

Dirección estratégica de la tecnología: El caso de Isofotón



68

Carlos A. Benavides Velasco'

Profesor Titular de
Universidad
Departamento de
Economía y Administración
de Empresas
Universidad de Málaga



cabv@uma.es



Cristina Quintana García

Profesora Titular de
Universidad
Departamento de
Economía y Administración
de Empresas
Universidad de Málaga



cqg@uma.es

CÓDIGOS JEL:
O310, O320, L690

Strategic management of technology: The case of Isofoton

I. INTRODUCCIÓN: MARCO TEÓRICO

Las organizaciones basadas en la tecnología deben hacer frente continuamente a cambios dinámicos e impredecibles en los mercados, productos y tecnologías. Por tanto, resulta interesante conocer cómo una empresa puede seguir siendo competitiva en estos entornos y cómo lograr una posición fuerte en términos de capacidades tecnológicas. Los activos físicos y los recursos financieros son parte importante de la respuesta, sin embargo, no son suficientes. El éxito de una empresa intensiva en la tecnología depende de manera decisiva de su base tecnológica, es decir, de su capacidad para explorar y explotar la tecnología como una competencia medular, incorporar tecnología más avanzada en productos y servicios, y

RESUMEN DEL ARTÍCULO

Una de las principales dificultades con las que se encuentran los spin-offs es la correcta exploración y explotación de la tecnología como una competencia medular. Su futuro está condicionado a su capacidad para definir y desarrollar una adecuada estrategia tecnológica. Esta aseveración se ilustra con el caso de la empresa ISOFOFÓN S.A., hoy con una destacada presencia entre los líderes mundiales y europeos de fabricantes de paneles fotovoltaicos.

EXECUTIVE SUMMARY

Spin-offs face some difficulties such as performing proper exploration and exploitation of technology as a core competence. Their future depends on their capacity for designing and developing an appropriate technological strategy. This assertion is illustrated with the case of ISOFOFON. This company holds a strong competitive position among world and European leading producers of photovoltaic panels.



69

DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LA TECNOLOGÍA: EL CASO DE ISOFOTÓN

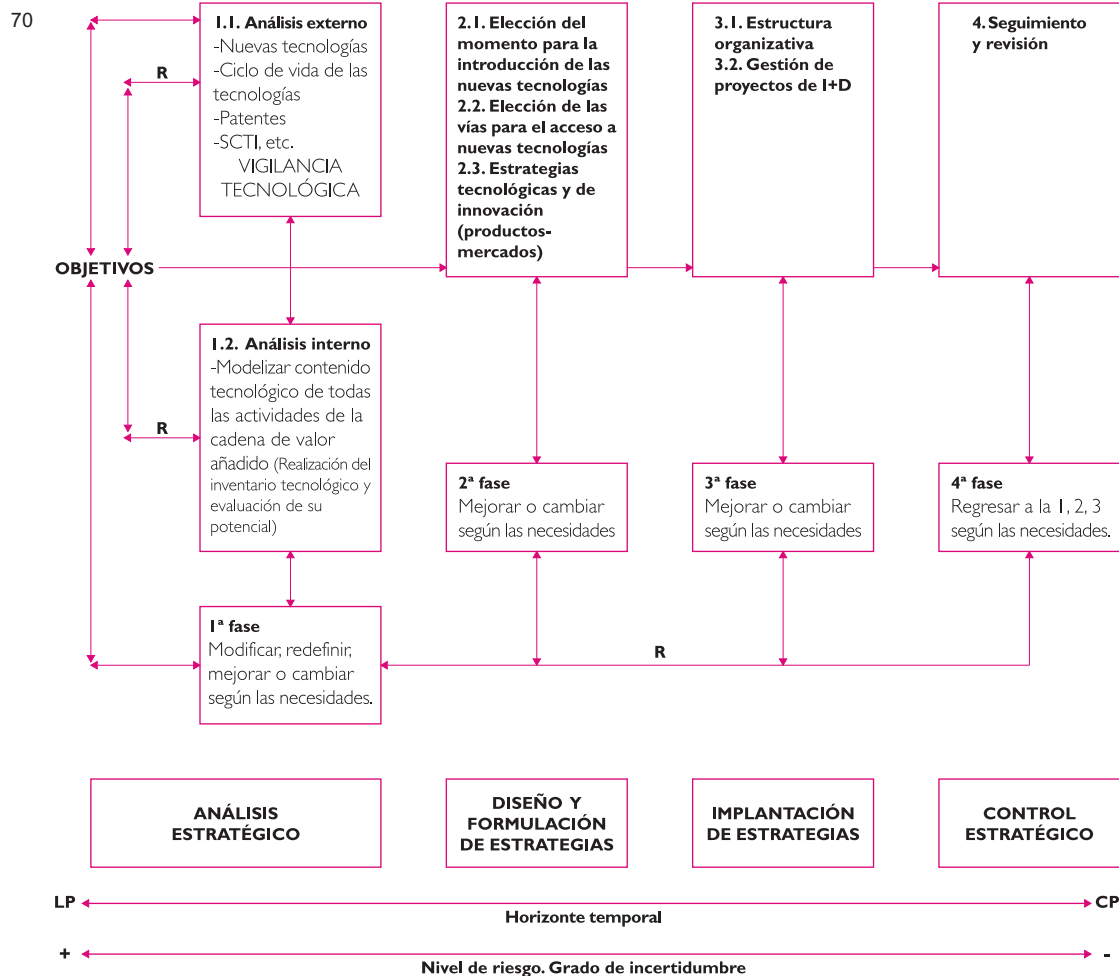
hacerlo en un período menor, con costes inferiores y con mayor rendimiento que los competidores. En definitiva, la competitividad de este tipo de empresas está relacionada con la capacidad de definir una adecuada estrategia tecnológica perfectamente insertada en su proceso de dirección estratégica global.

