

# SEGUNDO INFORME DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA INDUSTRIAL

2001



***Segundo Informe de Prospectiva  
Tecnológica Industrial  
Futuro Tecnológico en el horizonte del 2015***

**2000**

***Miembros del Equipo de Trabajo que han participado en la elaboración del presente Informe:***

**EOI. Centro Coordinador**

Jesús Rodríguez Cortezo  
Ana Morato Murillo  
Luis del Riego Alonso

**AINIA**

Angel del Pino García  
M<sup>a</sup> José Pérís Andrés  
Miguel Quetglas Segura  
M<sup>a</sup> del Mar Alegre

**ASCAMM**

Myriam García-Berro Montilla  
Jordi de Tera Alvarez  
Alexandre Samper Vilanova

**CIEMAT**

Fernando Sánchez Sudón  
Ana Claver  
Juan Antonio Cabrera

**CITMA**

Ane Irazustabarrena  
Cristina Dávila  
Gregorio Ortiz de Urbina  
Jose Luis Ecoreca

**ICT**

M<sup>a</sup> Teresa Abella Espar  
Francesc Mañà Oller  
Pol Santacana Ametller

**INASMET**

Gotzon Azkarate Garai-Olaun  
José Francisco Liceaga Esquisabel  
M<sup>a</sup> Elena Urtizberea Villa  
M<sup>a</sup> Jesús Jurado  
Francisco Santamaría

**INESCOP**

Cesar Orgiles Barceló  
Faustino Salas Pérez  
Rafael Ferriz Carbonell  
Carmen Elda Sirvent

**IQS**

Enric Julià Danés  
M<sup>a</sup> Rosa Rausell Tamayo  
Cristina Teixidor Dal Pont

*Por otra parte, es necesario destacar el importante papel que han jugado los miembros de los Paneles de Expertos, así como los 666 expertos consultados que han respondido a los cuestionarios Delphi. Sin su colaboración no hubiese sido posible realizar estos estudios.*

# ÍNDICE

## PRESENTACIÓN

### Parte Primera. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

1. INTRODUCCIÓN
  - 1.1. Presentación de la Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial
  - 1.2. Presentación del Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial
  - 1.3. Objeto de los Estudios
  - 1.4. Proceso de Ejecución de los estudios
  - 1.5. Estructura de este Informe
2. METODOLOGÍA
  - 2.1. Introducción general a la metodología
  - 2.2. El Cuestionario Delphi
  - 2.3. Tratamiento de resultados

### Parte Segunda: VISIÓN GENERAL DE RESULTADOS

1. APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO DELPHI
2. CARACTERÍSTICAS DE LOS EXPERTOS PARTICIPANTES
  - 2.1. Distribución por sexo y edad
  - 2.2. Distribución por procedencia profesional
  - 2.3. Distribución por nivel de conocimiento
  - 2.4. Distribución geográfica por Comunidades Autónomas
3. ANALISIS DE LAS VARIABLES
  - 3.1. Grado de importancia
  - 3.2. Impactos
  - 3.3. Fecha de materialización
  - 3.4. Posición de España
  - 3.5. Limitaciones
  - 3.6. Medidas recomendadas

## **Parte Tercera. INFORMES SECTORIALES.**

### **I. Sector Agroalimentario Estudio de Prospectiva sobre “La biotecnología aplicada al sector alimentario”**

- I.1. Introducción
  - I.1.1. Desarrollo de la Industria Biotecnológica en la UE
  - I.1.2. Desarrollo de la Industria Biotecnológica en España
- I.2. Proceso de identificación de temas
  - I.2.1. El Panel de Expertos
  - I.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi
- I.3. Clasificación de todos los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia
  - I.3.1. Materialización 1999-2004
  - I.3.2. Materialización 2005-2009
  - I.3.3. Materialización 2010-2015
  - I.3.4. Materialización más allá del 2015
  - I.3.5. Materialización NUNCA
- I.4. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el desarrollo industrial
- I.5. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre la calidad de vida y el entorno
- I.6. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el empleo
- I.7. Temas en los que la posición de España es más favorable
- I.8. Conclusiones y recomendaciones

### **II. Sectores Básicos y Transformadores Estudio de Prospectiva sobre “Tecnologías de Transformación de Piezas de Plástico y Materiales Compuestos”**

- II.1. Introducción
- II.2. Proceso de identificación de temas
  - II.2.1. El Panel de Expertos
  - II.2.2. Los temas del cuestionario Delphi
- II.3. Clasificación de todos los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia.
- II.4. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el desarrollo industrial

- II.5. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre la calidad de vida y el entorno.
- II.6. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el empleo.
- II.7. Temas en los que la posición de España es más favorable
- II.8. Conclusiones y Recomendaciones
- II.9. Elaboración de escenarios de futuro
- III. *Energía*  
Estudio de Prospectiva sobre “Tecnologías Avanzadas de Conversión de Combustibles Fósiles”.**
- III.1. Introducción
  - III.1.2. Producción de Energía primaria en España
  - III.1.3. Consumo de Energía en España
  - III.1.4. Emisiones de CO<sub>2</sub>
- III.2. Proceso de identificación de temas
  - III.2.1. El Panel de Expertos
  - III.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi
- III.3. Clasificación de todos los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia
- III.4. Identificación de los temas más relevantes para el desarrollo industrial y la calidad de vida en el horizonte temporal
- III.5. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el empleo
- III.6. Temas en los que la posición de España es más favorable
- III.7. Conclusiones y Recomendaciones
- IV. *Medio Ambiente Industrial*  
Estudio de Prospectiva sobre “Áreas de aplicación de los equipos Medioambientales y Tecnologías Concurrentes”**
- IV.1. Introducción
  - IV.1.1. El sector de los bienes de equipo en España
  - IV.1.2. Los Equipos Medioambientales en España

- IV.2. Proceso de identificación de temas
  - IV.2.1. El Panel de Expertos
  - IV.2.2. Los temas del cuestionario Delphi
  
- IV.3. Clasificación de todos los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia
  
- IV.4. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el desarrollo industrial
  
- IV.5. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre la calidad de vida y entorno
  
- IV.6. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el empleo
  
- IV.7. Temas en los que la posición de España es más favorable
  
- IV.8. Conclusiones y Recomendaciones

**V. Sector Químico**  
**Estudio de Prospectiva sobre “Química Orgánica Básica y Primeras Materias Plásticas”**

- V.1. Introducción a la Química Básica Orgánica y Primeras Materias Plásticas
  
- V.2. Proceso de identificación de los temas
  - V.2.1. El Panel de expertos
  - V.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi
  
- V.3. Clasificación de todos los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia
  
- V.4. Identificación de los temas más relevantes en función de su impacto sobre el desarrollo industrial
  
- V.5. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre la calidad de vida y el entorno
  
- V.6. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el empleo

V.7. Temas en los que la posición de España es más favorable

V.8. Conclusiones del estudio Delphi

V.9. Interpretación de los resultados del estudio Delphi: elaboración de escenarios.

V.9.1. Aspectos metodológicos de la experiencia

V.9.2. Escenarios de futuro

**VI. Sector Químico**  
**Estudio de Prospectiva sobre “Agroquímica”**

VI.1. Introducción

VI.2. Proceso de Identificación de los temas

VI.2.1. El Panel de Expertos

VI.2.2. Los temas del cuestionario Delphi

VI.3. Clasificación de todos los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia

VI.4. Identificación de los 15 temas más relevantes en función de su impacto sobre el desarrollo industrial

VI.5. Identificación de los 10 temas más relevantes en función de su impacto sobre la calidad de vida y entorno

VI.6. Identificación de los 10 temas más relevantes en función de su impacto sobre el empleo

VI.7. Temas en los que la posición de España es más favorable

VI.8. Conclusiones del Estudio Delphi

VI.9. Interpretación de los resultados del estudio Delphi: elaboración de escenarios.

**VII. Tecnologías de la Información y de la Comunicación**  
**Estudio de Prospectiva sobre “Las TIC y la emergente Economía Digital”**

VII.1. Introducción: la nueva economía digital y el comercio electrónico

VII.1.1. La Nueva Economía Digital

VII.1.2. El Comercio Electrónico

VII.2. Proceso de identificación de los temas tratados en el estudio

- VII.2.1. El Panel de Expertos
- VII.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi
- VII.3. Clasificación de los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia
- VII.4. Identificación de los temas más relevantes por su impacto sobre el desarrollo industrial y por su grado de importancia
- VII.5. Identificación de los temas más relevantes por su impacto sobre la calidad de vida y el entorno, y por su grado de importancia.
- VII.6. Identificación de los temas más relevantes por su impacto sobre el empleo y por su grado de importancia.
- VII.7. Temas en los que la posición de España es más favorable
- VII.8. Información complementaria de otros temas relevantes para el desarrollo del comercio electrónico en España.
- VII.9. Conclusiones generales

**VIII. Sectores Tradicionales**  
**Estudio de Prospectiva sobre “Tecnologías de Automatización”**

- VIII.1. Introducción
- VIII.2. Proceso de identificación de temas
  - VIII.2.1. El Panel de Expertos
  - VIII.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi
- VIII.3. Clasificación de todos los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia
- VIII.4. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el desarrollo industrial
- VIII.5. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre la calidad de vida y el entorno
- VIII.6. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el empleo
- VIII.7. Temas en los que la posición de España es más favorable

## VIII.8. Conclusiones y Recomendaciones

### **IX. *Transporte* Estudio de Prospectiva sobre “Sector Ferrocarril”**

- IX.1. Introducción
- IX.2. Proceso de identificación de temas
  - IX.2.1. El Panel de Expertos
  - IX.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi
- IX.3. Clasificación de todos los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia
- IX.4. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el Desarrollo Industrial.
- IX.5. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre la calidad de vida y el entorno
- IX.6. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el empleo
- IX.7. Temas en los que la posición de España es más favorable
- IX.8. Conclusiones y Recomendaciones

### **X. *Transporte* Estudio de Prospectiva sobre “Sector Naval”**

- X.1. Introducción
- X.2. Proceso de identificación de temas
  - X.2.1. El Panel de Expertos
  - X.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi
- X.3. Clasificación de todos los temas en función de su fecha de materialización y grado de importancia
- X.4. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el Desarrollo Industrial.

- X.5. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre la calidad de vida y el entorno
- X.6. Identificación de los temas más relevantes en función de su grado de importancia e impacto sobre el empleo
- X.7. Temas en los que la posición de España es más favorable
- X.8. Conclusiones y Recomendaciones

#### **Parte Cuarta. CONCLUSIONES GENERALES Y CONSIDERACIONES FINALES**

- 1. Conclusiones Generales
- 2. Consideraciones Finales

#### **ANEXOS**

- Anexo I. Paneles de Expertos
- Anexo II. Cuestionarios Delphi

# PRESENTACIÓN

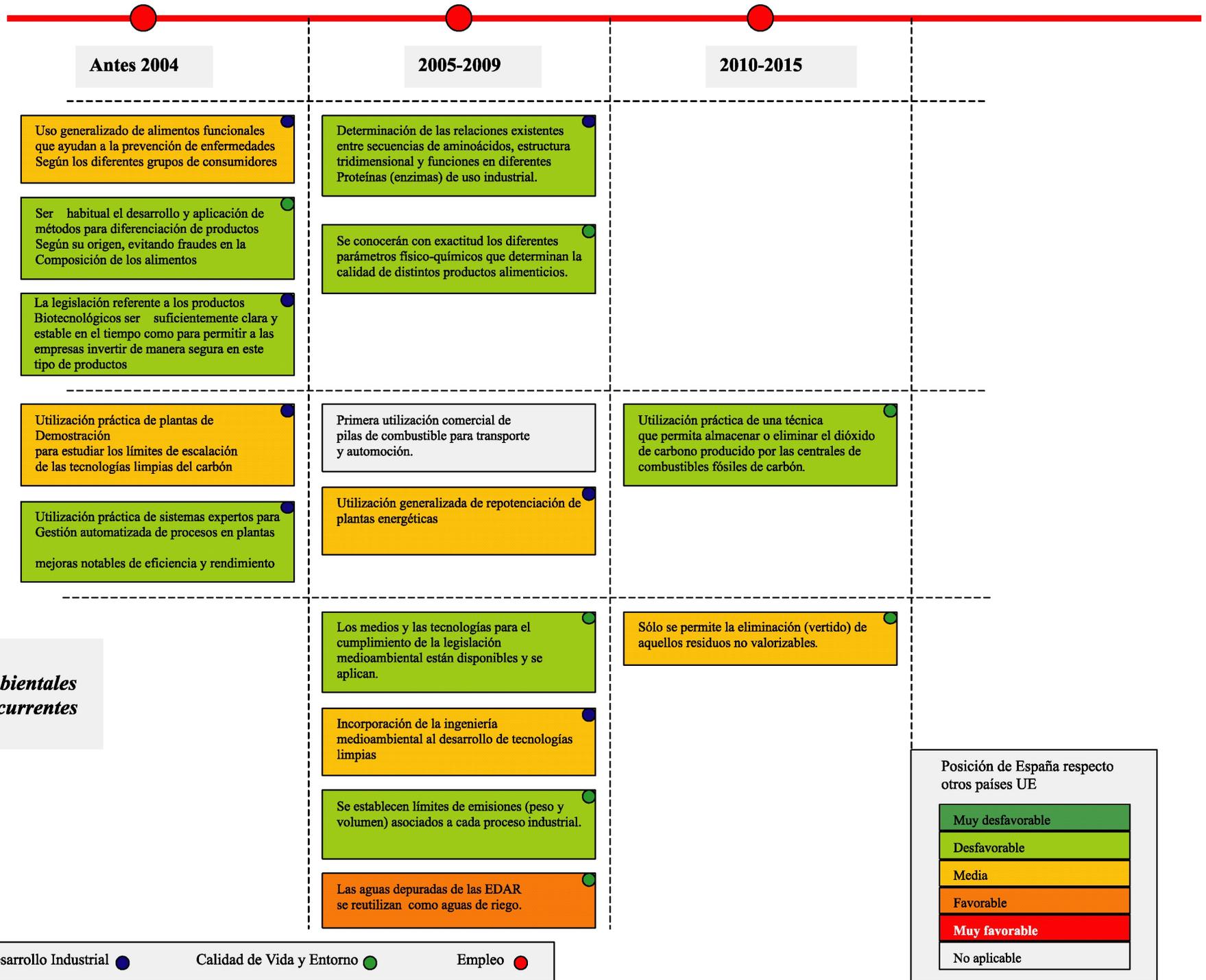
*La Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI) pone a disposición de todos aquellos que deben tomar decisiones sobre estrategias en las que la tecnología es un aspecto clave, este “Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial”. En el mismo se recogen los 10 estudios de prospectiva realizados por OPTI durante el periodo 1999-2000.*

