *El Trimestre Económico*. Vol. LXI(3), Núm. 239, pp. 643-674.

Casalet, M. (2001), “Reestructuración y Nuevos Desafíos en el Contexto Institucional Mexicano”, en : Dutrénit, G. et al (Coord.), *Sistema Nacional de Innovación: Temas para el debate en México*, México: UAM, pp. 229-236.

Chiesa, V. y A. Piccaluga (2000), “Exploitation and diffusion of public research: the case of academic spin-off companies in Italy”, *R&D Management*, 30(4), pp. 329-339.

Cimoli, M. y M. Della (2003), “The Nature of Technological Change and its Main Implications on National Systems of Innovation”, en : Aboites, J. y G. Dutrénit (Coord.), *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, México: UAM, Editorial Miguel Angel Porrúa, pp. 47-102.

Clarysse, B. y N. Moray, (2004), “A process study of entrepreneurial team formation: the case of a research-based spin-off”, *Journal of Business Venturing* 19, pp. 55-79.

Cohen, W.M. and D.A. Levinthal (1990). “Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation”, *Administrative Sciences Quarterly*, vol. 35, núm. 1, pp.128-152.

CONACYT (2003), “Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología en México 2003”, México.

Coombs, R. (1996), “Core Competencies and the Strategic Management of R&D”, *R&D Management*, Vol. 26, no. 4. pp 345-355.

Cole, T. et. al. (2002), “Spin-off companies from universities and other public research agencies in Australia: Findings from early stage case studies”, *paper for twente university High-Tech small companies conference*, Enschede, The Netherlands, June 11-12, 2002.

COTEC (2003), “Nuevos mecanismos de transferencia tecnológica”, Encuentros empresariales COTEC N°-9, Ed. Fundación COTEC para la innovación tecnológica, España

David P. y Foray D. (2002) “Fundamentos económicos de la sociedad del conocimiento”, en Comercio Exterior, vol 52, num. 6, pp. 472-491.

Debackere, K. (2000), “Managing academic R&D as a business al K.U. Leuven: context, structure and progress”, *R&D Management*, 30(4), 323-328.

Degroof, J. y Roberts E. (2003), “Spinning-off new ventures from academic institutions in areas with weak entrepreneurial in infrastructure: Insights on the impact os spin-off processes on the growth-orientation of ventures:”, *MIT Sloan School of Management*, working paper 4311-03.

Dodgson, M. (1993), “Organizational Learning: A Review of Some Literatures”, *Organizational Studies*. Vol. 14, no. 3.

- Dosi, G. (1982)**, “Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change”, *Research Policy* 11, 147-162.
- Dutrénit, G. et al (2003a)**, “Estrategia tecnológica y demanda de investigación básica a las universidades y centros. El caso de dos empresas en México”, *El Trimestre Económico*. Vol. LXX(4), Núm. 280.
- Dutrénit, G. et al (2003b)**, “Diferencias en el Perfil de Acumulación de Capacidades Tecnológicas en tres Empresas Mexicanas”, *El Trimestre Económico*. Vol. LXX(1), México.
- Dutrénit, G. (2002)**, “Usos y abusos de la metodología de estudios de caso para analizar los procesos de aprendizaje”, *Revista Espacios*. Vol. 23, no. 1.
- Dutrénit, G. (2000)**, “Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities”, Cheltenham, Edward Elgar.
- Edquist C. (1997)**, “Systems os Innovation approaches-Their Emergence and Characteristics”, en Edquist C. (Ed.), *Systems of innovation. Technolgies, institutions and organizations*, Oxford U. Press, pp. 1-35.
- Edquist Ch. (2002)**, “Innovation Policy, a systemic approach”, in Archibugi D. Y B. Lundvall (Eds.) *The Globalizing learning economy*, Oxford University Press, pp. 219-228.
- Esteva, J.A. (1998)**, “Circuits in the transfer of research results to potencial users”, *paper presented at the international conference to commemorate the 10th anniversary of the Caribbean Academy of Sciences*, September 23-25, 1998.
- Fernández, G. (1991)**, “El desarrollo de las empresas de base tecnológica”, *Documento preparado para la reunión de SECOFI/CEPAL/CIT*; IIE-México D.F, 1991.
- Figueiredo, P. (1999)**. “Technological capability-Accumulation Paths and the Underlying Learning processes in the Latecomer Context: A Comparative Analysis of two Large Steel Companies in Brazil”, SPRU, University of Sussex, UK.
- Freeman, C. (1994)**, “The economics of technical change”, *Cambridge Journal of Economics*, 18, 463-514.
- Hasegawa, M. y A.T. Furtado (2003)**, “Identificação e mensuração de spinoffs gerados por programas de P&D: o AMBICANA”, *X seminario latino-iberoamericano de gestão tecnológica ALTEC 2003*, México D.F; 22-24 octubre 2003.
- Henderson, R.M. (1994)**, “The Evolution of Integrative Capability: Innovation in Cardiovascular Drug Discovery”, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3, no. 3, Oxford University Press. pp. 607-630.

Iansiti, M. y K. Clark (1994), “Integration and Dynamic Capability: Evidence from Product Development in Automobiles and Mainframe Computers”, *Industrial and Corporate Change*, vol.3, núm. 3, pp.557-605.