La empresa deberá integrar en su Plan Estratégico sus estrategias tecnológicas y los cursos de acción necesarios para llevarlas a cabo. Se han formulado algunos modelos aplicables a la gestión de la tecnología en la empresa. El modelo en que nos basaremos es el

Figura 1

El proceso de dirección estratégica de la tecnología.

R = Retroalimentación



Fuente: adaptada de Benavides (1998:329).

denominado Dirección Estratégica de la Tecnología (figura 1), en el cual se pueden distinguir las siguientes fases (Benavides, 1998:326 y ss): 1) Análisis estratégico: su desarrollo supone la realización de dos actividades, análisis interno y análisis externo de la situación tecnológica; 2) Diseño y formulación de estrategias: implica elegir el momento para introducir la nueva tecnología y la vía de acceso a la misma (inversión en tecnología propia y ajena, medios de protección del conocimiento tecnológico), así como definir las estrategias tecnológicas y de innovación; 3) Implantación de estrategias: exige la definición de una estructura organizativa adecuada y la gestión de proyectos de I+D+I; y 4) Control estratégico.

Hemos seleccionado ISOFOTÓN S.A., como caso para ilustrar el proceso de Dirección Estratégica de la Tecnología por tratarse de un spin-off que desde su constitución entró a formar parte del Complejo Tecnológico Industrial de Málaga (CTIM), un enclave integrado por un grupo de cuatro empresas centrales: Alcatel, Fujitsu, Isofotón y Siemens en torno a las cuales se formó un interesante núcleo de empresas auxiliares: Andaluza de Técnicas Electrónicas, Predan, Termoplásticos Málaga, etc. Todas las empresas del CTIM mantuvieron importantes relaciones con la Universidad de Málaga y constituyeron el embrión del actual Parque Tecnológico de Andalucía (Ferraro, et al., 1992). Su ubicación en Málaga mucho tuvo que ver con la existencia de este Complejo que fue el que dio lugar a la implantación y consolidación en su Universidad de las titulaciones de Ingeniería Informática, Ingeniería de Telecomunicaciones y posteriormente Ingeniería Industrial.

PALABRAS CLAVE

Dirección estratégica de la tecnología, estrategias tecnológicas, gestión de la tecnología.

KEY WORDS

Strategic management of technology, technological strategies, technology management

2. EL CASO DE ISOFOTÓN: ORÍGENES Y SITUACIÓN ACTUAL

Isofotón, S.A. es una empresa creada en 1981 en Málaga por iniciativa del profesor Antonio Luque, director del Instituto de Energía Solar (IES) de la Universidad Politécnica de Madrid, con objeto de producir y comercializar en el ámbito mundial paneles solares basados en una tecnología propia (paneles bifaciales). La gama de productos destinados al aprovechamiento de la energía solar se conforma por: paneles fotovoltaicos y térmicos. Las aplicaciones procedentes de la primera gama son de tipo aislado (electrificación rural, abastecimiento de agua y telecomunicaciones) y de inyección a red. Las aplicaciones de la segunda gama son el agua caliente, la calefacción y la climatización de piscinas.

El capital social inicial fue mayoritariamente privado, aportado por pequeños accionistas locales, aunque también contó con la partici-

DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LA TECNOLOGÍA: EL CASO DE ISOFOTÓN

pación de la Fundación General del citado Instituto, que cedió sus patentes de paneles bifaciales, manteniendo desde el principio una estrecha vinculación con la empresa en las actividades de I+D+I. Desde el primer momento, tanto las instalaciones de producción como el laboratorio de I+D+I se radican en Málaga. En 1985, Isofotón consolidó sus actividades en el ámbito de la energía solar, incorporando la tecnología de fabricación de colectores térmicos. Desde entonces ofrece soluciones energéticas solares fotovoltaicas (producción de electricidad) y térmicas (producción de agua caliente).

Los primeros paneles fotovoltaicos fabricados en Málaga llegan en 1982 a un mercado dominado por la tecnología de células monofaciales, fabricadas y comercializadas por grandes empresas, vinculadas algunas de ellas a compañías petroleras, tales como BP Solar y ARCO Solar. La novedad que presentaba Isofotón radicaba en la

utilización de células bifaciales que permitían recoger la luz solar por ambas caras con el consiguiente aumento del rendimiento eléctrico del panel.