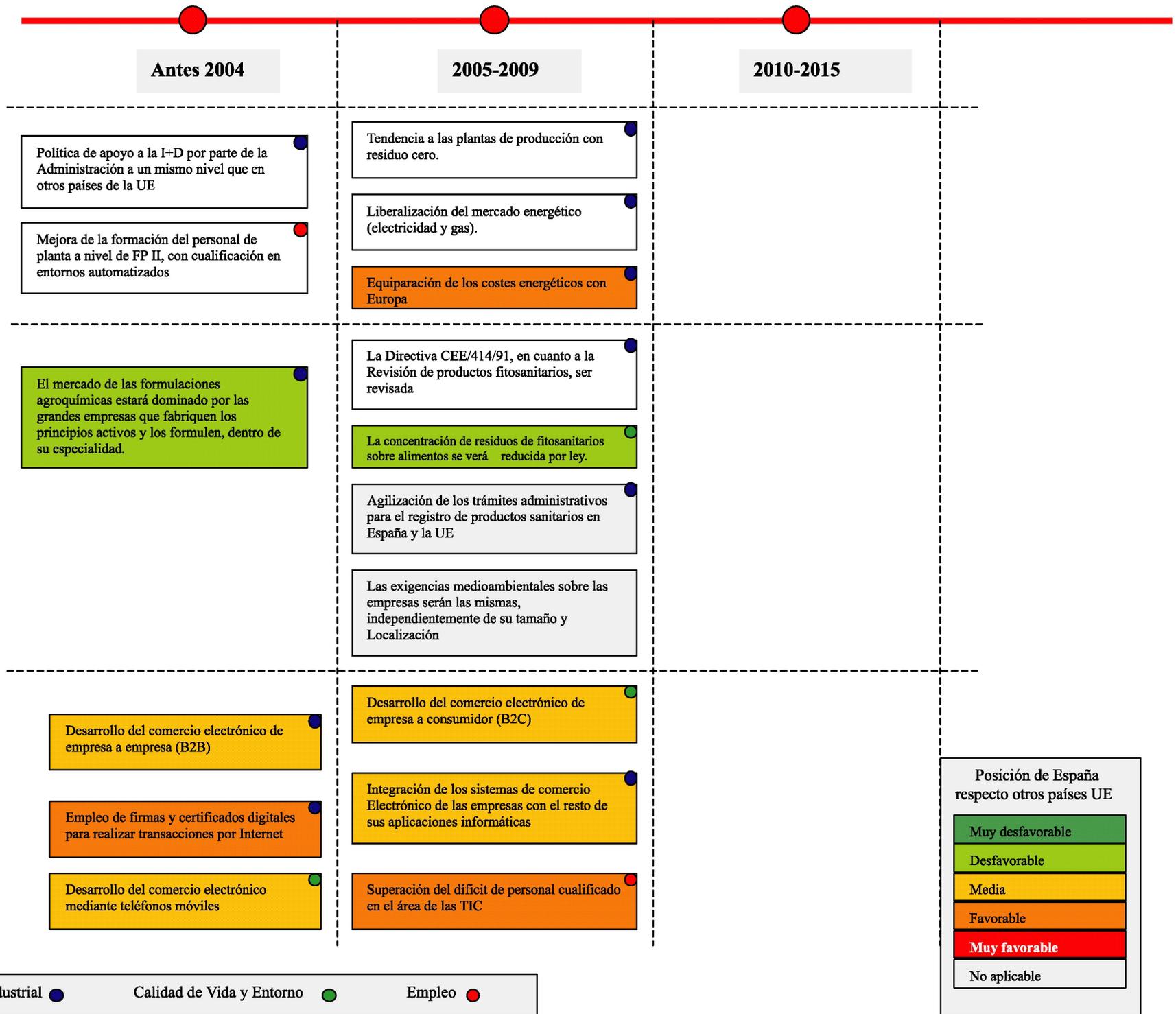
*Estos estudios tienen un horizonte temporal de 15 años y para su ejecución se han constituido 10 Paneles de Expertos compuestos por prestigiosos profesionales de los temas objeto de estudio. Para la realización de los mismos se ha adoptado la metodología Delphi,, lo que ha supuesto la elaboración de complejos cuestionarios en los que un cierto número de hipótesis de futuro se han sometido a la opinión de un elenco de 2.061 expertos en los sectores analizados. De éstos, después de circular dos veces el cuestionario, se obtuvieron 666 respuestas, lo que supone un índice de respuesta del 32,3%, resultado altamente satisfactorio si se compara con el alcanzado en otros países.*

*Posteriormente, se ha realizado una explotación de los resultados del Delphi que ha permitido plantear escenarios de futuro en algunos casos o identificar tecnologías críticas, en otros.*

*En las páginas siguientes se presentan los cincuenta temas –cinco por estudio- que, en opinión de los expertos van ser más claves para el futuro desarrollo tecnológico de los subsectores o materias objeto de cada uno de los estudios. De cada uno de estos temas se representa de manera gráfica, su fecha de materialización, su impacto sobre el desarrollo industrial, la calidad de vida o el empleo y la posición de España en relación con otros países de su entorno.*

*Estos cuadros no son, en ningún caso, un resumen de los estudios, sino un primer encuentro y una breve visión del planteamiento y los resultados que ofrecen estos estudios de prospectiva tecnológica.*





**PERIODO**



**Antes 2004**

**2005-2009**

**2010-2015**

**> 2015**

**Ferrocarril**

Desarrollo de trenes inteligentes para obtener un mayor confort y reducir los costos de mantenimiento.

Uso práctico de un sistema que permita circular a los vehículos motorizados sobre vías de anchos diferentes.

Interoperabilidad de los sistemas ferroviarios de alta velocidad europeos.

Los costes del ciclo de vida de vehículos ferroviarios son un 30% menores en términos reales que el de los modelos producidos actualmente.

Reducción del peso de los vehículos ferroviarios en un 50%, sin comprometer su seguridad.

**Naval**

Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software, reduciendo los costes de personal.

Uso práctico de navios de gran fiabilidad capaces de funcionar durante cinco años sin necesidad de paradas por mantenimiento.

Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos.

Amplio uso en construcción naval de robots, aumentando la seguridad del trabajador.

Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante concretos avances tecnológicos.

Posición de España respecto a otros países UE

Muy desfavorable
Desfavorable
Media
Favorable
<b>Muy favorable</b>
No aplicable

Impacto sobre: Desarrollo Industrial ● Calidad de Vida y Entorno ● Empleo ●

**PERIODO**



**Hasta 2004**

**2005-2009**

**2010-2015**

**> 2015**

***Tecnologías de transformación de piezas de plástico y materiales compuestos***

Desarrollo e implantación de las técnicas de fabricación rápida de utillajes.

Automatización de procesos mediante el desarrollo de sistemas de control y utillajes inteligentes.

Ampliación del campo de aplicación y fabricación automatizada de materiales compuestos.

Desarrollo de las tecnologías de moldeo y procesado para producir micropiezas de gran precisión.

Incorporación masiva del reciclado lo que conllevará cambios sustanciales en diseño y fabricación.

***Tecnologías de automatización***

La utilización de sistemas SLS y STL para la fabricación rápida de prototipos.

La aplicación de herramientas informáticas para la simulación de partes del proceso productivo.

La automatización de los procesos de fabricación conllevará cambios que permitirán a los trabajadores desempeñar varios puestos indistintamente.

Las fábricas se convertirán en centros de control y distribución del producto final, automatizando las relaciones con sus proveedores.

Se utilizarán sistemas de visión artificial y sensores avanzados en los procesos de fabricación como elementos para la detección de fallos y calidad del producto final.

Impacto sobre: Desarrollo Industrial ● Calidad de Vida y Entorno ● Empleo ●

Posición de España respecto otros países UE

Muy desfavorable
Desfavorable
Media
Favorable
Muy favorable

## **PREFACIO**

*Es habitual que la sociedad centre sus debates en torno a acontecimientos que tienen lugar en el momento presente o, en todo caso, y desde una visión más histórica, a analizar el pasado. Sin embargo, entender desde hoy lo que puede suceder mañana es algo que, por el propio desafío que supone, nos provoca inseguridad e inquietud.*

*Quienes, desde distintos ámbitos de responsabilidad, debemos adoptar decisiones que afectan al futuro de nuestro país, estamos obligados a utilizar la información existente a nuestro alcance para poder planificar y diseñar las estrategias que llevaremos a cabo a medio y largo plazo. Es evidente que la calidad de la información de la que dispongamos incide de forma muy directa en el grado de acierto o desacierto de nuestras decisiones.*

*Existe un acuerdo generalizado en que la política científica y tecnológica de un país es uno de los condicionantes clave para su desarrollo económico y bienestar social. Precisamente por ello, deben evitarse en este campo improvisaciones y decisiones precipitadas o carentes de fundamento, sobre todo si además, debemos contar con una visión clara de nuestras prioridades.*

*El Gobierno ha hecho una apuesta decidida por el impulso del I+D+I español, y esto se ha traducido en la asignación de importantes recursos públicos que contribuyan a fortalecer nuestro sistema de ciencia-tecnología-empresa. El Ministerio de Ciencia y Tecnología asume una gran responsabilidad en cuanto a la adecuada gestión de estos recursos. Por ello, reflexionar sobre nuestras necesidades más urgentes es indispensable. Y lo es tanto para los agentes públicos como privados.*

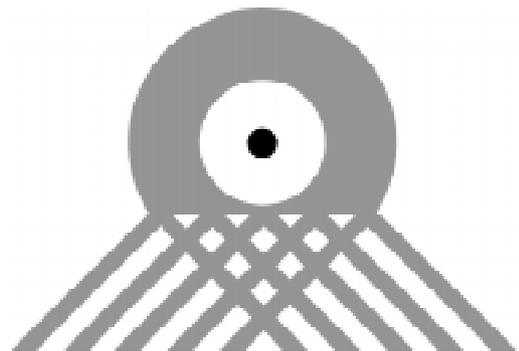
*Estas razones son las que han movido al Ministerio de Ciencia y Tecnología a impulsar y apoyar las actividades llevadas a cabo por la Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI), de la que además ejerce el protectorado. Este Observatorio, a través de los estudios de prospectiva tecnológica que realiza presta una valiosa orientación a la inversión pública y privada en investigación y tecnología, al ofrecernos pautas y conclusiones emitidas por 700 expertos sobre los condicionantes, demandas y necesidades tecnológicas que, desde la perspectiva de hoy, presentará nuestro país en un horizonte situado en el 2015, ayudándonos a reducir con ello los márgenes de incertidumbre con que nos enfrentamos al futuro.*

*Este Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial recoge los 10 estudios realizados durante el segundo año de trabajo del Observatorio que, junto con los 8 realizados el año anterior conforman una fuente de doctrina y de información inteligente sobre las oportunidades de futuro de la tecnología en España, a la vez que ayudan a reconocer signos de cambio y a la toma de decisiones sobre lo que debemos hacer desde ahora para obtener el desarrollo deseado.*

*A todos los expertos participantes, a los responsables del Observatorio y a los centros que lo integran mi más sincero agradecimiento por haber hecho posible que tengamos en nuestras manos esta importante contribución al desarrollo tecnológico en España.*

Septiembre de 2000

ANNA M. BIRULÉS  
Ministra de Ciencia y Tecnología



Parte Primera:  
***INTRODUCCIÓN Y  
METODOLOGÍA***

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Presentación de la Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial

El Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI), nace en 1997 con el objetivo de generar una base de información y conocimiento sobre la evolución de la tecnología que facilite a la Administración y a las empresas la toma de decisiones en el diseño de sus políticas tecnológicas. Este Observatorio, a través de sus actividades de prospectiva y vigilancia tecnológica, ayuda a identificar las tecnologías emergentes que deben impulsarse en nuestro país y constituye una fuente privilegiada de información al servicio de la sociedad española.

Después de dos años de intenso funcionamiento, el 15 de diciembre de 1999 se procedió, bajo la presidencia del Excmo. Sr. D. Josep Piqué i Camps, entonces Ministro de Industria y Ener-

gía, a la firma de la escritura de constitución de la Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI), que pasa, de esta manera, a tener la entidad jurídica propia que demanda un proyecto de tal envergadura.

El protectorado de esta Fundación lo ejerce el Ministerio de Ciencia y Tecnología, y su Patronato está compuesto por trece entidades tanto públicas como privadas, con capacidad tecnológica propia y vinculación con el mundo tecnológico e industrial. Dichos patronos son los siguientes:

- El Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICYT).
- La Fundación Escuela de Organización Industrial (EOI).
- La Asociación de Investigación de la Industria Agroalimentaria (AINIA)
- La Fundación ASCAMM.
- El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).
- El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).
- El Centro de Innovación Tecnológica del Medio Ambiente (CITMA).
- La Fundación Instituto Catalán de Tecnología (ICT).
- El Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- La Fundación INASMET.
- El Instituto Español de Calzado y Conexas (INESCOP).
- El Instituto Químico de Sarriá (IQS).
- La Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).

Los **objetivos** perseguidos con la creación de este Observatorio son los siguientes:

Poner a disposición de la sociedad, la comunidad científica, el sector productivo y las administraciones públicas una base de informaciones y convencimiento común de las tendencias y previsiones de futuro sobre la evolución de la ciencia y tecnología y su impacto e influencia en el sector productivo y en la sociedad.

Servir de apoyo para la toma de decisiones de carácter estratégico, tanto por las empresas como por las Administraciones Públicas, en temas en los que los aspectos tecnológicos tengan una importancia evidente.

En cuanto a las **actividades** que desarrolla este Observatorio, destacamos las siguientes:

- Actividades de prospectiva científica y tecnológica, es decir, estudios centrados en la identificación de las líneas de investigación y tecnologías que con un carácter más crítico influirán en el desarrollo de la industria a medio y a largo plazo. Podrán realizarse informes particularizados sobre líneas de investigación o tecnologías concretas, su evolución previsible, y su aplicación a sectores industriales predeterminados.
- Actividades de vigilancia científica y tecnológica, consistentes en la recopilación de información específica sobre un área determinada y su análisis, para detectar cambios con el objetivo de decidir líneas de actuación, que contribuyan a mejorar la competitividad.
- Análisis de la evolución tecnológica del sistema productivo.
- Difusión de los resultados de sus análisis y sensibilización a los sectores económicos y sociales sobre las oportunidades y amenazas que el desarrollo tecnológico puede significarles, a través de actividades de divulgación.
- Participación en el seguimiento del Plan Nacional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica.
- Realización de estudios sobre las empresas innovadoras y, en particular, sobre su proceso de creación y desarrollo, su impacto sobre el empleo y la competitividad, y otros aspectos significativos de este tipo de empresas.

En cuanto al **modelo de funcionamiento** se partió de tres premisas básicas:

- Agilidad y flexibilidad en su funcionamiento
- Cercanía con la realidad tecnológica e industrial
- Sustentación en las infraestructuras existentes en nuestro país

Para la identificación de los sectores sobre los que se han centrado los trabajos del Observatorio se han tenido en consideración una serie de criterios, tanto de tipo tecnológico, como económico y social:

- Influencia en el PIB, medida en términos de aportación de valor añadido industrial.

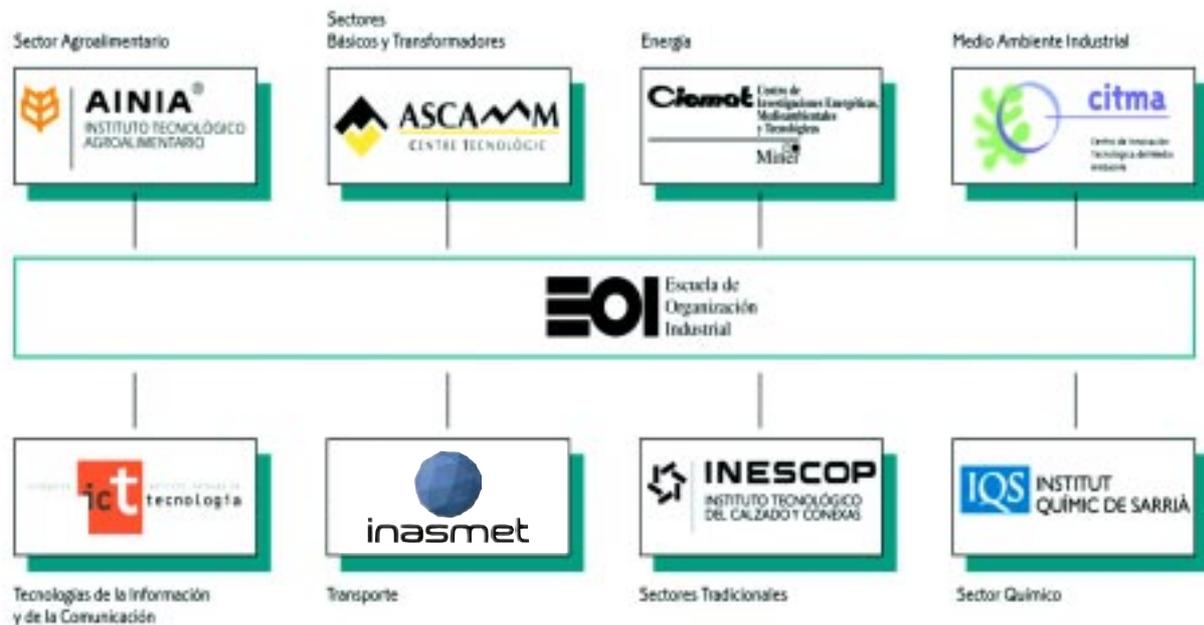
- Empleo, teniendo en cuenta su importancia relativa actual y la capacidad de generación potencial.
- Impacto social, entendido como el efecto que produce en la sociedad la utilización generalizada de las tecnologías.
- Efecto dinamizador, de unos sectores sobre otras actividades, tanto industriales como de servicios.
- Fortalecimiento tecnológico del conjunto del sistema productivo que se origina por el desarrollo de determinados sectores críticos.