Illes, K. y P. L. Jennings (2002), “Facilitating regeneration through new enterprise creation”, *Int. J. Entrepreneurship and Innovation Management*, Vol.2, Nos. 4/5, pp. 438-453.

Jones, D. (1998), “Universities, technology transfer and spin-off activities – academic entrepreneurship in different European regions”, Targeted socio-economic research project no 1042, Final report, University of Glamorgan-Business School.

Kim, L (1999), “Learning and innovation in economic development”, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.

_____ (1997), “From Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea’s Technological learning”, Boston MA. Harvard Business School Press.

Lall, S. (1992), “Technological Capabilities and Industrialization”, *World Development*, vol.20, núm.2, pp.165-186.

_____ (1993), “Technological Capabilities”, in J.J. Salomon (Ed.), *The Uncertain Question; Science, Technology and Development*, Tokyo, United Nations University Press, pp.165-186.

_____ (1987), “Learning to Industrialize: The Acquisition of Technological Capability by India”. London. Macmillan Press.

León, G. (2000), “La creación de empresas de base tecnológica desde el sistema público”, *Boletín SEBBM*, N°-128, Mayo 2000.

Leonard-Barton, D. (1992a), “Core Capabilities and Core Rigidities: a Paradox in Managing new Product Development”, *Strategic Management Journal*, no 13. pp. 111-125.

_____ (1992b), “The Factory as a Learning Laboratory”, *Sloan Management Review*, vol.32, núm. 1

Lindholm, A. (1997), “Growth and inventiveness in technology-based spin-off firms”, *Research Policy* 26, 331-344.

Lundvall B.A. (1992), “Introducción”, en: Lundvall B.A. (Ed.) *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Pub., pp. 1-19.

Metcalfe S. (1995), “The economic foundations of technology policy: Equilibrium and evolutionary perspectives”, in Stoneman PO. (Ed.) *Handbook of the Economics of innovation and Technical change*, Blacwell Handbooks in Economics, UK, pp. 409-512.

Mowery, D. y N. Rosemberg (1979), “The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies”, *Research policy*, 8, 102-153.

Nelson R. y N. Rosemberg (1993), “Technical Innovation and National Systems”, en: Nelson, R. (Ed.) *National Innovation Systems, A Comparative Analysis*, Oxford U. Press., pp. 3-21.

Nelson, R. y S. Winter (1982), “An Evolutionary Theory of Economic Change”, Cambridge, MA: Harvard University Press.

Nonaka, I y H. Takeuchi (2002), “La organización creadora de conocimiento: cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación”, Oxford University Press. México.

Numark, C. (2000), “De armas a wireless. Acelerando la creación de empresas innovadoras de base tecnológica” en: Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid (ed), España, pp. 24-31.

Nylhom J. et al (2002), “Innovation Policy in the knowledge based economy, Can theory guide policy making?”, in Archibugi D. Y B. Lundvall (Eds.) *The Globalizing learning economy*, Oxford University Press, pp. 253-272.

OCDE (2000), “El Manual Oslo”, primera edición en español, Instituto Politécnico Nacional/CIECAS, México.

Pavitt, K. (1984), “Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory”, *Research Policy*. Vol. 13, no. 9, pp. 343-373.

Prahalad, C.K. and Hamel (1990), “The Core Competencies of the Corporation”, *Harvard Business Review*, vol. 68, no. 3 (May-June), pp. 79-91.

Roberts, E. B. (1991), “Entrepreneurs in High Technology. Lessons from MIT and beyond”, New York: Oxford University Press.

Roberts, E. B. y D. E. Malone (1996), “Policies and structures for spinning off new companies from research and development organizations”, *R&D Management*, 26(1), 17-48.

Schumpeter, J. (1911), “Teoría del desenvolvimiento económico”, Fondo de cultura económica, México.

Steinmueller, W.E. (1994), “Basic Research and Industrial Innovation”, in Dodgson M. y R.V. Rothwell (Eds.) *The Handbook of Industrial Innovation*, pp. 54-67.

Storey, D. J. y B. S. Tether (1998), “New technology-based firms in the European union: an introduction”, *Research Policy* 26, 933-946.

Teece D. et al (1990), “Firm capabilities, resources and the concept of strategy, CCC”, Working paper, núm. 90-8

Teece, D. y G. Pisano (1994), “The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction”. *en Industrial and Corporate Change*, pp. 537-54.

Vera-cruz, A. O. (2000), “Major Changes in the Economic Policy Context, Firms’ Culture and Technological Behavior: The Case of two Mexican Breweries”, SPRU, University of Sussex, UK.

Villavicencio, D. (1990), “La Transferencia de Tecnología: un Problema de Aprendizaje Colectivo”, *Argumentos*, No. 10-11.

Westphal, L. et al (1985), “Reflections on the Republic of Korea’s Acquisition of Technological Capability”. In Rosenberg N. and Frischtak C. (eds.). *International Technology Transfer*, New York. Praeger Publishers.

Yin, R. (1994), “Case Study Research: Design and Methods”, segunda edición, Sage Publications, California, USA, 1994.