A pesar del avance técnico que los nuevos paneles representaban, los resultados de su producción y comercialización no respondieron a las expectativas iniciales, fundamentalmente por tres razones:

- a) Rechazo de los distribuidores a introducir productos innovadores.
- b) Las dificultades de competir con los

paneles monofaciales que aún teniendo un rendimiento menor generaban, sin embargo, costes de mantenimiento muy reducidos. Los paneles bifaciales, por el contrario, requerían un mantenimiento periódico y de elevado coste de las placas reflectoras.

c) Fuerte competencia internacional de las grandes empresas fabricantes de paneles convencionales, con mayores recursos y una posición muy sólida en el mercado. Esta situación provocó la imposibilidad en los primeros años de alcanzar el umbral de rentabilidad y una acumulación de pérdidas que amenazaba la viabilidad futura de la empresa.

En 1983 la empresa Alcatel-Solar, ubicada en Madrid y dedicada a la fabricación de paneles solares térmicos, adquirió de la empresa norteamericana ARCO Solar la licencia para utilizar su tecnología y fabricar en España paneles monofaciales. Se daba así el paso previo para crear una nueva sociedad de la que formaría parte la

72

Isofotón, S.A. es una empresa creada en 1981 en Málaga por iniciativa del profesor Antonio Luque con objeto de producir y comercializar en el ámbito mundial paneles solares basados en una tecnología propia

CARLOS A. BENAVIDES VELASCO Y CRISTINA QUINTANA GARCÍA

empresa ARTESA, distribuidora de los productos de ambas empresas. El Ministerio de Industria y Energía, al cual solicitaron ayuda económica, se mostró reacio a la creación de esta nueva sociedad y propuso la incorporación de Alcatel-Solar a Isofotón, con objeto de reestructurar y relanzar esta empresa. Esta propuesta fue aceptada, así que se procedió a la ampliación de capital de Isofotón y a la entrada del grupo Alcatel con el 45 por ciento de participación; posteriormente, se produjeron nuevas ampliaciones pasando a formar parte como accionistas otras empresas y organismos como el Instituto de Fomento de Andalucía. Con esta participación mayoritaria de Alcatel, se produjo la integración de personal suyo en los puestos directivos y técnicos de Isofotón y el traslado a Madrid del domicilio social y de los departamentos de gestión y dirección. Sin

73

Tabla I. **Ránking mundial y europeo de fabricantes de paneles fotovoltaicos**

RÁNKING	2000				2002				2004			
	MW *	NIVEL MUNDIAL	MW *	NIVEL EUROPEO	MW *	NIVEL MUNDIAL	MW *	NIVEL EUROPEO	MW *	NIVEL MUNDIAL	MW *	NIVEL EUROPEO
1	54,4	Sharp	14	Photowatt (Francia)	123,1	Sharp	27,4	ISOFOTÓN	324,0	Sharp	75,0	Q Cells
2	42	Kyocera	10	RWE (ASE)	71,4	BP Solar	24,5	RWE (ASE)	268,0	Autres industriels	53,3	ISOFOTÓN
3	41,85	BP Solar	9,50	ISOFOTÓN	60	Kyocera	17	Photowatt (Francia)	105,0	Kyocera	53,0	RWE Schott Solar
4	29,5	Siemens Solar Et Shell Solar	9,16	BP Solar (España)	55,5	Siemens Solar Et Shell Solar	16,7	BP Solar (España)	85,0	BP Solar	28,5	Photowatt
5	18	Astropower	5,5	Shell Solar (Alema/Hol)	35,0	Sanyo	9	Shell Solar (Alema/Hol)	75,0	Mitsubishi	28,0	Deutsche Cell
6	15	Sanyo	2,5	Intersolar	29,7	Astropower	9	Ersol	72,0	Siemens Solar Et ShellSolar	26,6	BP Solar
7	14	RWE Schott Solar	2,3	Eurosolare (Italia)	29,5	RWE Schott Solar	6	Astropower	65,0	Sanyo	16,0	Ersol
8	12,7	Photowatt	2,25	Dunasolar (Hungría)	27,4	ISOFOTÓN	4,8	Sunways	53,3	ISOFOTÓN	11,0	Sunways
9	11,1	Mitsubishi	2,2	Helios (Italia)	24	Mitsubishi	3	Dunasolar (Hungría)	44,0	RWE Schott Solar	10,0	Shell Solar/ Scancell
10	9,50	ISOFOTÓN		Ersol	17	Photowatt	2,9	Helios (Italia)	28,0	Deutsche Cell	7,56	Photovoltaech

* MW: megavatios ** Comparación de empresas en el nivel mundial (Fuente: Photon International, 2001-2005)

*** Comparación de empresas en el nivel europeo.

DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LA TECNOLOGÍA: EL CASO DE ISOFOTÓN

embargo, en 1991 Alcatel abandonó su participación. A partir de 1997, Isofotón empezó una etapa de gran crecimiento, debido al apoyo que las políticas europeas han prestado a la energía solar y al respaldo de los organismos internacionales para implantarlas en países en desarrollo.

En la actualidad, Isofotón es una compañía en fase de expansión internacional en sus actividades comerciales y productivas, situándose como segunda fabricante europea y octava a escala mundial con una fabricación de 53,3 megavatios en el año 2004 (véase tabla 1).

Desde su creación en 1981, Isofotón ha mantenido su vocación innovadora que contrastaba con la escasez de perfeccionamiento tecnológico que evidenciaba el sector hace unos años. Las características que han situado a Isofotón a la cabeza del sector de la energía solar son: una visión global del mercado, unos planteamientos pioneros, adelantados a su tiempo, una filosofía de trabajo basada en la especialización, una actitud flexible que se adapta a las exigencias del momento, una apuesta constante por la innovación y la calidad, y un compromiso permanente con la conservación medioambiental y el desarrollo social.