Sobre la base de dichos criterios, se eligieron, en una primera fase, los siguientes Sectores Industriales y Areas de conocimiento:

Agroalimentación
Energía.
Medio Ambiente Industrial.
Química.
Sectores Básicos y Transformadores
Sectores Tradicionales.
Tecnologías de la Información y la Comunicación.
Transporte.

El Observatorio está concebido de tal forma que aglutine una amplia diversidad de conocimientos, de capacidades de relación y de movilización en el campo científico-tecnológico, así como en el sistema productivo. Es por ello que se estructura, en sus inicios, como una red de Centros con capacidad tecnológica propia, cada uno

de los cuales aportan competencias específicas para desarrollar las actividades de prospectiva y se responsabiliza de los trabajos relacionados con su sector. Estos centros han sido elegidos en función de su especialización tecnológica y conocimiento, excelencia reconocida y estrecha vinculación con el mundo industrial.



Se trata, por tanto, de la primera experiencia española de prospectiva tecnológica de amplio alcance, que aborda un programa en diferentes sectores bajo unos mismos criterios de metodología y actuación. Un programa que responde a las necesidades de conocimiento sobre el futuro que tienen los responsables de la toma de decisiones, tanto públicos como privados, y puede servir de base para el diseño de políticas tecnológicas coherentes con la realidad de nuestro país y con la evolución mundial de las tecnologías.

## 1.2. Presentación del Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial

Este Informe recoge los resultados de los diez estudios realizados por la Fundación OPTI durante 1999. Como en el caso del primer Informe, estos estudios responden a la planificación de los trabajos de prospectiva realizada para cada uno de los ocho sectores objeto de las actividades de OPTI, con el objetivo de obtener en tres años una visión prospectiva de aquellos aspectos tecnológicos que se consideran más relevantes para el desarrollo de cada uno de los sectores.

Este planteamiento ha venido motivado por dos hechos:

1) El enfoque eminentemente industrial de OPTI que obliga a profundizar de manera especial en todos aquellos aspectos que afectan al desarrollo tecnológico y económico de las empresas. Ello precisa una profundización y detalle superior a la que se obtiene mediante un

estudio de prospectiva genérico del sector en su conjunto.

2) Esta forma de trabajo permite aportar mayor información, tanto a la Administración como a la industria, para la toma de decisiones sobre las tendencias tecnológicas y su impacto en el futuro de las empresas.

En definitiva, el objetivo es la realización de estudios de prospectiva tecnológica profundos, enfocados hacia las necesidades de la industria, que permitan a la Administración adoptar decisiones sobre las tecnologías que deben ser apoyadas y faciliten un seguimiento posterior de la asimilación que de las mismas se produce por parte de las empresas.

Bajo este enfoque, se presenta el calendario de estudios de prospectiva previsto para el trienio 1998-2000.



**Estudios de prospectiva 1998-2000**

Sector	Estudio de prospectiva	Año
Agroalimentario	Tecnologías de Conservación de Alimentos	1998
	La biotecnología aplicada al sector alimentario	1999
	Tecnologías en el envasado agroalimentario	2000
Energía	Energías renovables	1998
	Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	1999
	Tendencias tecnológicas en transporte, distribución, almacenamiento y uso final de la energía	2000
Medio Ambiente Industrial	Gestión y Tratamiento de residuos industriales	1998
	Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	1999
	Tratamientos de aguas industriales	2000
Químico	Química Fina	1998
	Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas. Agroquímica	1999
	Pasta, Papel y Cartón	2000
Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	Industria de contenidos digitales	1998
	Las TIC y la emergente economía digital	1999
	Convergencia de infraestructuras y servicios en el sector de las telecomunicaciones	2000
Transportes	Aeronáutico	1998
	Ferrocarril y Naval	1999
	Automoción	2000
Sectores Básicos y Transformadores	Tecnologías de fabricación de Productos Metálicos	1998
	Tecnologías de fabricación de piezas de plástico y materiales compuestos	1999
	Bienes de equipo para la fabricación de piezas unitarias	2000
Sectores Tradicionales	Tecnologías de diseño	1998
	Tecnologías de automatización	1999
	Tecnologías limpias y de reciclaje	2000

Por tanto, y en relación con el plan de trabajo descrito, el “Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial” estaba constituido por los ocho estudios previstos para 1998, recogiendo este “Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial” los diez estudios planificados para el año 1999.

### 1.3. Objeto de los Estudios.

A continuación se expone el objeto de cada uno de los diez estudios de prospectiva que componen el presente informe.

#### 1.3.1. Sector Agroalimentario: «La Biotecnología aplicada al sector agroalimentario».

AINIA ha desarrollado un estudio de prospectiva referente a la biotecnología, desde la perspectiva que puede tener su desarrollo en el sector agroalimentario español. En el mismo se trata de definir los avances biotecnológicos que pueden presentar una mayor incidencia en el sector, aumentando su competitividad a través de la mejora de los procesos, creación de nuevos productos, reducción de impacto ambiental, etc.

La importancia primordial de la biotecnología no radica en las empresas que producen y desarrollan nuevas técnicas, sino que se encuentra en la aplicación de estas técnicas a los procesos y productos industriales ya existentes. Así entendido, el potencial futuro y la influencia de la biotecnología en el sector agroalimentario es enorme. Sin embargo, en Europa, hay una desconfianza general hacia los productos manipulados genéticamente.

El gran potencial de estas tecnologías, unido a los problemas a los que se enfrenta su difusión, hacen que abordar este estudio desde el punto de vista de la prospectiva resulte de gran interés por el fuerte impacto que están teniendo en la industria y la sociedad actuales.

#### 1.3.2. Energía: «Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles»

Bajo el enfoque de abordar la prospectiva dentro del sector energético desde el punto de vista tecnológico y basada en el criterio de innovación, el estudio que ha realizado CIEMAT se centra en producción de energía y nuevas tecnologías de conversión:

- Pilas de conversión
- Conversión térmica del carbón: Lecho Fluido, Gasificación y Pirólisis

La producción de energía a partir de combustibles fósiles supone en España alrededor de un 30% de la producción total, creando múltiples problemas de impacto medioambiental. Las tecnologías avanzadas de generación energética a partir de combustibles fósiles como son la combustión en lecho fluidizado, la gasificación en ciclos combinados y la pirólisis, suponen un aumento de eficacia en los procesos con el consiguiente beneficio para el medioambiente y el ahorro energético.

#### 1.3.3. Medio Ambiente Industrial: «Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes»

Del mercado medioambiental global, que supera el medio billón de pesetas anuales, el correspondiente al gasto público se centra de manera prioritaria, con un 40%, en obra civil y con un notable 34%, a la compra de bienes de equipo y servicios. Por el contrario, en el mercado privado, la situación se invierte, ya que los gastos se centran principalmente, con un 64%, en la realización de inversiones correspondientes a bienes, disminuyendo aquellos relacionados con la obra civil (19%).

Las inversiones realizadas en compra de bienes de equipo suponen una cifra resultante muy significativa, aunque insuficiente para cubrir necesidades importantes, en especial en las pequeñas empresas. En un corto espacio de tiempo, este tejido industrial va a estar obligado a incrementar sus inversiones medioambientales en bienes de equipo, con el fin de poder alcanzar una correcta adecuación ambiental de sus actividades

industriales, según la legislación en vigor y venedera.

#### *1.3.4. Sector Químico: Subsectores de «Agroquímica», «Química Básica Orgánica-Primeras Materias Plásticas»*

De entre todos los subsectores del sector industrial químico, se escogió para empezar en 1998 el subsector de la Química Fina, de marcado carácter horizontal, en el que se encuentran involucrados la mayoría de los subsectores verticales de la química (farmacia, agroquímica, plásticos, etc.). Se trata de un subsector clave en el desarrollo de todo el sector químico español, pero su análisis queda a menudo diluido y englobado en los distintos sectores y subsectores industriales.

IQS ha realizado en 1999 dos estudios de prospectiva, elegidos por su importancia económica en España, a la vista de los datos obtenidos en el estudio de Química Fina y de los datos económicos publicados de cada subsector. Dichos subsectores son: “Química Básica Orgánica - Primeras Materias Plásticas” y “Agroquímica”.

#### *1.3.5. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: «Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la emergente economía digital».*

ICT ha realizado este estudio de prospectiva que trata del emergente fenómeno de la economía digital y del papel fundamental que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) van a jugar en su desarrollo. En lo que hace referencia a la economía digital, se va a estudiar la creciente contribución de las TIC en el Producto Interior Bruto (PIB) y su influencia sobre el crecimiento de la economía en España.

En este sentido, el estudio ha analizado cómo el reciente fenómeno de Internet va a afectar profundamente la cadena de valor de muchas actividades empresariales y como, a consecuencia de ello, van a aparecer nuevos modelos de negocio. El estudio se centrará en el análisis de las aplicaciones tecnológicas utilizadas en cuatro grandes áreas de actividad propias de la economía digital: La construcción de Internet (provee-

dores de acceso, equipos y sistemas), desarrollo del comercio electrónico entre empresas, suministro digital de bienes y servicios, venta al detalle de bienes tangibles.

#### *1.3.6. Transporte: “Ferrocarril” y “Naval”*

INASMET inició en 1998 el Estudio de Prospectiva Tecnológica del Sector de la Industria del Transporte. Considerando la subdivisión de dicho sector en los cuatro subsectores clásicos: Aeronáutico, Ferrocarril, Naval y Automoción, el estudio se está abordando progresivamente a través de dichas áreas. Siguiendo la planificación prevista, en 1998 se realizó el estudio correspondiente al sector Aeronáutico.

En 1999 se han ejecutado los estudios de prospectiva de los sectores Ferrocarril y Naval.

#### *1.3.7. Sectores Básicos y Transformadores: «Tecnologías de Transformación de piezas de plástico y de materiales compuestos».*

La Fundació ASCAMM ha realizado a lo largo de 1999 el segundo estudio de prospectiva tecnológica sobre “Tecnologías de transformación de piezas de plástico y de materiales compuestos”, que dentro de los amplios sectores Básicos y Transformadores viene a complementar el estudio realizado a lo largo de 1998 sobre “Tecnologías de fabricación de piezas metálicas”. Se ha escogido este subsector por ser uno de los campos con mayores expectativas de crecimiento en nuestro país y en el que los cambios se están produciendo con gran rapidez.

El estudio abarca de forma genérica todo el ciclo de vida de la pieza, desde la etapa de diseño hasta su reciclado. De este modo se contempla la adaptación de nuevos tipos de materiales al proceso de transformación, la ampliación de los campos de aplicación, la mejora de la productividad, avances en maquinaria transformadora que permitan obtener piezas de calidad constante y propiedades predecibles, nuevos procesos de transformación, tecnologías de post-proceso (pintado, uniones, corte, soldadura, tratamiento superficial,...) y finalmente el reciclado (separación, reutilización, degradación, tecnologías limpias, adaptación a normativas medioambientales,...)

### 1.3.8. Sectores Tradicionales: «Tecnologías de la Automatización»

Los Sectores Tradicionales están integrados por: Cuero, Calzado, Peletería y Marroquinería; Textil, Fibras Naturales, Hilatura y Confección; Madera, Corcho, Mueble y otros transformados; Cerámica, Azulejos y Vidrio. Cerámicas Avanzadas; Juguete; Joyería y Bisutería.

Bajo la coordinación de INESCOP, se ha realizado un segundo estudio de prospectiva en el campo de las Tecnologías de la Automatización como un tema estratégico para sus empresas al ser éstas, principalmente manufactureras y porque la automatización es un factor muy importante en sus procesos productivos. Las áreas del conocimiento a estudiar dentro de este trabajo de prospectiva serán las siguientes:



### 1.4. Proceso de ejecución de los estudios

La ejecución de los estudios que conforman este “Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial” se inicia en el mes de junio con el análisis previo de las tecnologías y subsectores objeto de los 10 estudios, así como las áreas científico-tecnológicas consideradas clave para el desarrollo futuro de los sectores.

Paralelamente, cada Centro seleccionó un Panel de Expertos compuesto por profesionales de reconocido prestigio en relación con los temas objeto de cada estudio, procedentes de la Universidad, Institutos Tecnológicos, Administración

y empresas del sector. Estos Paneles de Expertos se reunieron una media de dos/tres veces entre Septiembre de 1999 y Abril de 2000 y, con su colaboración, se determinaron los Temas que deberían ser sometidos a la opinión de los consultados a través del Cuestionario Delphi, del que se informa en detalle en el epígrafe 2.2. del presente informe. Asimismo, los miembros de cada Panel de Expertos participaron en el proceso de selección de la población consultada a través del proceso de co-nominación.

La primera ronda del Cuestionario Delphi se lanzó en el mes de Octubre a un total de 2061 expertos. Con los resultados de la primera ronda, se llevó a cabo un análisis estadístico y se preparó un segundo cuestionario personalizado para cada una de las personas que respondieron a la primera ronda, que fue enviado entre Diciembre de 1999 y Enero de 2000. De esta forma, en la segunda ronda los consultados pudieron confirmar su primera respuesta o modificarla, a la luz de los resultados generales.

Durante los meses de Marzo y Abril de 2000, se trataron los resultados de las encuestas y se volvieron a reunir los Paneles de Expertos para analizar los mismos y profundizar en aquellos temas identificados como más importantes y prioritarios para los sectores y se explotaron los resultados mediante la definición de escenarios de futuro o listas de tecnologías críticas.

### 1.5. Estructura de este Informe

El objetivo de este Informe es presentar los resultados del ejercicio Delphi en una forma tan clara como sea posible. Esta metodología ofrece una gran riqueza de información a través del cruce de diferentes variables y temas y del análisis pormenorizado de todos los resultados. No obstante, se entiende que tal riqueza puede ir en detrimento de la claridad del Informe y del objetivo que se persigue con el mismo que es la identificación de las tendencias y desarrollos tecnológicos más importantes y relevantes para cada sector. En función de este principio, el Informe posee la siguiente estructura:

#### Parte primera: **Introducción y Metodología**

La componen la presente **Introducción** y una exposición de la **Metodología** que se ha seguido para la realización de los diez estudios, deta-

llando en qué consiste el Método Delphi y cual ha sido el proceso de tratamiento de los resultados.

Parte segunda: **Visión General de Resultados**  
Esta parte integra los resultados cuantitativos de los diez estudios objeto de este Informe. Se analiza la aplicación del cuestionario Delphi, las características de los expertos participantes y finalmente incluye el análisis de las diferentes variables contempladas.