Con esta filosofía corporativa y señas de identidad, es posible explicar el elevado crecimiento que ha experimentado el volumen de facturación (pasando de 7.2 millones de euros en 1997 a 120 millones en 2004), especialmente en el ámbito internacional (en 2004 la cifra de ventas por exportación ascendía a 96 millones de euros de los 120 millones de facturación total), ya que desde sus inicios, Isofotón ha pretendido dar una atención preferente al mercado exterior. En los últimos años, el

volumen de recursos humanos ha experimentado un fuerte crecimiento, pasando de una plantilla total de 67 empleados en 1995 a 610 en el año 2004.

Desde la creación de Isofotón, la protección del medio ambiente ha marcado un punto de referencia prioritario en el desarrollo de sus actividades, elaborando productos dirigidos al aprovechamiento de la energía solar, fuente de energía limpia e inagotable. En este línea, ha implantado un Sistema de Gestión Medioambiental tomando como base la norma UNE-EN ISO 14001, así como una Política de Calidad basada en la norma UNE-EN ISO 9001.

Desde su creación en 1981, Isofotón ha mantenido su vocación innovadora que contrastaba con la escasez de perfeccionamiento tecnológico que evidenciaba el sector hace unos años

3. DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LA TECNOLOGÍA

Los factores que han permitido la consolidación y desarrollo de Isofotón se pueden identificar mediante el análisis de las fases del proceso de dirección estratégica de la tecnología.

1. Análisis estratégicos

El análisis de la capacidad estratégica requiere el que mediante el análisis externo se detecten las oportunidades y amenazas a las que la empresa se enfrenta como consecuencia de las situaciones del entorno en el que opera. Así mismo, es necesario efectuar el análisis interno de los recursos y competencias que la empresa posee.

1.1. Análisis externo

Isofotón nace con el propósito de desarrollar una tecnología completamente nueva (paneles bifaciales). En aquellos momentos el análisis externo del sector evidenciaba una escasez de perfeccionamiento tecnológico. Este panorama ha cambiado rápidamente, hoy en día existe una tendencia mundial hacia el empleo de energías limpias, que está provocando unos niveles de exigencia tecnológica cada vez mayores con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento de la energía del sol. La situación actual y futura del sector está muy ligada al desarrollo de la tendencia cada vez mayor de protección medioambiental. La llamada producción limpia se está revelando como un factor clave de competitividad.

Los avances futuros en el sector van a depender de los progresos que se consigan en dos líneas de actuación: reducir el espesor de las láminas que conforman las células solares y conseguir concentrar la radiación solar en un sólo punto mediante dispositivos opto-eléctricos (tecnologías de concentración). Isofotón se encuentra a la cabeza de ambas líneas de investigación. Ello es así porque esta empresa desarrolla un adecuado sistema de Vigilancia Tecnológica mediante un sistema de alerta temprana que le permite captar las tendencias del entorno antes que sus competidores y posicionarse en las áreas de investigación emergentes.

1.2. Análisis interno

Si se realiza un diagnóstico y evaluación del sistema tecnológico de Isofotón, se puede concluir que la principal fortaleza radica en una base tecnológica conformada por tecnologías desarrolladas por la propia empresa, pioneras en el sector, lo que le permite generar ventajas en diferenciación, aunque tiene que seguir investigando para mejorar la estructura de costes.



DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LA TECNOLOGÍA: EL CASO DE ISOFOTÓN

La tecnología esta presente a lo largo de todas las actividades que conforman la cadena de valor de la empresa, desde aquellas que están relacionadas con la obtención de materias primas hasta las que tienen que ver con la distribución de los productos acabados (Morcillo, 1997). La cadena de valor, por consiguiente, constituye un modelo adecuado para inventariar las tecnologías utilizadas por la empresa. En el caso que nos ocupa haremos referencia, tan sólo, a las tecnologías que guardan relación con dos actividades de la cadena de valor, la primera, el "desarrollo tecnológico", actividad de apoyo, en la que deben considerarse las tecnologías de producto, de diseño asistido por ordenador, etc., y la segunda, "operaciones" como actividad primaria de la cadena de valor a la que se asocian las tecnologías de proceso, tecnologías de materiales, etc.

A través del Departamento de I+D+I, Isofotón lleva a cabo desarrollos tecnológicos en el marco de los proyectos institucionales de la Unión Europea (Altener, Save, Programa Marco, etc.) destinados principalmente a mejorar la eficiencia energética de las fuentes renovables, enfocando sus propios desarrollos en el campo de la "concentración" (incremento en la eficiencia para el área de captación) como vía de reducción de costes de la energía generada. En total, desde sus inicios las tecnologías que ha tratado de desarrollar son las recogidas en la tabla 2.

2. Diseño y formulación de estrategias

La formulación de las estrategias tecnológicas y de innovación exige dos actividades previas: la elección del momento para la

Tabla 2. **Evolución de las tecnologías en desarrollo**

1. Crecimiento de silicio monocristalino por el método "Czhocraski"
2. Panel de apertura limitada. Baja concentración
3. Fabricación de un panel activo por sus dos caras "Bifacial"
4. Proceso de bajo coste para la fabricación de células bifaciales y multicristalinas
5. Desarrollo de un proceso de fabricación a partir de silicio policristalino
6. Panel estático de concentración
7. Implantación industrial células de alta eficiencia
8. Tecnologías de concentración

Fuente: Elaboración propia

introducción de las nuevas tecnologías y la determinación de las vías de acceso a las mismas.

2.1. Elección del momento para la introducción de las nuevas tecnologías

Isofotón ha sido la primera en lanzar al mercado las células bifaciales y multicristalinas, que son productos con un elevado grado de novedad; también es líder actual en los avances logrados en las tecnologías de concentración.

Esta empresa se crea para desarrollar una tecnología emergente (paneles bifaciales), completamente nueva, por lo que presentaba un alto potencial de desarrollo, aunque también un elevado grado de incertidumbre sobre sus posibilidades reales. Los problemas iniciales de Isofotón surgieron porque esta tecnología tenía que competir con una tecnología clave (paneles monofaciales) que se encontraba prácticamente en una fase de consolidación dominada por grandes empresas fabricantes de paneles convencionales. Esta fuerte competencia internacional amenazaba la viabilidad futura de la empresa. Además, dado que las células bifaciales se encontraban en la fase emergente de su ciclo de vida, todavía era necesario resolver ciertos problemas; los paneles monofaciales aún teniendo un rendimiento menor generaban costes de mantenimiento muy reducidos; los paneles bifaciales, por el contrario, requerían un mantenimiento periódico y de alto coste.

Actualmente, los esfuerzos de I+D+I están orientados a las "tecnologías de concentración" que se encuentran en una fase emergente de su ciclo de vida. Tales tecnologías persiguen el incremento en la eficiencia para el área de captación como vía de reducción de costes de la energía generada.

2.2. Elección de las vías para el acceso a nuevas tecnologías

Isofotón "invierte en tecnología propia" gracias a fuertes presupuestos dedicados a I+D+I; para garantizar el enriquecimiento tecnológico también tiene establecidos acuerdos de cooperación o alianzas estratégicas con universidades y empresas tanto nacionales como europeas. Ello ha permitido un elevado nivel de las dimensiones señaladas por Nieto (1995): actitud innovadora, grado de

Isofotón "invierte en tecnología propia" gracias a fuertes presupuestos dedicados a I+D+I; para garantizar el enriquecimiento tecnológico también tiene establecidos acuerdos de cooperación o alianzas estratégicas con universidades y empresas

DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LA TECNOLOGÍA: EL CASO DE ISOFOTÓN

autonomía estratégica proporcionado por la tecnología, dominio sobre la tecnología y familiaridad de la tecnología.

2.3. Estrategias tecnológicas y de innovación

Las actividades 2.1 y 2.2 condicionan las estrategias tecnológicas, que a su vez están relacionadas con las estrategias de innovación. Es por ello que ambos tipos de estrategias se abordan conjuntamente en este apartado.

Mediante la confrontación, por medio de una matriz, de la "posición tecnológica de la empresa" con su "posición competitiva" la consultora Arthur D. Little (1981) formuló su ya clásica tipología de estrategias tecnológicas, distinguiendo entre estrategias de: liderazgo tecnológico, seguidor, nicho, adquisición de tecnología, joint-venture, reconversión o racionalización y retirada o liquidación. Isofotón actualmente, posee una cartera tecnológica conformada básicamente por células bifaciales, células policristalinas y tecnologías de concentración. Con respecto a los paneles bifaciales y

policristalinas, Isofotón ostenta una posición identificable con la que corresponde a aquellas empresas que aplican una estrategia de liderazgo tecnológico ya que al ser una tecnología desarrollada por la propia empresa ha logrado con el paso de los años alcanzar una posición competitiva y tecnológica fuerte. Es posible señalar que las células bifaciales se encuentran ya en una fase de madurez y las policristalinas en una etapa de crecimiento. Los últimos esfuerzos en I+D+I, respaldados con fuertes presupuestos se están dirigiendo a optimizar la tecnología existente, a través

de la tecnología de concentración.

En la fase inicial, el departamento de I+D+I era reducido, de modo que para realizar la mayoría de las actividades de I+D+I llevaba a cabo actuaciones que respondían, en términos de Arthur D. Little, a las denominadas estrategias de joint-venture, especialmente con el IES de la Universidad Politécnica de Madrid; esto respondía a una débil posición competitiva en los inicios. Actualmente, gracias a la consolidación de dicho departamento en 2001, Isofotón ostenta una posición de líder tecnológico y lleva a cabo numerosos proyectos propios de investigación como muestra la tabla 3, lo que se complementa con acuerdos de cooperación con otras empresas y

Actualmente, gracias a la consolidación de dicho departamento en 2001, Isofotón ostenta una posición de líder tecnológico y lleva a cabo numerosos proyectos propios de investigación

universidades tanto españolas como extranjeras. Tales acuerdos no son establecidos ya para compensar una posición competitiva débil, sino que son vías complementarias para la realización de innovaciones.