Parte Tercera: **Informes Sectoriales.**

En esta parte se presentan los resultados de cada uno de los diez estudios realizados. Esta parte de carácter sectorial contiene los siguientes apartados:

- *Introducción.*
- *Proceso de Identificación de Temas.*

- *Clasificación de todos los Temas en función de su Fecha de Materialización y Grado de Importancia.*

- *Identificación de los Temas más relevantes para el Desarrollo Tecnológico.*

- *Identificación de los Temas más relevantes para la Calidad de Vida y Entorno.*

- *Identificación de los Temas más relevantes para el Empleo.*

- *Temas en los que la posición de España es más favorable.*

- *Conclusiones y recomendaciones.*

Parte cuarta: **Conclusiones generales y Consideraciones finales.**

## 2. METODOLOGÍA.

### 2.1. Introducción general a la metodología.

La aproximación metodológica que se ha seguido para la realización de los estudios de prospectiva se fundamenta en los siguientes aspectos clave:

#### Enfoque de abajo a arriba.

Los estudios de prospectiva han partido de la realidad y necesidades de la industria española para la identificación de las tecnologías clave y de las barreras y desafíos para su desarrollo e incorporación. Ello permitirá el establecimiento de prioridades de actuación a tres niveles:

- Política tecnológica de la Administración.
- Orientación científica y tecnológica.
- Estrategia empresarial.

#### Horizonte Temporal.

El horizonte temporal de los estudios es de 15 años.

#### Aproximación integral.

Los estudios de prospectiva se han realizado bajo un enfoque global e integrador, mediante la fórmula de trabajo en red bajo una única coordinación. Ello ha permitido la permanente interacción entre los centros que han ejecutado los trabajos y el enriquecimiento mutuo.

#### Alcance y metodología única.

El alcance y la estructuración de los estudios de prospectiva es único para todos los sectores, utilizando el mismo enfoque metodológico, basado en las aportaciones de Paneles de Expertos y la ejecución de encuestas Delphi a un total aproximado de 2.100 consultados.

#### Vinculación con el mundo científico-tecnológico-empresarial.

La vinculación con el mundo científico-tecnológico y empresarial se produce tanto en la fase de ejecución de los estudios como en la posterior difusión y análisis de los resultados de los mismos.

### 2.2. El Cuestionario Delphi.

#### 2.2.1. El método Delphi.

El análisis de las diferentes experiencias de prospectiva llevadas a cabo en el mundo ha permitido constatar que la metodología más comúnmente utilizada en este tipo de estudios es el método Delphi. Este método es el que viene utilizando Japón desde 1971 y el que ha sido adoptado por países europeos como Alemania, Francia, Reino Unido, Austria o Hungría. Esta técnica es una metodología especializada en la evaluación tecnológica de la que se obtienen datos tanto cualitativos como cuantitativos.

El método Delphi permite que grupos de expertos sean consultados sobre desarrollos futuros en sus respectivos campos. La metodología Delphi fue desarrollada por la RAND Corporation en los Estados Unidos en los años 50. El término tiene su origen en el oráculo del dios griego Apolo en Delfos.



El método Delphi posee **cuatro características** fundamentales:

*Anonimato.* No hay contacto físico entre los participantes.

*Reiteración.* Circulan varias rondas del cuestionario.

*Control feed back.* Los resultados de las rondas previas son proporcionados a los encuestados.

*Presentación estadística* de los resultados.

Las principales **fases** del método Delphi son las siguientes:

- Establecimiento de un Panel de Expertos para explorar un determinado sector industrial o área de conocimiento y diseñar los ejes claves del cuestionario.
- Circulación de una primera ronda del cuestionario entre una población de expertos seleccionados.
- Análisis de las respuestas y circulación de una segunda ronda del cuestionario. Esta ronda incluye la información obtenida en la primera ronda. Ello ofrece la oportunidad a los consultados de reevaluar sus respuestas a la luz de las aportadas por otros, a la vez que se invita a aquellos cuyas respuestas están fuera del rango normal a exponer sus razones.
- Evaluación de la información que se presenta mediante valores promedio con alguna medida de dispersión, y análisis de la misma por el Panel de Expertos.

El método Delphi representa la herramienta para encontrar ideas, formar opiniones y realizar pronósticos de futuro y es el medio para alcanzar una interacción entre los consultados.

Una ventaja clara la representa el anonimato, que hace más fácil que los consultados puedan modificar sus opiniones. No obstante, las características personales de los expertos consultados desempeñan también su papel dentro del proceso.

Otro punto a considerar es la dificultad que implica la elaboración del cuestionario si se quieren obtener buenos resultados y, por tanto, la cantidad de tiempo que consume este trabajo en el conjunto del proceso.

Pese a todas las dificultades, conviene destacar las ventajas que aporta este método:

- La comunidad científica y tecnológica se obliga a pensar seriamente, de forma periódica, sobre las tendencias tecnológicas futuras y su relación con las prioridades y obstáculos socioeconómicos más significativos. Esto les permite obtener una perspectiva más amplia y alejarse de la miopía que produce el trabajo diario.
- La participación de expertos del mundo empresarial y de la administración les ayuda a percibir tendencias en relación con las demandas futuras de la innovación.
- Un proceso Delphi cubre todos los aspectos importantes de la ciencia y la tec-

nología y contribuye al acercamiento global sobre temas específicos.

- Produce un acercamiento entre los sectores públicos y privados al intercambiar opiniones sobre el futuro de la ciencia y la tecnología a medio y largo plazo.
- Este proceso contribuye a reflexionar sobre los condicionamientos sociales de las posibilidades tecnológicas, tanto por su método como por los resultados que se obtienen.

### 2.2.2. Descripción de las variables

Como ya se ha comentado, el cuestionario Delphi está dividido en dos ejes. En el eje vertical, bajo la denominación de **Temas**, aparecen una serie de hipótesis relacionadas con el futuro desarrollo tecnológico sobre las que se invita a reflexionar a los consultados. Todos estos **Temas** se deben cruzar con la cabecera de **Variables** que aparecen en el eje horizontal. En el caso del Delphi aplicado a los estudios que nos ocupan, se han elegido la siguientes **Variables**:

#### Nivel de conocimiento:

Se refiere al grado de conocimiento o experiencia que el experto consultado posee sobre cada tema y que debe autoevaluar como:

**Alto** significa que se considera experto o posee un conocimiento especializado sobre el tema.

**Medio** si posee un buen conocimiento pero no se llega a considerar experto.

**Bajo** si ha leído literatura técnica o escuchado a expertos relacionados con el tema.

#### Grado de Importancia:

Hace referencia al grado de importancia que el tema tratado tiene para España y el consecuente desarrollo del sector:

**Alto** si es muy importante.

**Medio** si es importante.

**Bajo** si apenas tiene importancia.

**Irrelevante** si no es nada importante.

#### Impacto sobre:

Se refiere al efecto que cada uno de los temas va a tener sobre:

El **Desarrollo industrial**, es decir, si va a actuar como motor de la evolución de la industria española, contribuyendo a la creación de nuevas empresas.

La **Calidad de vida y el entorno**, si va a contribuir de forma expresa a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y de su entorno ambiental.

El **Empleo**, si va a contribuir a la generación de puestos de trabajo.

Cada consultado eligió un máximo de dos entre estas tres variables, aquella o aquellas sobre la que consideró que el tema propuesto va a tener un mayor impacto.

#### Fecha de materialización:

Se refiere al momento en que el tema propuesto se va a implantar o llevar a cabo de manera bastante generalizada. El horizonte temporal abarca hasta el año 2015 y ha sido dividido en tramos de cinco años. También se incluyó la opción de "Nunca" para el caso en que se opine que no llegará a implantarse.

#### Posición de España respecto a otros países:

Con esta variable se pretende conocer cual es la posición de España en relación con otros países de nuestro entorno. Dicha posición esta referida a cuatro aspectos:

**Capacidad científica y tecnológica**, es decir, el potencial de desarrollo científico y tecnológico existente.

**Capacidad de innovación**. El concepto innovación se entiende en su sentido más amplio, es decir, la capacidad de las empresas en transformar los desarrollos científicos y tecnológicos en nuevos procesos y productos puestos en el mercado.

**Capacidad de producción**, se refiere a la existencia de un tejido industrial con capacidad propia de producción.

**Capacidad de comercialización**, se refiere a la capacidad de las empresas de comercializar tanto en el mercado nacional como exterior.

Para cada uno de estos cuatro conceptos, el consultado valoró de 1 a 4 la posición de España, siendo 1 la posición más baja y 4 la más alta.

#### Limitaciones:

Esta variable hace referencia a las barreras existentes en España que pueden frenar la implantación o el desarrollo de los Temas propuestos. Se han elegido cinco:

- **Sociales**. Hace referencia a los posibles frenos procedentes del rechazo de determinados colectivos o de la sociedad en su conjunto.
- **Tecnológicas**. En el caso de que no exista una capacidad tecnológica suficiente.

- **Legislativas/Normativas**. En el caso de que la legislación o determinada normativa nacional pueda suponer un freno al desarrollo.
- **Económicas**. En el caso de que resulte económicamente inviable.
- **Medioambientales**. En el caso de que el desarrollo de determinada tecnología tenga un efecto adverso sobre el medio ambiente que haga imposible su implantación.

Cada consultado eligió las dos limitaciones que consideró representan un mayor obstáculo al desarrollo.

#### Medidas recomendadas:

Esta variable hace referencia a las medidas o actuaciones que sería preciso poner en marcha para facilitar la materialización real de cada uno de los Temas propuestos. Dichas medidas están referidas a:

- **Colaboración con empresas exteriores**, cuando la materialización de un Tema precisa de acuerdos de colaboración con empresas extranjeras.
- **Incorporación de científicos y tecnólogos en las empresas y acciones de formación**, cuando es preciso elevar el nivel de formación y la capacidad científico-técnica de la industria a través de la incorporación en las mismas de este tipo de profesionales expertos y de la ejecución de acciones de formación.
- **Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos**, cuando se necesita reforzar la capacidad tecnológica de la industria mediante acuerdos efectivos de colaboración con este tipo de centros.
- **Estímulos económico-fiscales de la Administración**, cuando la materializa-

ción de un determinado Tema precisa del apoyo de la Administración desde el punto de vista económico, tales como subvenciones, exenciones, desgravaciones fiscales, etc.

- **Otros apoyos de la Administración,** cuando para la materialización de un determinado Tema se precisan apoyos de la Administración distintos de los mencionados en el párrafo anterior, tales como diseño de políticas, medidas regulatorias y normativas, apoyo a la creación de empresas, fomento de la exportación, otorgamiento de concesiones administrativas, etc.

Cada consultado eligió un máximo de dos entre las cinco recomendaciones propuestas.

### 2.3. Tratamiento de resultados.

Para el tratamiento de los datos aportados por las encuestas Delphi y la presentación de los resultados se ha adoptado una metodología común para los diez estudios de prospectiva, de tal forma que todos los estudios estuviesen realizados bajo los mismos criterios, tuviesen la misma estructura y resultase más sencilla su interpretación y comparación.

A continuación se exponen los criterios que se han utilizado en el proceso de tratamiento de datos.

#### 2.3.1. Nivel de conocimiento de los consultados.

Como ya se ha indicado anteriormente, a todos los consultados se le ha solicitado que indique el grado de conocimiento y experiencia que posee sobre los temas propuestos, estableciendo tres niveles: alto, medio o bajo.

Esta variable ha servido para descartar las opiniones vertidas por aquellos expertos que consideran su nivel de conocimiento bajo, conforme a su propia autoevaluación. Bajo este criterio, sólo

se ha tabulado las respuestas aportadas por los consultados con un grado de conocimiento alto y medio.

#### 2.3.2. Grado de importancia.

Para clasificar los temas en función del Grado de Importancia se ha calculado un índice conforme a la aplicación de la siguiente fórmula:

$$I.G.I = \frac{4A+3M+2B+1I}{N}$$

Siendo:

- I.G.I.** = Índice del Grado de Importancia.  
**A** = Nº de respuestas que consideran que el grado de importancia del Tema es **Alto**.  
**M** = Nº de respuestas que consideran que el grado de importancia del Tema es **Medio**.  
**B** = Nº de respuestas que consideran que el grado de importancia del Tema es **Bajo**.  
**I** = Nº de respuestas que consideran que el grado de importancia del Tema es **Irrelevante**.  
**N** = Nº total de respuestas.

#### 2.3.3. Fecha de Materialización.

Se ha registrado como fecha de materialización correspondiente a cada hipótesis la moda de las respuestas recibidas, es decir, aquel intervalo temporal de cinco años en el que se agrupa un mayor número de opiniones de los expertos consultados.

#### 2.3.4. Posición de España.

Recordemos que para cada uno de los temas, los expertos debían otorgar una valoración entre 1 y 4 en cada una de las capacidades sometidas a su opinión (capacidad científica y tecnológica, capacidad de innovación, capacidad de producción y capacidad de comercialización). En-

tre los cuatro valores discretos ofrecidos como formato de respuesta, las puntuaciones 1 y 2 corresponderían a una capacidad menos favorable, las puntuaciones 3 y 4 corresponderían a una capacidad favorable de las empresas españolas en relación a las europeas.

De esta manera, a cada tema le corresponden cuatro modas (aquellas puntuaciones registradas con la mayor frecuencia entre los expertos consultados), una para cada capacidad juzgada.

Pues bien, para la selección de los temas del cuestionario en los que la posición de España es más favorable, se ha optado por recurrir al Índice de Posición (IP) resultante de la suma de las cuatro modas obtenidas para las cuatro capacidades propuestas al juicio de los expertos. De esta manera respetamos los valores discretos que aparecen en el formato de respuesta del cuestionario.

Así, se obtienen unos valores, para el IP, que pueden variar en el intervalo [4-16], que correspondería al mínimo posible (cuatro valores de 1

en las cuatro modas) y al máximo posible (cuatro valores de 4 en las cuatro modas).

Para la interpretación de los resultados se han establecido los siguientes sub-intervalos de variación para este índice:

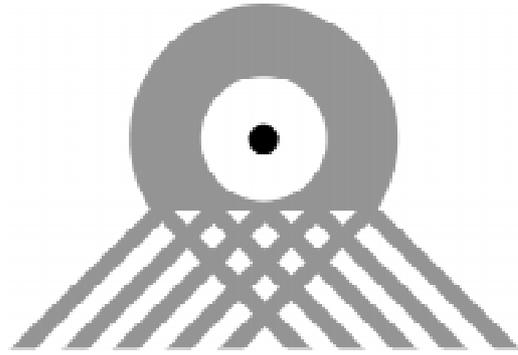
IP  $\in$  [4-6]: Posición muy desfavorable.

IP  $\in$  [7-9]: Posición desfavorable.

IP = 10: Posición media.

IP  $\in$  [11-13]: Posición favorable.

IP  $\in$  [14-16]: Posición muy favorable.



Parte Segunda:  
***VISIÓN GENERAL DE RESULTADOS***

En esta parte se presenta una visión general de los resultados obtenidos en todos y cada uno de los 10 estudios que conforman este Informe, de tal manera que se puedan, además de presentar las cifras globales de cada estudio, realizar un breve análisis comparativo de los mismos en relación con la aplicación del cuestionario Delphi, las características de los expertos que han participado en el mismo y las diferentes variables consideradas en el cuestionario.

## 1.- APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO DELPHI

Para la ejecución de los 10 estudios, se enviaron otros tantos cuestionarios Delphi a un total de 2.061 especialistas de los respectivos sectores. Dicho cuestionario se aplicó a dos rondas. En la Tabla siguiente se reflejan los resultados obtenidos en ambas rondas para cada uno de los estudios.