Atendiendo al concepto de "núcleo o árbol de competencias tecnológicas" Morcillo (1997) identifica dos grandes estrategias en relación con las competencias tecnológicas de la empresa: la primera, de carácter horizontal atiende a la generación de competencias tecnológicas que pueda materializar en innovaciones que la empresa vende. La segunda, de carácter vertical lleva a que la empresa explote por si misma cada una de sus competencias tecnológicas creando negocios que explota directamente. Dada las fuertes barreras de entrada iniciales producidas por los distribuidores, Isofotón ha desarrollado, en relación con su "núcleo tecnológico" una estrategia vertical o de alcance ya que controla y ejecuta todo el proceso completo de innovación tecnológica, acomete las actividades de investigación y desarrollo y las iniciativas productivas y comerciales oportunas para explotar ella misma sus competencias tecnológicas. En la mayoría de las ocasiones el producto final consiste en la entrega "llave en mano". Esto le permite un contacto directo con los clientes finales, lo que le posibilita adecuarse perfectamente a sus necesidades; además, se generan oportunidades de nuevas invenciones por el denominado "aprendizaje por el uso", ya que los clientes pueden sugerir a la empresa ciertas mejoras

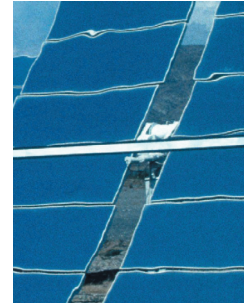


Tabla 3. **Proyectos propios de investigación**

PERÍODO	PROYECTOS PROPIOS DE INVESTIGACIÓN
1981-1991	Proceso de fabricación de células solares bifaciales- Diseño y fabricación de laminadora para el encapsulado de células fotovoltaicas- Diseño y fabricación simulador solar para la medida estándar de módulos- Implantación del proceso de fabricación de ARCO y adaptación al proceso ISO-FOTÓN, S.A. logrando células solares de "muy alto rendimiento"- Diseño de equipo de deposición de óxido de titanio a partir de horno CVD
1992-1996	Diseño y desarrollo de máquina de recuadrado de lingotes de silicio- Diseño de equipo de soldadura automática de células- Diseño y desarrollo de equipo para la clasificación automática de células
1997-2002	Implantación de línea de corte y recuadrado de lingotes de silicio- Desarrollo del proceso de fabricación de células solares multicristalinas- Desarrollo del proceso de difusión y de posición de capa antirreflexiva en continuo

Fuente: Isofotón, 2005

DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LA TECNOLOGÍA: EL CASO DE ISOFOTÓN

En la mayoría de las ocasiones el producto final consiste en la entrega "llave en mano". Esto le permite un contacto directo con los clientes finales, lo que le posibilita adecuarse perfectamente a sus necesidades

que se le ocurren tras la utilización del producto final.

Para plantear las estrategias de innovación que aplica Isofotón, utilizaremos la clásica taxonomía que distingue, atendiendo a su naturaleza u objeto, entre innovaciones de producto y proceso (Braun, 1986; Morcillo, 1989).

Isofotón lleva a cabo tanto estrategias de innovación de producto como de innovación de proceso. En las tablas 2 y 3 se puede observar que las innovaciones de producto

se centran básicamente en: panel de apertura limitada, panel activo por sus dos caras (bifacial), células multicristalinas, panel estático de concentración e implantación de células de alta eficiencia.

Dado que todos estos productos se tratan de innovaciones realizadas por la propia empresa, y el problema del alto coste generado por ellas, Isofotón también ha tenido que desarrollar procesos nuevos que le permitieran acometer las innovaciones de producto. En las citadas tablas se recoge cómo las innovaciones de proceso de Isofotón a lo largo de su existencia han sido y son muy numerosas, tales como: proceso de bajo coste para la fabricación de células bifaciales y policristalinas, proceso de fabricación a partir de silicio policristalino, diseño y fabricación de laminadora para el encapsulado de células fotovoltaicas, diseño y fabricación simulador solar para la medida estándar de módulos, diseño y desarrollo de máquina de recuadrado de lingotes de silicio, diseño y desarrollo de equipo para la clasificación automática de células, implantación de línea de corte y recuadrado de lingotes de silicio, etc.

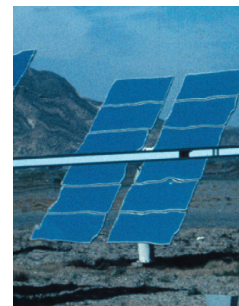
Analizando la innovación según los efectos tecnología-mercado, es decir siguiendo la propuesta realizada por Abernathy y Clark (1985), esta compañía tiene su origen en la aplicación de una innovación revolucionaria. Ésta supone la alteración en los datos técnicos del producto ya que se modifica su estructura o sus elementos fundamentales e incluso la propia forma de fabricarlo, sin cambiar la funcionalidad central del producto y, por consiguiente, no incidiendo ni en su clientela ni en el mercado. La innovación revolucionaria se conoce, a veces, como "innovación de ingeniero" (Aït-El Hadj, 1990). Al respecto, como se ha comentado anteriormente, la empresa ha sido pionera en el desarrollo de células bifaciales y

multicristalinas, que son productos con un elevado grado de novedad, y mantiene una posición de liderazgo en las tecnologías de concentración. Esto ha sido posible gracias a la plena consolidación del Departamento de I+D+I y a la disposición de buenos científicos y técnicos. El personal tiene distintos grados de cualificación, pero de un nivel elevado (técnicos superiores o licenciados y técnicos medios). La estrategia de innovación se ve apoyada no sólo en las competencias de investigación y producción, sino también de marketing, ya que desde el comienzo esta empresa ha desarrollado su propia red comercial, lo que le permite controlar completamente su cadena de valor.