**Tabla 1.1. Cuestionarios enviados y recibidos en las dos rondas.**

Estudio	1ª Ronda			2ª Ronda		
	Enviados	Recibidos	%	Enviados	Recibidos	%
La biotecnología aplicada al sector alimentario	300	71	24	71	59	83
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	225	89	40	89	87	97
Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	198	54	27	54	51	94
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas.	102	47	46	47	44	94
Agroquímica	101	48	48	48	45	94
Las TIC y la emergente economía digital	188	47	25	47	38	80
Ferrocarril	137	59	43	57	53	93
Naval	114	48	42	47	43	91
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	283	102	35	102	99	97
Tecnologías de automatización	413	153	38	153	147	96
<b>TOTAL</b>	<b>2061</b>	<b>718</b>	<b>35</b>	<b>715</b>	<b>666</b>	<b>93</b>

Como se puede comprobar, el índice general de respuesta a la primera ronda alcanzó un 35% lo que se considera altamente satisfactorio, en especial en este tipo de cuestionarios dada la complejidad que entraña su cumplimentación. A ello, hay que añadir el alto índice alcanzado en la segunda ronda, un 93%, hecho difícilmente conseguido en otros estudios similares. Ello se traduce en que, en el caso español y al margen del esfuerzo realizado por los ejecutores del estudio en el sentido de perseguir la solicitud de los cuestionarios, aquellos especialistas que han respondido a la primera ronda valoran los resultados de los estudios de prospectiva y los consideran de alto interés. Ello les empuja a revisar sus respuestas en la segunda ronda y seguir todo el proceso hasta el final.

Por otra parte, de la Tabla anterior se desprende el hecho de que aquellos estudios en que se ha sido más selectivo con la muestra y se ha consultado a un número menor de expertos, el porcentaje de respuestas a la primera ronda se ha elevado a casi el 50%. Este es el hecho de los estudios de *Agroquímica y Química Básica Orgánica-Primeras Materias Plásticas* y, en menor medida, el de *Ferrocarril y Naval*. En otros casos, como el medio ambiente o las tecnologías de la información, en que los porcentajes de respuesta han sido menores, se da el hecho de una saturación de estudios y encuestas en los últimos tiempos, lo que conduce, inexorablemente, a un cansancio por parte de los especialistas consultados.

## 2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS EXPERTOS PARTICIPANTES

Este capítulo hace referencia a las características de los expertos que han participado activamente en la realización de los estudios mediante la cumplimentación de los cuestionarios Delphi. Dichas características están referidas a

su distribución por sexo, edad, procedencia profesional y nivel de conocimiento.

### 2.1. Distribución por sexo y edad

Además de la identificación por sexo de los encuestados, se ha realizado una distribución por segmentos de edad desde los 20 hasta más allá de los 60 años. Estos datos arrojan la siguiente información:

Estudio	Sexo %		Edad %				
	Hombre	Mujer	20-29	30-39	40-49	50-59	>60
La biotecnología aplicada al sector alimentario	86	14	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	87	13	0	30	29	32	9
Area de aplicación de los equipos medioambientales y tecnológicos concurrentes	92	8	0	18	45	31	6
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	100	0	0	16	21	47	16
Agroquímica	93	7	4	24	29	36	7
Las TIC y la emergente economía digital	95	5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ferrocarril	96	4	0	15	40	40	2
Naval	98	2	0	5	39	42	14
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	92	8	3	33	37	25	2
Tecnologías de automatización	95	5	18	42	28	11	1
<b>TOTAL</b>	<b>93</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>5</b>

(N.D.: No Disponible)

Como se refleja en la tabla anterior, la gran mayoría de los expertos participantes han sido hombres, existiendo una muy baja participación de mujeres en el estudio. Este hecho puede interpretarse como un claro reflejo de la desigual distribución entre sexos aún existente en los puestos técnicos y directivos en las empresas españolas de los sectores analizados. No obstante hay que resaltar en los estudios referidos a *La Biotecnología aplicada al sector alimentario* y *Las Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles* el porcentaje de participación femenina es superior, alcanzándose cifras del 14 y 13 por ciento, respectivamente.

En lo que se refiere a la edad de los consultados, la población más joven se encuentra en el estudio relativo a *Las tecnologías de*

*automatización aplicadas a los Sectores Tradicionales*, donde el 60% se sitúan en la franja de edad entre los 20 y los 39 años. Por el contrario, el sector *Naval* y el de *Química Básica Orgánica-Primeras Materias Plásticas* son en los que más del 50% de la población consultada se sitúa a partir de los 50 años.

Si observamos los datos totales, aparece prácticamente un reparto trimodal en las franjas de edad entre 30-39, 40-49 y 50-59.

## 2.2. Distribución por procedencia profesional

En la siguiente Tabla se especifica la procedencia profesional de los participantes en el cuestionario Delphi.

**Tabla 2.2.: Procedencia de los consultados**

PROCEDENCIA	Cuestionarios enviados 1ª ronda		Cuestionarios recibidos 2ª ronda	
Empresas	1579	77%	439	66%
Centros de investigación	173	8%	94	14%
Universidad	141	7%	61	9%
Administración	68	3%	31	5%
Otros	100	5%	41	6%
<b>Total</b>	<b>2061</b>	<b>100%</b>	<b>666</b>	<b>100%</b>

Como se puede observar el grueso de los expertos consultados procede del sector empresarial y, en mucho menor porcentaje de Centros de Investigación, Universidad, Administración y otras entidades donde se engloban consultoras, asociaciones empresariales, etc.

Si consideramos las diferencias entre los cuestionarios enviados y los recibidos al final de la segunda ronda, se puede constatar que se reduce el peso empresarial, mientras que aumenta a casi el doble el de los Centros de Investigación, produciéndose igualmente ligeros aumentos de

participación en el resto de los grupos considerados. El caso de los Centros de Investigación es lógico al estar más habituados a este tipo de ejercicios y conocer mejor el papel de la prospectiva.

## 2.3. Distribución por nivel de conocimiento

En la Tabla siguiente se refleja la distribución del nivel de conocimiento de los expertos participantes en cada uno de los 10 estudios, en función de la autoevaluación que han hecho de sí mismos en relación con el contenido de los cuestionarios

Tabla 2.3.: Nivel de Conocimiento de los Expertos: distribución según porcentaje

ESTUDIO	NIVEL DE CONOCIMIENTO %		
	Alto	Medio	Bajo
La biotecnología aplicada al sector alimentario	20	44	36
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	13	75	12
Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnológicos concurrentes	28	48	24
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	27	59	14
Agroquímica	48	52	0
Las TIC y la emergente economía digital	38	40	22
Ferrocarril	16	38	46
Naval	14	47	39
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	18	45	37
Tecnologías de automatización	12	50	38
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>51</b>	<b>29</b>

Como se puede observar a la vista de los resultados, el nivel de conocimiento de los especialistas consultados se sitúa en el nivel medio-alto, puesto que el 71% han declarado tener un nivel alto más medio en relación con los temas planteados. Este dato confirma que los cuestionarios han sido dirigidos a un colectivo de profesionales que se puede considerar experto en relación con el objeto de los estudios realizados. En este sentido, es preciso señalar que este hecho es básico en relación con los estudios ejecutados mediante la metodología Delphi, que se basa en el grado de especialización de los consultados y no en el tamaño de la muestra.

Destaca en el caso de los estudios de *Agroquímica* y *Las TIC y la emergente economía digital*, un mayor porcentaje de consultados con un nivel de conocimiento alto—48 y 38 por cien-

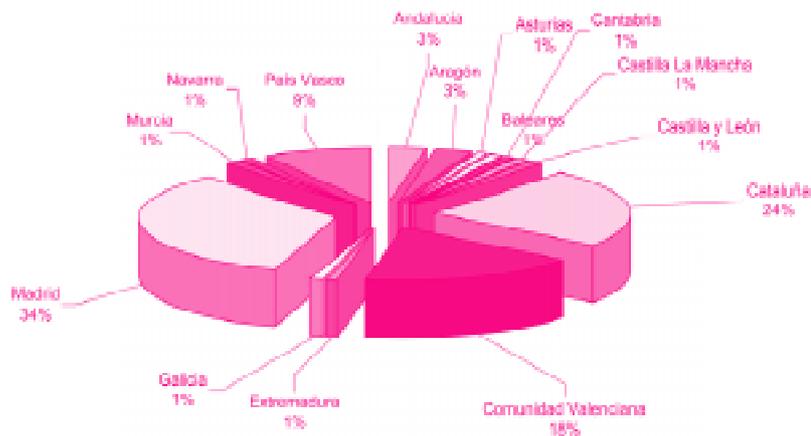
to, respectivamente-, mientras que, en el caso contrario, los consultados en los estudios de *Ferrocarril*, *Naval* y *Tecnologías de automatización aplicadas a los Sectores Tradicionales* son los que se autoevalúan con niveles más bajos de conocimiento—46, 39 y 38 por ciento, respectivamente-.

No obstante, es preciso señalar que la subjetividad juega un papel fundamental en este punto, por lo que es difícil extraer conclusiones significativas.

#### 2.4 Distribución geográfica por Comunidades Autónomas

La distribución geográfica de los especialistas consultados queda reflejada en la figura siguiente.

**Figura 2.4.: Distribución por áreas geográficas de los Expertos participantes.**



Los consultados proceden de 15 de las 17 Comunidades Autónomas existentes en España. Los porcentajes más altos de participación se encuentran localizados en aquellas con mayor

desarrollo empresarial e industrial y donde se ubican mayor número de centros de investigación, como es el caso de Madrid, Cataluña, Valencia y, en menor medida, el País Vasco.

### 3. ANALISIS DE LAS VARIABLES

En este capítulo se realiza un breve análisis de las diferentes variables abordadas en los cuestionarios Delphi, que recordamos son las mismas para los 10 estudios realizados y han sido cruzadas con todas y cada una de las hipótesis planteadas en dichos cuestionarios.

#### 3.1. Grado de Importancia

La Tabla siguiente refleja el grado de importancia que el conjunto de las hipótesis planteadas en cada uno de los 10 estudios va a tener para el desarrollo del objeto de los mismos en nuestro país, conforme a la opinión expresada por los especialistas consultados.

Tabla 3.1.: Grado de Importancia de los Temas: distribución según porcentaje

ESTUDIO	GRADO DE IMPORTANCIA (%)			
	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante
La biotecnología aplicada al sector alimentario	58	30	9	3
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	59	31	8	2
Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	62	34	4	0
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	57	43	0	0
Agroquímica	45	44	11	0
Las TIC y la emergente economía digital	63	32	5	0
Ferrocarril	46	40	13	1
Naval	44	42	12	2
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	59	34	6	1
Tecnologías de automatización	62	35	3	0

Resulta constatable, en términos generales, que más de la mitad de los consultados otorgan a los temas un grado de importancia alto, alcanzando la suma de alto más medio casi un 95%. Este dato confirma la idoneidad y pertinencia de los temas abordados en los estudios y la importancia que dichos temas van a tener para el desarrollo futuro de estos sectores en España.

#### 3.2. Impactos

La Tabla siguiente representa el impacto que las hipótesis tratadas van a tener sobre el Desarrollo Industrial, la Calidad de Vida y Entorno y el Empleo. Como se recordará, los consultados podían elegir hasta un máximo de dos impactos para cada tema, si bien los resultados se han presentado con base a 100.

Tabla 3.2.: Impactos sobre el total de los temas: distribución según porcentaje

ESTUDIO	IMPACTO SOBRE (%)		
	Desarrollo Industrial	Calidad de Vida y Entorno	Empleo
La biotecnología aplicada al sector alimentario	49	43	8
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	48	45	7
Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	43	43	14
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	65	16	19
Agroquímica	35	45	20
Las TIC y la emergente economía digital	44	38	18
Ferrocarril	54	38	9
Naval	52	37	11
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	59	26	15
Tecnologías de automatización	66	24	10

En términos generales, el impacto sobre el Desarrollo Industrial es el más predominante, destacando en estudios tales como *Química Básica Orgánica-Primeras Materias Plásticas* y *Tecnologías de Automatización aplicadas a los Sectores Tradicionales*. Sin embargo y como es por otra parte lógico, el impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno destaca en sectores más relacionados con el hombre y el medio ambiente como son: *La Biotecnología aplicada al sector agroalimentario*, *las Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles*, *Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes* y *la Agroquímica*.

En lo que se refiere al impacto sobre el Empleo es el que presenta porcentajes más bajos, situándose de forma global en torno al 10%. Cabe señalar en este sentido, el superior impacto que presenta en el sector *Agroquímico*, que se en-

tiende en sentido negativo dada la previsible evolución de dicho sector, así como las *TIC* y *la emergente economía digital* que, por el contrario, se interpreta en sentido positivo, si bien no tan elevado como las expectativas existentes. También se interpreta en sentido de creación de empleo el 19% que ofrece el sector de *Química Básica Orgánica-Primeras Materias Plásticas*.

### 3.3. Fecha de materialización

En la Tabla siguiente se presentan los resultados relativos a la Fecha de Materialización de las hipótesis planteadas que se han dividido en tramos de cinco años hasta el 2015, además de ofrecer la opción de situar temas más allá de dicha fecha, incluso la de que nunca se produzcan.

Tabla 3.3.: Fecha de materialización del total de los temas: valores relativos.

ESTUDIO	FECHA DE MATERIALIZACIÓN (%)				
	Hasta el 2004	2005-2009	2010-2015	Más allá del 2015	Nunca
La biotecnología aplicada al sector alimentario	28	42	18	9	3
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	23	37	18	16	7
Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	16	62	17	4	2
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	43	46	5	3	3
Agroquímica	35	61	0	0	4
Las TIC y la emergente economía digital	52	40	6	1	1
Ferrocarril	19	47	21	10	2
Naval	22	48	16	11	3
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	43	44	10	2	1
Tecnologías de automatización	34	49	14	3	0

Como puede observarse, los especialistas consultados prevén que, en términos generales, las hipótesis planteadas se materializarán en el periodo situado entre el 2.005-2.009, siendo este hecho más significativo en el caso de *Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes* y *Agroquímica*. Por su parte y como parece lógico dada la evolución del sector, *las TIC y la emergente economía digital* es el caso en que presenta un porcentaje mayor de materialización antes del 2.005.

Los sectores que presentan fechas de materialización más alejadas en el tiempo, es decir más allá del 2.010 son *las Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles* (40%), seguido de *Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes*, *Ferrocarril* y *Naval* con un 33% los primeros y un 30% el tercero.

Por tanto, puede concluirse que la materialización de casi el 80% de los temas se producirá en el escenario del corto - medio plazo, siendo la opción de nunca prácticamente irrelevante. Este hecho pone de manifiesto que los temas planteados en los 10 estudios se han enfocado con realismo, evitando aquellos que pudieran considerarse de "ciencia-ficción".

### 3.4. Posición de España

En este apartado se analizan cuales han sido los resultados relativos a la situación de España en relación con otros países desarrollados, en lo que hace referencia a nuestra capacidad científico-tecnológica, de innovación, de producción y de comercialización.

### 3.4.1. Capacidad Científica y Tecnológica

**Tabla 3.4.1.: Capacidad Científica y Tecnológica: distribución según porcentaje.**

ESTUDIO	CAPACIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA			
	1(% menos favorable)	2(%)	3(%)	4(% más favorable)
La biotecnología aplicada al sector alimentario	10	40	37	13
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	9	37	46	8
Areas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	11	38	43	7
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	0	87	13	0
Agroquímica	14	78	8	0
Las TIC y la emergente economía digital	13	38	33	16
Ferrocarril	18	49	26	7
Naval	12	41	36	11
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	17	46	30	7
Tecnologías de automatización	11	40	38	11

En términos generales, en su conjunto la capacidad científico-tecnológica de nuestro país en relación con otros de su entorno, tiende a inclinarse hacia la franja media-baja, con matizaciones dignas de señalar.