Las dificultades iniciales para consolidar la empresa mucho tuvieron que ver con los elevados costes de mantenimiento que requerían los paneles bifaciales, lo que representaba la principal debilidad frente a los paneles convencionales. Por ello, la implantación en el mercado de las nuevas tecnologías de paneles solares exigió a la empresa la realización de mejoras constantes, esto es, innovaciones incrementales para hacer competitivo el nuevo producto. Así, la investigación para lograr paneles más eficientes ha sido una constante. En este sentido, Isofotón está trabajando en los últimos tres años en la reducción del coste del panel un 65 por ciento. Reducir el coste de las instalaciones fotovoltaicas y aumentar el rendimiento de las células solares que se integran en los paneles son dos aspectos necesarios para lograr generalizar la aplicación de la energía solar para producir electricidad. Para ello, en pocos años comercializará células de silicio que ocupen la milésima parte de las actuales gracias a las tecnologías de concentración. Para el logro de estos objetivos y proyectos de investigación, la empresa malagueña inició en enero de 2003 un proceso de crecimiento que pretende poner en marcha 10 fábricas de montaje de placas solares en todo el mundo y un centro de producción en el Parque Tecnológico de Andalucía en Málaga. Estos proyectos cuentan con el respaldo de su anterior propietario, el Instituto de Fomento de Andalucía (IFA).

3. Implantación de estrategias

El diseño y la formulación de estrategias carecen de valor si su implantación no es posible. En la tercera fase del proceso se abordan dos cuestiones cruciales para la aplicación de las estrategias: la estructura organizativa que se requiere y la gestión de los proyectos de I+D+I.



DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LA TECNOLOGÍA: EL CASO DE ISOFOTÓN

3.1. Estructura organizativa

Un aspecto importante para la adecuada implantación de la estrategia tecnológica es el diseño de una estructura organizativa que promueva la interactividad entre los profesionales y el flujo de información y conocimiento entre los distintos departamentos (Quintana, 1999b). La colaboración entre determinadas unidades organizativas (I+D+I y Oficina Técnica, por ejemplo) es un rasgo característico de esta empresa. Cuenta con intranet y la estructura está descentralizada, lo que concede a los jefes de departamento elevadas dosis de autonomía y discrecionalidad. Ello unido a la gran coordinación interdepartamental permite una rápida toma de decisiones que se considera una de las ventajas competitivas de Isofotón.

En los inicios, la empresa contaba con un reducido Departamento de I+D+I, de tal forma que la mayoría de estas actividades se realizaban fuera de la empresa y, en concreto, en el IES de la Universidad Politécnica de Madrid, con el que mantienen desde el principio acuerdos de cooperación tecnológica. En el año 2001, Isofotón consolidó su Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) como una de las claves en torno a la cual gira su crecimiento. El afianzamiento de este departamento concede a la empresa un estatus de independencia gracias al cual se convierte en una de las referencias mundiales en el sector de la energía solar. Su Oficina Técnica ha llevado a cabo una remodelación del proceso fabril de Isofotón, logrando acortar el tiempo del proceso, duplicar la productividad, crear un producto de mayor calidad y aumentar la seguridad del trabajador. Paralelamente, a la Oficina Técnica, el Departamento de I+D+I analiza las posibilidades en el empleo de materiales de mayor calidad y eficiencia. Actualmente, la compañía posee dos centros de fabricación: fotovoltaica y térmica. La Fábrica Fovoltaica tiene una superficie de 16.000 m² y dispone de los más modernos equipos e instalaciones. La Fábrica de Térmica posee una capacidad de fabricación de 40.000 m²/año y cuenta con los últimos avances tecnológicos de colectores de alto rendimiento y equipos compactos.

En cuanto a la estrategia comercial, Isofotón pretende dar una atención preferente al mercado exterior frente al mercado nacional. Para ello asume directamente las ventas en el exterior para lo que dispone de un Departamento Comercial y de asesoramiento de ingeniería. Su red comercial se extiende a los cinco continentes y a más de cincuenta países. En la mayoría de los casos el producto final consiste en la entrega "llave en mano" de una instalación, lo que determina la distinción entre la fabricación de un equipo y la

ingeniería necesaria para su instalación definitiva. Han sido numerosos los proyectos emblemáticos que han ejecutado en los cinco continentes. Así, se puede destacar, por ejemplo, en Suiza, la estación de energía solar instalada en el tejado del centro de mantenimiento del tranvía de Ginebra en La Jonction, que es, hasta la fecha, la mayor instalación de sus características conectada a una red de transporte público. En España, ha llevado a cabo la instalación de energía solar térmica en el Balneario Cervantes (Santa Cruz de Mudela, Ciudad Real), diseñada para el suministro de agua caliente para usos sanitarios, termale y de climatización de piscina interior.

3.2. Gestión de proyectos de I+D+I

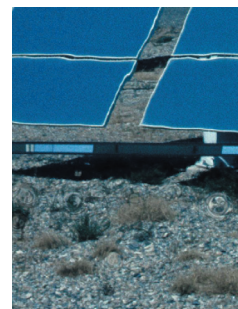
Esta empresa está implicada de forma permanente en un proceso de innovación tecnológica, tanto en sus procesos productivos como de los productos resultantes. Desde su creación, los departamentos de I+D+I, Oficina Técnica e Ingeniería de Producto, han desempeñado un destacado papel precursor en la mejora y actualización del diseño de sus propuestas de soluciones energéticas, térmicas y fotovoltaicas, y de los productos resultantes que las sustentan.

Fruto de este esfuerzo, el Departamento de I+D+I ha logrado la ejecución de un gran número de proyectos propios de investigación entre los que cabe destacar los reflejados en la tabla 3. Su realización se encuentra apoyada por un presupuesto específico que se suele situar en el intervalo del 7 al 10 por ciento del volumen de negocio.

Además, Isofotón desarrolla desde sus inicios importantes proyectos de investigación en colaboración con entidades tanto nacionales como internacionales. Actualmente tienen en marcha seis proyectos de investigación en colaboración con otras organizaciones como Euroinks (Italia), Universidades de Sevilla y País Vasco, Hanh-Meitner Institute, Universidad de Glasgow, Instituto de Energía Solar (IES) de la Universidad Politécnica de Madrid, CSTIC (Francia), etc.

4. Control estratégico

El proceso de dirección estratégica de la tecnología se cierra con el control estratégico; en relación con este punto se puede señalar que la empresa elabora planes de inversión a largo plazo y los correspondientes presupuestos, lo que representa un importante mecanismo de control.



DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LA TECNOLOGÍA: EL CASO DE ISOFOTÓN

CONCLUSIÓN

Como conclusión final podemos destacar que el presente caso refleja un ejemplo de PYME tecnológica, nacida en forma de spin-off desde la universidad, que llega a convertirse en una empresa de gran dimensión si observamos sus datos actuales relacionados con el volumen de facturación y número de empleados. La consolidación y fase de expansión internacional de Isofotón se explica por su apuesta decidida a invertir en tecnología propia y con un elevado grado de novedad con respecto a las tecnologías existentes en el sector; además, apoya sus procesos de innovación estableciendo alianzas estratégicas con otras organizaciones (aprendizaje por interacción). La base tecnológica, las competencias en marketing, la actitud innovadora y ofensiva, unida a una estructura organizativa adecuada, explican el liderazgo tecnológico de Isofotón.

84

Bibliografía

- Abernathy y Clark (1985): "Innovation: Mapping the winds of creative destruction", Research Policy, vol 14, nº 1, pp. 3-22.
- Aït-El-Hadj, S. (1990): Gestión de la tecnología. La empresa ante la mutación tecnológica. Gestión 2000. Barcelona.
- Arthur D. Little Inc (1981): The strategic management of technology. Arthur D. Little. Cambridge, Massachusetts.
- Benavides Velasco, C.A. (1998): Tecnología, innovación y empresa. Pirámide. Madrid.
- Braun, E. (1986): Tecnología rebelde. Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones y Tecnos. Madrid.
- Ferraro, F.; Cruz, J.; Granados, V.; Martínez, V.; Medina, J.R.; Pajuelo, A.; Ramos, I.; Salgueiro, R.; Vázquez-Parladé, I. y Villena, J.E. (1992): Andalucía: innovación tecnológica y desarrollo económico. Castells, M. y Hall, P. (directores). Espasa Calpe. Madrid, Volumen I.
- Cinco Días (2002a): "Isofotón reducirá el coste del panel solar un 65% en tres años". Diario Cinco Días, 21 de mayo [<http://www.5dias.com>].
- Cinco Días (2002b): "La producción 'limpia', un factor clave para competir", Diario Cinco Días, 2 de julio [<http://www.5dias.com>].
- Expansión (2005): "El IFA respalda la nueva fábrica de Isofotón", Diario Expansión, 8 de septiembre [<http://expansion.recoletos.com>].
- IFA (1992): Inventario de Recursos Tecnológicos de Andalucía 1992. Instituto de Fomento de Andalucía. Sevilla.
- Isofotón (2005): Página web de Isofotón, S.A. [<http://www.isofoton.es>].
- Morcillo Ortega, P. (1989): La gestión de la I+D. Una estrategia para ganar. Pirámide. Madrid.

Morcillo Ortega, P. (1997): Dirección Estratégica de la Tecnología e Innovación. Civitas. Madrid.

Nieto Antolín, M. (1995): "Decisiones relevantes en la formulación de estrategias tecnológicas". En VV.AA.: Dirección de Empresas de los noventa. Libro homenaje al profesor Marcial-Jesús López Moreno. Navas López, J.E. (coordinador editorial). Civitas. Madrid, pp. 351-367.

Photon Internacional (2001-2005): The Photovoltaic Magazine. News Archive. [<http://www.photon-magazine.com>].

Quintana García, C. (1999a): Entrevista personal realizada a la Gerente de Producción de ISOFOTÓN, S.A. Marzo.

Quintana García, C. (1999b): La Organización Creativa. Dirigir para la innovación. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga. Málaga.

Notas

1. Autor de contacto: Dpto. Economía y Administración de Empresas; Universidad de Málaga, E.T.S. Ingenieros Industriales; Campus El Ejido, s/n; 29071 MÁLAGA (SPAIN)



85