En el caso de la *Biología aplicada al sector alimentario*, la posición media-baja, media-alta esta equilibrada al 50%.

De los 10 estudios realizados, destaca el de *Tecnologías avanzadas de conversión de com-*

*bustibles fósiles* como el que ofrece una posición más favorable en relación con su capacidad científico-tecnológica.

En el caso contrario, los sectores que ofrecen una posición más desfavorable son *Agroquímica* y *Química Básica Orgánica-Primeras Materias Plásticas*, seguidos más de lejos del *Ferrocarril* y las *Tecnologías de fabricación de piezas de plástico y materiales compuestos*.

## 3.4.2. Capacidad de Innovación

Tabla 3.4.2.: Capacidad de Innovación: distribución según porcentaje.

ESTUDIO	CAPACIDAD DE INNOVACIÓN			
	1(% menos favorable)	2(%)	3(%)	4(% más favorable)
La biotecnología aplicada al sector alimentario	14	48	29	9
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	15	46	31	8
Areas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	15	44	36	5
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	0	83	17	0
Agroquímica	6	70	24	0
Las TIC y la emergente economía digital	13	35	35	17
Ferrocarril	16	48	30	6
Naval	11	44	37	7
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	17	44	34	5
Tecnologías de automatización	11	42	37	10

En cuanto a la capacidad de Innovación, vuelve a dominar la franja media-baja con un 60% respecto al 40% de la media-alta. En este caso cabe destacar positivamente el sector de las *TIC y la emergente economía digital* con un porcentaje de capacidad media-

alta de innovación del 52%, del que la posición más favorable (4) supone el 17%.

En el lado opuesto, vuelven a ser los sectores de *Agroquímica y Química Básica Orgánica-Primeras Materias Plásticas* los que presentan una capacidad de innovación inferior.

### 3.4.3. Capacidad de Producción

**Tabla 3.4.3.: Capacidad de Producción: distribución según porcentaje.**

ESTUDIO	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN			
	1(% menos favorable)	2(%)	3(%)	4(% más favorable)
La biotecnología aplicada al sector alimentario	25	47	20	8
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	26	39	28	7
Areas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	11	37	43	9
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	0	61	39	0
Agroquímica	0	57	43	0
Las TIC y la emergente economía digital	13	38	34	15
Ferrocarril	12	32	44	12
Naval	9	34	41	16
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	13	39	40	8
Tecnologías de automatización	15	39	38	8

La capacidad de producción de los sectores analizados vuelve a situarse en la franja media-baja con un 56% respecto a la franja media-alta (44%). No obstante cabe realizar las siguientes puntualizaciones. Los sectores que presentan una posición más desfavorable en lo que a capacidad de producción se refiere en relación con otros países desarrollados son: *la Biotecnología aplicada al sector alimentario, las Tecnologías de conversión de combustibles fósiles y la Química Orgánica Básica-Primeras Materias Plásticas.*

En el lado opuesto, es decir con una capacidad de producción más favorable, resaltan los sectores de *Naval y Ferrocarril.*

En lo que se refiere a las *TIC y la emergente economía digital*, si bien los porcentajes entre posición media-baja y media-alta están prácticamente igualados, vuelve a destacar con un 15% la posición más favorable (4) entre los diez estudios.

## 3.4.4. Capacidad de Comercialización

Tabla 3.4.4.: Capacidad de Comercialización: distribución según porcentaje.

ESTUDIO	CAPACIDAD DE COMERCIALIZACIÓN			
	1(% menos favorable)	2(%)	3(%)	4 (% más favorable)
La biotecnología aplicada al sector alimentario	26	44	21	9
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	31	39	22	8
Areas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	22	39	31	8
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	0	65	35	0
Agroquímica	0	38	62	0
Las TIC y la emergente economía digital	15	33	33	19
Ferrocarril	23	47	22	8
Naval	17	46	30	7
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	16	39	38	7
Tecnologías de automatización	17	39	35	9

Finalmente, en lo que a capacidad de comercialización se refiere, en la posición general sigue prevaleciendo la franja media-baja, con la siguientes matizaciones:

Los sectores *Agroquímica* y las *TIC y la emergente economía digital* son los que tienen una posición más favorable, siendo este último el que con un 19% presenta la posición más favorable de los 10 estudios contemplados. En el lado opuesto, la *Biotecnología aplicada al sector alimentario*, las *Tecnologías avanzadas de con-*

*versión de combustibles fósiles* y el *Ferrocarril* son los que mayormente se sitúan en la franja media-baja con un 70%.

Como conclusión general en términos globales España presenta una posición media-baja en relación con las cuatro capacidades consideradas, siempre comparándola con los países del entorno industrialmente avanzado. No obstante, cabe hacer algunas matizaciones. Por ejemplo, destaca el hecho de que en *Biotecnología* es sensiblemente mejor la posición desde el punto

de vista científico, que desde los demás considerados, lo que es coherente con la existencia de una capacidad de investigación apreciable y la debilidad de la base industrial en esta área. Algo parecido puede decirse de las *Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles*. En el extremo opuesto, el sector de *Agroquímica* presenta unas capacidades industriales sensiblemente mejores que la científica.

Destacan también algunos aspectos estructurales, como que en los sectores de *Ferrocarril* y *Naval*, la posición en capacidad de producción es bastante mejor que en capacidad de comercialización. En ambos sectores las capacidades científica y de innovación presentan posiciones más bien desfavorables. Como norma general, con la notable excepción del *Agroquímico*, en casi todos los sectores la posición en capacidad de producción es mejor, o algo mejor, que en capacidad de comercialización, lo que en sí mismo es un primer indicador (por rudi-

mentario que sea) de un problema estructural del sistema productivo.

Mención aparte merece el moderado optimismo (prácticamente se reparte al 50% entre medio-alta y medio-baja en las cuatro capacidades) el posicionamiento en relación con la llamada nueva *economía digital*. Evidentemente se ha juzgado aquí el potencial de desarrollo de este sector y la capacidad de absorción de la sociedad española.

### 3.5. Limitaciones

Seguidamente se analizan cuáles son los principales obstáculos que los consultados encuentran que pueden frenar la consecución de los temas propuestos en los cuestionarios y que, por tanto, se deberían superar para poder desarrollarse. Dichas limitaciones hacen referencia a aspectos de tipo social, tecnológico, legislativo/normativo, económico y medioambiental.

**Tabla 3.5.: Principales limitaciones para el conjunto de los temas: distribución según porcentaje**

ESTUDIO	LIMITACIONES (%)				
	Sociales	Tecnológicas	Legislativas/ normativas	Económicas	Medioambientales
La biotecnología aplicada al sector alimentario	21	33	19	23	4
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	3	40	6	46	5
Áreas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	8	27	18	43	3
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	0	32	22	35	11
Agroquímica	0	35	19	33	13
Las TIC y la emergente economía digital	32	32	19	17	0
Ferrocarril	3	49	5	40	2
Naval	5	46	7	39	3
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	6	48	7	34	5
Tecnologías de automatización	12	40	4	42	2

En términos globales las limitaciones más significativas son las de tipo tecnológico y las económicas, si bien existen matices dignos de mencionar.

En limitaciones sociales sobresalen los sectores de las TIC y la emergente economía digital y la Biotecnología aplicada a sector alimentario, sectores ambos muy mediatizados por la opinión y actitud de la sociedad.

En lo que se refiere a limitaciones tecnológicas destacan los que poseen un carácter más marcadamente industrial: Ferrocarril, Tecnologías de Fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos y Naval. Sin embargo en lo que respecta a las de tipo económico, sobresalen las Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles, los Areas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías

concurrentes y las Tecnologías de automatización. Estos tres sectores tienen su desarrollo muy condicionado por las inversiones económicas que se produzcan.

### 3.6. Medidas recomendadas

En este último capítulo de esta Parte del Informe, se analizan aquellas medidas que los consultados recomiendan que se apliquen para superar las limitaciones indicadas en el apartado anterior. De forma más concreta, las medidas contempladas se han dividido en cinco grandes grupos: colaboración con empresas exteriores, incorporación de científicos y tecnólogos en las empresas y acciones de formación, cooperación de la industria con centros de investigación y tecnológicos, estímulos económico/financieros de la Administración y otros apoyos de la Administración.

**Tabla 3.6: Medidas recomendadas para el conjunto de los temas: distribución según porcentaje.**

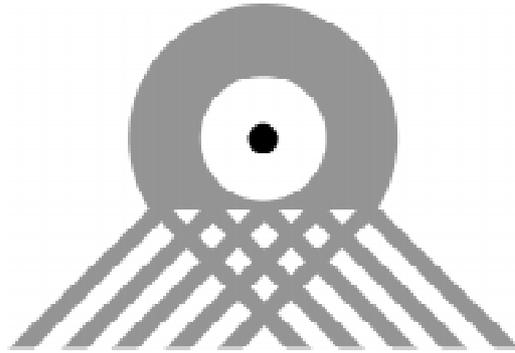
ESTUDIO	MEDIDAS RECOMENDADAS (%)				
	Colaboración con empresas exteriores	Incorporación científicos y tecnólogos en las empresas y acciones de formación	Cooperación Industria-centros de Investigación y tecnológicos	Estímulos Económico/fiscales de la Administración	Otros apoyos de la Administración
La biotecnología aplicada al sector alimentario	14	14	41	19	12
Tecnologías avanzadas de conversión de combustibles fósiles	27	11	37	20	5
Areas de aplicación de los equipos medioambientales y tecnologías concurrentes	11	6	22	27	12
Química Básica Orgánica. Primeras materias plásticas	29	0	32	29	10
Agroquímica	30	16	21	18	15
Las TIC y la emergente economía digital	27	18	21	17	17
Ferrocarril	27	13	31	22	7
Naval	30	7	33	22	8
Tecnologías de fabricación de piezas de plásticos y materiales compuestos	22	18	37	18	5
Tecnologías de automatización	15	17	34	27	7

En términos generales existe bastante dispersión en relación con las medidas recomendadas, destacando la **Cooperación de la industria con centros de investigación y tecnológicos** y resultando menos atractivas las medidas referidas a **Otros apoyos de la Administración** y la **Incorporación de científicos y tecnólogos en las empresas**.

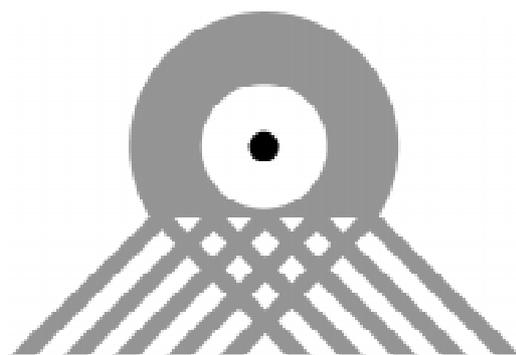
Se da mucha importancia a la **cooperación con empresas exteriores** en varios de los sectores

(*Agroquímica, Química Básica Orgánica, Naval...*). También, por supuesto, a los **apoyos económicos y fiscales de la Administración**.

En conjunto se confía más en la colaboración con entidades (exteriores o no) con capacidad de aportación de tecnología, y en los estímulos públicos directos, que en el reforzamiento de la capacidad propia y en medidas de apoyo más imaginativas.



*Parte Tercera:*  
**INFORMES SECTORIALES**



*Sector Agroalimentario:*  
**ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE LA  
BIOTECNOLOGÍA APLICADA AL SECTOR  
ALIMENTARIO**

## I.1. INTRODUCCIÓN

### I.1.1. Desarrollo de la Industria Biotecnológica en la UE

La Biotecnología es definida por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) en su sentido más amplio, como “la aplicación de conocimientos científicos y técnicos para la transformación de productos utilizando agentes biológicos”. Entendemos así, por Biotecnología, a la aplicación industrial de los seres vivos.

En el presente informe se tratarán de definir los avances biotecnológicos que pueden presentar una mayor incidencia en el sector agroalimentario, aumentando su competitividad a través de la mejora de los procesos, creación de nuevos productos, reducción de impacto ambiental, etc.

La Biotecnología es una de las tecnologías avanzadas con más posibilidades de cara al futuro y, junto con las tecnologías de la información, un factor clave para el desarrollo económico de los próximos años.

La industria europea en general, y la española en particular, muestran un gran interés por las posibilidades que se revelan de cara al futuro en la aplicación de estas tecnologías. Su potencial en cuanto a la creación de riqueza industrial, queda patente cuando examinamos el número de empresas que se han desarrollado durante los últimos años (Tabla 1.1) que tienen como base de su producción las nuevas técnicas biotecnológicas.

**Tabla 1.1.: Desarrollo de la Industria biotecnológica en Europa**

	1996	1997	1998
Gastos de I+D	+21%	+20%	+27%
Número de empresas	584 (+20%)	716 (+23%)	1.036 (+45%)
Empleados	17.200 (+7%)	27.000 (+60%)	39.045 (+42%)

Mientras que, a principios de los 90, el impresionante desarrollo de las empresas biotecnológicas en EEUU se alimentó con flujos considerables de capital riesgo, en Europa no ocurría lo mismo. Esta falta de “capital riesgo europeo” se interpretó frecuentemente como una “falta de confianza” en las jóvenes empresas europeas de Biotecnología.

Así, mientras que en EEUU la cifra de negocio global relacionada con la biotecnología se sitúa en unos 2 billones de pesetas, en Europa apenas alcanza los 300.000 millones, aunque las expectativas futuras son de un rápido crecimiento.

Esta situación ha cambiado considerablemente en los últimos dos años estimulando suficiente capital riesgo mediante fondos de inversión privados europeos y mediante varios programas de inversión fomentados por las instituciones de la UE y de los países miembros.

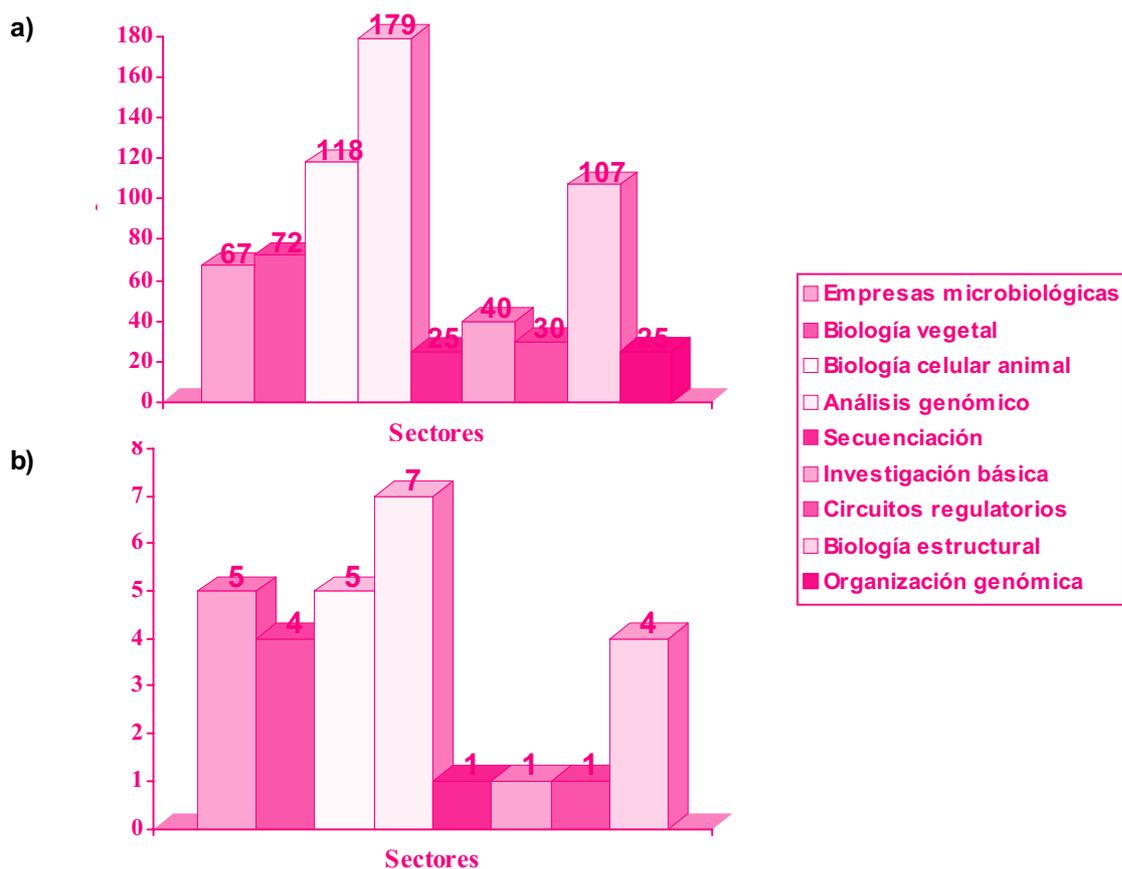
Además, la intensa actividad de las empresas estadounidenses en Europa indica el rápido y creciente poder de atracción de las empresas europeas de alta tecnología. Esto viene confirmado por la creciente cantidad de capital riesgo de EE.UU., que actualmente fluye hacia Europa: aproximadamente un 33% del capital riesgo disponible en Europa proviene de fuentes estadounidenses. El fin principal de estas inversiones parece ser participar en el creciente éxito de las jóvenes empresas europeas.

Teniendo en cuenta que el capital riesgo se invierte con el fin de obtener grandes beneficios, estas inversiones indican el reconocimiento internacional de la creciente competitividad de las empresas europeas de Biotecnología.

### 1.1.2. Desarrollo de la Industria Biotecnológica en España

En la Figura 1.2.1 se puede apreciar la distribución de empresas y grupos de Investigación españoles relacionados con biotecnologías según los diferentes sectores industriales

Figura 1.2.1: Nº de grupos de investigación públicos (a) y Nº de empresas (b) dedicados a la Biotecnología en España (datos de 1997. CICYT)



Sin embargo, la importancia primordial de la Biotecnología no radica tan sólo en las empresas que producen y desarrollan nuevas técnicas, sino que se encuentra en la aplicación de estas técnicas a los procesos y productos industriales ya existentes. Así entendido, el potencial futuro y la influencia de la Biotecnología en el sector agroalimentario es enorme.

En el sector agroalimentario, este potencial de aplicación, se perfila en una serie de líneas y técnicas que pueden tener gran importancia en el futuro. El principal problema que, a priori, subyace en la aplicación de la Biotecnología a la industria agroalimentaria en Europa, es la existencia de una desconfianza general hacia los productos manipulados genéticamente. En la práctica, la desconfianza se centra en ciertas técnicas específicas, especialmente en el desarrollo de productos transgénicos.

En nuestro país, la Biotecnología es una nueva herramienta de trabajo que se está incorporando lentamente. Las inversiones públicas que se realizan en I+D todavía están lejos de las que dedican los países europeos a este mismo fin.

La falta de capital y de cooperación con el sector privado limitó el desarrollo en los años 80, aunque durante los años 90 la participación entre investigadores de las Universidades y las empresas privadas puede considerarse satisfactoria.

#### **A) Acciones de apoyo por parte de las administraciones.**

Desde la administración se ha impulsado el desarrollo de líneas de investigación relacionadas con la Biotecnología siguiendo varios pasos:

- Creación de infraestructuras para la investigación (1970-84).
- Captación del interés de la comunidad y las compañías a las áreas técnicas y de investigación, que forman las bases de la moderna Biotecnología, mediante el Plan de movilización de la Biotecnología (1985-87).
- Apoyo del desarrollo de la Biotecnología en las compañías, por el establecimiento del Plan Nacional de la Biotecnología (1988-91).

- El apoyo al desarrollo de la Biotecnología ha continuado en los sucesivos Planes Nacionales de I+D, hasta concluir en el actual Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación tecnológica (2000-2003) donde se presta especial atención a la Biotecnología (considerada área prioritaria), identificando los objetivos principales de la I+DT en:

- Alimentación y Agricultura
- Salud humana y animal
- Bioprocesos y Biotecnologías ambientales

En la última década, las aplicaciones de la Biotecnología han sido integradas en varios planes específicos, como los de Desarrollo Tecnológico para la Biotecnología, Tecnología Química y Materiales avanzados (Plan BQM), lanzados por el Ministerio de Industria y Energía, la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

En el periodo 1988-91 fueron dedicados al desarrollo de investigaciones en biotecnología aproximadamente unos 16.000 millones de pesetas, de los cuales 8.600 millones procedían de fuentes públicas.

En 1994, 722 millones de pesetas se repartieron entre los 69 proyectos del Plan Nacional de Biotecnología y 357 millones en infraestructuras. Al Plan BQM se dedicaron 6.800 millones de pesetas durante el periodo 1991-93.

El Centro Nacional de Biotecnología está situado en Madrid. La participación de centros investigadores en el desarrollo de la Biotecnología ha sido y es clave (CSIC, Universidades, Institutos Tecnológicos...) siendo el número de investigadores en el sector público mayor que en el sector privado.

#### **B) Sector Industrial.**

En total, unas 250 empresas se dedican de manera activa al desarrollo de procesos o productos basados en las nuevas técnicas biotecnológicas, según datos de 1996. La activi-

dad de estas empresas se centra en diagnóstico, producción de sustancias de gran valor añadido, antibióticos y mejoras en plantas (Fig.1.2.2). El 40% de las empresas de más reciente creación están trabajando en el sector agroalimentario.

Las compañías dedicadas a la Biotecnología emplearon a 1200 personas en 1992, de las cuales 400 fueron investigadores. Otras compañías con actividad dentro del área de la Biotecnología emplearon sobre 3000 personas. Las compañías biotecnológicas y biomédicas españolas alcanzaron en 1994 un capital de 12 millones de EUROS.

El sector de empresas dedicadas a la Biotecnología está situado predominantemente en Madrid y Barcelona. Sin embargo, en términos de empleo, el sector público todavía duplica

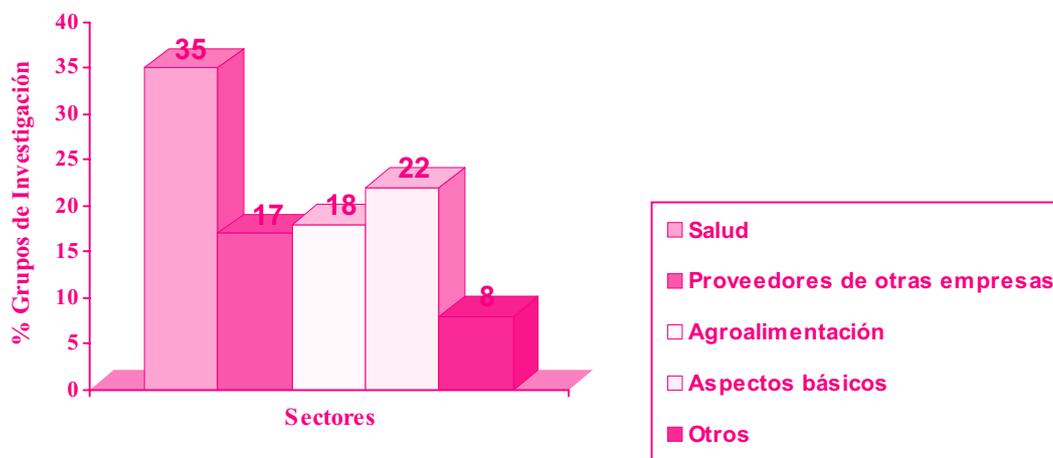
al privado cuando hablamos de productos biotecnológicos.

Una implicación que surge es la necesidad de establecer un entorno financieramente atractivo para las empresas innovadoras de alta tecnología. El hecho de que muchas empresas jóvenes busquen financiación en EEUU puede señalar la existencia de un cuello de botella en Europa con respecto a la disponibilidad de capitales.

El gran potencial de las tecnologías en estudio dentro del sector agroalimentario, unido a los problemas a los que se enfrenta su difusión, hacen que abordar el estudio de estas tecnologías desde un punto de vista amplio (el de la prospectiva) resulte de gran interés por el fuerte impacto que están teniendo en la industria y la sociedad actuales y que, sin duda, van a seguir teniendo en el futuro.

Figura 1.2.2: Principales sectores del mercado dedicados a la Biotecnología en España (datos de 1997, CICYT)

a) Grupos públicos de I+D



b) Sector Industrial



## I.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE TEMAS

### I.2.1. El Panel de Expertos

La elección del panel de expertos se realizó en base a dos criterios:

- La participación de los expertos seleccionados en acciones de promoción industrial de la biotecnología: encuentros de empresas, acciones de promoción de proyectos de I+DT, jornadas, revisión bibliográfica, etc.
- La co-nominación, a partir de las sugerencias aportadas por los anteriores contactos.

Para la elaboración final del panel, se tuvieron además en cuenta dos factores:

- La presencia de empresas en el panel: Se consideró de suma importancia contar con un número suficiente de empresas. Las empresas del sector agroalimentario actúan más como consumidoras que como productoras de biotecnología (especialmente si nos referimos a PYMEs), por lo que debíamos contar con un número amplio de empresas que participaran tanto del panel, como en la encuesta.
- El interés mostrado en participar en el proceso de manera continuada, tanto por parte de las empresas como de los centros de investigación participantes.

El panel final estaba constituido por un total de 11 expertos, seis de ellos pertenecientes al ámbito industrial, tres procedentes de centros públicos de investigación, y dos procedentes de centros tecnológicos.

En base a entrevistas personales, se contrastaron los temas con los expertos, que a su vez indicaban la posibilidad de contactar con otros expertos, en este caso para que examinaran los temas ya elaborados, aportando alguna modifi-

cación u opinión, de manera que hubiera un círculo mayor de personas implicadas en la elaboración de la encuesta de manera previa a su lanzamiento.

Tras la elaboración de la encuesta, se lanzó ésta participando la mayoría del panel como encuestados además de expertos, en ambas rondas.

La recopilación final de datos, fue seguida de una última consulta al panel de expertos, ante los que se presentaron los resultados de la segunda ronda ya depurados y analizados, con una primera redacción del estudio.

Además de los expertos que participaron activamente en el método de trabajo, se recogieron una serie de opiniones a través de las propias encuestas. Los comentarios aportados por los consultados fueron objeto de un tratamiento particularizado, respondiendo a los mismos y, en su caso, recabando mayor información de manera que el consultado no actuaba únicamente como tal, sino que lo hacía a su vez como consultor en los trabajos realizados.

### I.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi

El método seguido para la elaboración del cuestionario fue similar al que se utilizó en la experiencia del año anterior:

1. Se redactaron una serie de temas, provenientes de diversas fuentes relacionadas con la Biotecnología y la innovación, fundamentalmente a través de las conclusiones de reuniones y jornadas, así como de trabajos de vigilancia realizados en el ámbito de la Biotecnología. El número de temas redactado originalmente fue de 80.

2. Se presentó la selección de temas al panel de expertos para su discusión. Los temas estaban divididos por áreas, de ma-

nera que fuera sencillo localizar los temas en que cada experto consideraba más valiosa su aportación. Tras una primera ronda de contactos, el número de temas se redujo a 50, con los que se elaboró una encuesta preliminar.

3. Esta encuesta fue remitida al panel de expertos, para que aportaran sus comentarios al conjunto de la encuesta, en cuanto a longitud de la misma, fiabilidad de los temas, etc.

4. El número final de temas seleccionados fue de 40, divididos en 11 áreas. La división en áreas se realizó únicamente con la intención de hacer más sencilla la respuesta

al cuestionario y la selección de los temas por parte de los expertos según su especialización.

De nuevo, en la elección final de temas, se ha intentado que hubiera una proporción entre el número de temas de carácter más técnico o aplicado y aquellos que hacen referencia a los aspectos sociales. La tabla 2.2. pretende mostrar esta proporción, teniendo en cuenta que prácticamente todos los temas tienen un elevado componente técnico y que la separación entre investigación básica y aplicaciones técnicas no deja de ser un tanto artificiosa, ya que cada vez se hace más patente la poca diferenciación que existe entre ambos campos.

**Tabla 2.2.: Distribución de los temas en función del área temática asignada y los principales aspectos que se consideran en el enunciado.**

Áreas temáticas	Temas ligados a:		
	Investigación básica	Desarrollos técnicos	Aspectos sociales
Enzimas		1, 2, 3	
Biología estructural	4, 5, 6	4, 6	
Modelización	7, 9, 10	7, 8, 10	
Nuevos productos: nutracéuticos		11, 12	11, 12
Nuevos productos: materias primas	13, 14, 15, 16, 17	13, 14, 15, 16,	
Métodos de control	18, 22	19, 20, 21	18, 20, 21, 22
Biorremediación, reutilización de subproductos	24	23, 24	23
Mejora genética vegetal y animal	29, 30, 32, 33, 34	30, 31, 34	31
Envases	39,40	39,40	
Aspectos sociales: consumidor	35, 38	37, 38	35, 36, 37, 38
Aspectos legales, regulaciones		26, 28	25, 26, 27, 28

### **I.3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.**

En general, se considera que la mayoría de temas se realizarán en los próximos 10 años (36 de los 40 temas), y ningún tema es considerado como imposible.

Los resultados en la segunda ronda son igual de optimistas que en la primera, en la que hasta 36 temas tenían también como fechas de realización los próximos 10 años.

Este optimismo en cuanto a la posibilidad de realización de los temas propuestos ha originado sin embargo alguna opinión entre los expertos mostrándose un poco más precavidos en la confianza depositada en estas tecnologías, so-

bre todo de cara a tener planteamientos más seguros y evitar posibles desengaños.

Por otro lado, el grado de importancia que se ha atribuido a los diferentes temas es, en la mayoría de ellos, muy elevado (con un índice superior a 3,5). La coincidencia de fechas de materialización cercanas, junto con índices de importancia altos, implica que los temas tienen un destacado interés para los consultados: a la vez que consideran que son importantes para el sector agroalimentario, opinan que su realización es posible.

## I.3.1. Materialización 1999-2004.

Tabla 3.1.: Índice del Grado de Importancia para el conjunto de los temas con fecha de materialización en el periodo 1999-2004.

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
11	Uso generalizado de alimentos funcionales que ayudan a la prevención de enfermedades según los diferentes grupos de consumidores (Vg: leche hipoalergénica destinada a lactantes alérgicos a la leche, productos dirigidos a diabéticos, etc.).	3,95
22	Desarrollo de métodos rápidos y seguros que permitan determinar la eficacia y seguridad (toxicidad, carcinogénesis, etc.) de nuevos ingredientes y aditivos.	3,88
26	La legislación referente a los productos biotecnológicos será suficientemente clara y estable en el tiempo como para permitir a las empresas invertir de manera segura en este tipo de productos.	3,88
29	Será común la utilización de variedades vegetales modificadas genéticamente que permitan desarrollar los cultivos bajo diferentes condiciones especiales (salinidad, sequía, resistencia a plagas).	3,86
18	Será habitual el desarrollo y aplicación de métodos (PCR, métodos inmunológicos, etc.) para diferenciación de productos según su origen, evitando fraudes en la composición de los alimentos.	3,84
27	Se alcanza un consenso en cuanto a los requerimientos legales de los diferentes países europeos lo que posibilita la extensión de la Biotecnología en productos alimentarios y evita la introducción de productos provenientes de países con regulaciones menos rigurosas (USA, Japón).	3,76
14	Desarrollo de cepas de microorganismos específicas utilizadas como cultivos iniciadores ("starters") en los diferentes procesos de la industria agroalimentaria, contribuyendo tanto al desarrollo de características organolépticas del producto y ejerciendo un efecto protector frente a microorganismos patógenos.	3,75
1	Incremento del número de enzimas con características específicas (termorresistentes, mayor velocidad reacción, etc.) utilizadas en la industria agroalimentaria, mejorando los procesos de producción y/o el producto final.	3,68
36	Se superarán muchas de las limitaciones actuales para la generalización del consumo de alimentos modificados genéticamente, ante el beneficio que aportan estas tecnologías al permitir la reducción de ingredientes, residuos de pesticidas, etc. en los alimentos.	3,67
25	Las regulaciones y controles en cuanto a la aplicación de la Biotecnología a la industria agroalimentaria proporcionan mayor confianza al consumidor, al percibir los nuevos desarrollos como "neutrales" y no manipulados por intereses privados.	3,57
19	Uso generalizado de biosensores (microorganismos modificados, técnicas de amplificación de DNA, sensores electroquímicos...) en el control de los procesos de la industria agroalimentaria (temperatura, pH, detección de contaminantes, microorganismos, etc).	3,48

La fecha de materialización más próxima (con temas que se realizarían en los próximos 5 años), incluye un total de 11 temas.

El grado de importancia que se atribuye a estos temas es, a la vez, muy elevado, por lo que serían, a priori, temas de gran interés de cara a la industria, pues es posible su realización en un plazo muy breve de tiempo y a la vez resultan de gran interés.

Este primer periodo temporal, indica que los temas tienen planteamientos muy realistas y actuales, que tratan de resolver problemas reales en el plano técnico e industrial, y cuya solución parece ser posible con las tecnologías disponibles actualmente.

De los cuatro temas que se incluyeron en la encuesta, referidos a aspectos legales o regulacio-

nes (del 25 al 28) tres de ellos se encuentran entre los que se realizarán en los próximos 5 años.

Esta necesidad de legislación adecuada es consecuencia del desarrollo de nuevas tecnologías, la creciente internacionalización del comercio y la necesaria adaptación a tratados internacionales que están viviendo las empresas en los últimos años. Debido a estos fenómenos, las empresas necesitan cada vez más que se produzcan cambios en las disposiciones legales con un impacto positivo sobre el desarrollo industrial, protegiendo la propiedad intelectual y que no supongan un freno al desarrollo y transmisión de los resultados de las investigaciones. La respuesta dada por las empresas debe entenderse, por lo tanto, como una demanda para que estos cambios se materialicen en un plazo breve de tiempo.

## I.3.2. Materialización 2005-2009.

Tabla 3.2.: Índice del Grado de Importancia para el conjunto de los temas con fecha de materialización en el periodo 2005-2009.

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
10	Se conocerán con exactitud los diferentes parámetros físico-químicos que determinan la calidad de distintos productos alimenticios (quesos, vinos, etc.), lo que permitirá diseñar procesos y fermentos específicos a las necesidades de cada uno de ellos.	3,82
39	Uso generalizado de materiales de envasado que pueden ser descompuestos en sustancias inertes por medio de microorganismos, enzimas, etc. modificados genéticamente.	3,76
23	Los Microorganismos modificados genéticamente encontrarán su mayor campo de aplicación en la descontaminación de vertidos urbanos e industriales al ser capaces de metabolizar sustancias contaminantes (disolventes orgánicos, insecticidas, etc.).	3,75
31	La mejora genética permite desarrollar productos con mayor valor nutricional y organoléptico, incrementándose su consumo ante los beneficios que aporta a la salud (nutrientes, poder antioxidante, etc.)	3,73
40	Desarrollo y producción de bioplásticos (a partir de microorganismos y plantas) que reducen la utilización de polímeros artificiales en un 10%.	3,70
3	Aplicación habitual de sustancias naturales con acción biocida en la conservación de alimentos elaborados y en el aumento de la vida de alimentos frescos (vegetales), sustituyendo a los actuales tratamientos post-cosecha.	3,69
37	Comprensión por parte del consumidor de las diferentes aplicaciones de la biotecnología (modificaciones genéticas, alimentos transgénicos, aplicación de nuevas enzimas en procesos industriales, etc) que permiten una extensión en el consumo de los nuevos tipos de alimentos.	3,62
8	Los procesos de producción de alimentos tradicionales que implican reacciones enzimáticas (productos cárnicos curados, quesos, vinos, etc.) serán controlados y conocidos en profundidad, lo que aumentará la velocidad del proceso y la calidad final de los productos.	3,59
12	Determinación de las relaciones entre los metabolitos de los alimentos y la predisposición genética a ciertas enfermedades permite el diseño de nuevos productos adaptados a consumidores específicos.	3,58
20	Se desarrollarán técnicas que permitan controlar la presencia de virus en alimentos frescos mediante la utilización de métodos biotecnológicos.	3,58
15	Utilización mayoritaria de microorganismos modificados genéticamente para la producción en masa de proteínas aplicables en la industria agroalimentaria (enzimas, hormonas, aminoácidos esenciales, etc.)	3,57

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
2	Obtención de nuevos productos (panadería, lácteos, cárnicos, etc.) de "larga duración" que conservan sus características organolépticas a partir de la utilización de levaduras modificadas genéticamente capaces de expresar enzimas (aminolíticos, lipolíticos, proteolasas, lipasas, etc) diferentes de los actuales.	3,43
30	Se detectarán los genes presentes en materias primas (animal y vegetal) que afectan a la calidad del producto elaborado, de modo que será posible la obtención de materias primas adaptadas a las necesidades de los distintos subsectores de la industria (extracción desustancias, técnicas de conservación, procesado, etc.).	3,40
13	Se utilizarán de forma habitual nuevas fuentes de materias primas (Vg: algas, invertebrados, etc.) por medio de la introducción y expresión de determinados genes que aumentan el contenido en determinadas sustancias de interés para la industria agroalimentaria (Vg: pigmentos, proteínas específicas, etc.).	3,32
21	Desarrollo de test rápidos de análisis que estarán incluidos en el producto final (Vg: envases inteligentes) a disposición de los consumidores, para la determinación de la calidad y sanidad microbiológica de los alimentos.	3,30
5	Desarrollo de nuevos catalizadores basados en el conocimiento de las propiedades de las proteínas en función de su estructura tridimensional con mejores características que las enzimas actuales.	3,22
24	Utilización extensiva de nuevas bacterias y microorganismos capaces de crecer bajo condiciones extremas (temperatura, pH, etc) para la producción de productos estables de alto valor añadido a partir de subproductos.	3,19
6	Determinación de las estructuras tridimensionales de enzimas termoestables provenientes de bacterias termorresistentes y diseño de nuevas enzimas termoestables aplicables a la industria agroalimentaria.	3,18
28	Se crearán titulaciones específicas referentes a expertos en áreas concretas de biotecnología, como consecuencia de la importancia de esta área en los sectores industriales	3,16
7	Desarrollo de sistemas de modelización que permitan estimar "a priori", los efectos de distintas combinaciones enzimáticas en el producto final.	3,13
33	Utilización habitual de mejora genética en animales domésticos para incrementar su fecundidad y resistencia a enfermedades por medio de la introducción de genes con las características deseadas en el óvulo fertilizado y en el embrión.	3,12
4	Determinación de las relaciones existentes entre secuencias de aminoácidos, estructura tridimensional y funciones en diferentes proteínas (enzimas) de uso industrial.	3,08
34	Desarrollo de mejoras en los productos lácteos y cárnicos a través de la manipulación genética de los microorganismos presentes en el rumen.	3,00
38	Se esclarecerán los mecanismos biológicos de la percepción sensorial en el consumidor (sentidos, estrés, etc), y se utilizará este conocimiento en el desarrollo de nuevos productos.	2,91
35	Se dispondrá de bases de datos de acceso público conteniendo secuencias de genes de los microorganismos implicados en la producción agroalimentaria y en los procesos de conservación de alimentos.	2,69

La mayoría de los temas estudiados (25 de los 40 totales, más de la mitad), tienen su fecha de materialización en el periodo que transcurre entre los próximos 5 y 10 años (Tabla 3.2.), y a su vez tienen un índice del Grado de Importancia también elevado. Esto indica que todos ellos

están muy cercanos a poder realizarse con las tecnologías disponibles actualmente y podrán llevarse a cabo con el desarrollo que experimentarán las tecnologías en los próximos años, teniendo, a su vez, una gran repercusión para la industria.

### I.3.3. Materialización 2010-2015.

**Tabla 3.3.: Índice del Grado de Importancia para el conjunto de los temas con fecha de materialización en el periodo 2010-2015.**

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
32	Se determinarán y caracterizarán las secuencias completas de diferentes cultivos, permitiendo el aislamiento de genes específicos.	3,45
17	Desarrollo de nuevas membranas artificiales de propiedades similares a las membranas biológicas	2,90
9	Utilización habitual de modelos matemáticos para evaluar la producción de metabolitos a partir de microorganismos (vg: levaduras) recombinantes.	2,67

Solamente 3 de los temas analizados tienen fechas de materialización en los próximos 10 a 15 años (Tabla 3.3.)

Además, los tres temas que se integran en este periodo de materialización, tienen grado de importancia por debajo de la media y, dos de ellos, una grado de importancia muy bajo. El tema 9 se sitúa en último lugar en cuanto a Índice de

importancia, mientras que el 17 se encuentra en el puesto 37.

Son temas que, aunque como veremos más adelante, pueden tener en caso de desarrollarse un fuerte impacto en algún área, la pocas posibilidades de una materialización rápida y su alejamiento del área técnica (son temas más cercanos a investigaciones básicas) han hecho que los expertos consultados los consideren como menos interesantes frente a otros.

### I.3.4. Materialización más allá del 2015.

**Tabla 3.4.: Índice del Grado de Importancia para el conjunto de los temas con fecha de materialización más allá del 2015.**

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
16	La síntesis artificial de genes totalmente nuevos permite la producción a escala industrial de nuevas proteínas de origen no celular	2,80

Tan sólo uno de los temas, el nº 16, se considera que se materializará más allá de los 15 años (lo que ya es muy indeterminado) (Tabla 3.4.). El Índice del Grado de Importancia se considera asimismo bajo en relación a los obtenidos en el resto de temas .

### I.3.5. Materialización NUNCA.

Para ningún tema se obtuvo esta respuesta como mayoritaria. Es decir, todos los temas propuestos se consideraron posibles.

## I.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

Según la valoración realizada por los encuestados, el impacto sobre el Desarrollo industrial de los temas estudiados puede considerarse bastante alto.

Considerando que los temas, además de tener un fuerte carácter técnico, tienen una orientación científica bastante elevada (Tabla 2.2.1), y que la proporción de empresas participantes ha sido alta, la respuesta general obtenida implica una fuerte orientación práctica de las aplicaciones de la biotecnología al sector agroalimentario. Se percibe por parte de las empresas y centros que han participado en la encuesta, que existe una fuerte conexión entre la I+D en biotecnología y la aplicación industrial de estos desarrollos.

Estas opiniones además, están en la misma línea que la tendencia política existente en la UE que tiene por objetivo aumentar la competitividad industrial a través del apoyo a la Investigación y Desarrollo Tecnológicos.

A continuación, se muestran los 10 temas más relevantes para el desarrollo industrial, clasificados según el periodo de materialización señalado por los encuestados.

### I.4.1. Materialización 1999-2004

De los 11 temas que se encuentran en este periodo de materialización, sólo 2 pertenecen a los 10 temas más relevantes para el desarrollo industrial (Tabla 4.1)

En este periodo de materialización, el tema al que se le ha atribuido un impacto sobre el Desarrollo Industrial más elevado ha sido el número 1, referido a enzimas capaces de mejorar los procesos de producción industrial.

El otro tema que se encuentra en este periodo, con un fuerte impacto industrial, es el tema 19, que hace referencia a la utilización de biotecnología para control de procesos y productos. Es por tanto, un tema que se dirige de manera directa a la seguridad del consumidor y coincide, por su impacto en el desarrollo y su fecha de materialización cercana, con los resultados obtenidos en los estudios realizados sobre tecnologías de conservación (*Ver Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial*): la utilización de técnicas rápidas de análisis para control de procesos y productos como un tema importante para la industria agroalimentaria, tanto desde el punto de vista técnico, como por su repercusión social.

Los cuatro temas referidos a aspectos legales o regulaciones incluidos en el cuestionario (del 25 al 28) se encuentran entre los que se realizarán en los próximos 10 años. De estos temas, el 26 (referido a la seguridad que aportará a las empresas una legislación clara y estable) es el que tiene un mayor impacto sobre el desarrollo industrial, aunque no lo suficiente como para estar incluido entre los 10 primeros.

**Tabla 4.1: Impacto sobre el Desarrollo Industrial (%) e Índice del grado de importancia de los temas con fecha de materialización en el periodo 1999-2004 (ordenados según el Grado de Importancia).**

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Índice Grado Importancia
1	Incremento del número de enzimas con características específicas (termorresistentes, mayor velocidad reacción, etc.) utilizadas en la industria agroalimentaria, mejorando los procesos de producción y/o el producto final.	68,25%	3,68
19	Uso generalizado de biosensores (microorganismos modificados, técnicas de amplificación de DNA, sensores electroquímicos...) en el control de los procesos de la industria agroalimentaria (temperatura, pH, detección de contaminantes, microorganismos, etc).	59,15%	3,48

#### 1.4.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 1: Incremento del número de enzimas con características específicas (termorresistentes, mayor velocidad reacción, etc.) utilizadas en la industria agroalimentaria, mejorando los procesos de producción y/o el producto final.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
2	2	1	2		

El subsector de enzimas utilizadas en la industria agroalimentaria tiene una fuerte significación económica y se encuentra en expansión. El interés del tema para las industrias alimentarias es evidente por la propia referencia a la aplicación industrial de las enzimas realizada en el enunciado.

En cuanto a la aplicación de la biotecnología en la mejora enzimática, parece clara la “ventaja” que tiene en relación con otras aplicaciones biotecnológicas en alimentación: no siempre la enzima modificada aparece en el producto final, y muchas de las mejoras están centradas en el proceso de producción del alimento (fermentación, síntesis, etc.).

Las limitaciones señaladas, son fundamentalmente de tipo tecnológico, en primer lugar, y

económicas en segundo lugar (no sociales ni medioambientales) y el impacto de este tema en ámbitos diferentes al industrial (Calidad de Vida), es bajo (sólo un 27 %).

Se perfila así, como un tema de gran interés para la industria, cuya importancia, no es sólo futura, pues su fecha de materialización implica que estos desarrollos ya se están llevando a cabo.

Sin embargo, aunque la capacidad científica y de innovación es media (la investigación en este campo se sitúa tan sólo algo por debajo de otros países), así como la de comercialización (las empresas pueden y están dispuestas a aplicar estos desarrollos), la capacidad de producción es definitivamente baja (moda 1). Esta capacidad de producción tan baja, sólo se ha dado en unos pocos temas, e indicaría en este caso, que no hay empresas que sean capaces, o bien que

estén dispuestas a realizar inversiones dirigidas a la producción comercial de este tipo de desarrollos.

Ya que en el tema no se indicaba la procedencia de este tipo de enzimas, las respuestas dadas no implican sólo la creación de “nuevas enzimas” a partir de las existentes, sino también la incorporación de nuevas enzimas procedentes de fuentes distintas a las actuales: nuevas bacterias, hongos, vegetales, etc.

En el momento actual, y a escala mundial, más del 60% de las enzimas aplicadas en la industria provienen de organismos modificados genéticamente, y usualmente son aplicadas, en

su inicio, a productos no alimentarios. De éste porcentaje, sólo una pequeña parte está siendo actualmente comercializada en el sector agroalimentario, aunque sí se estima que muchas de ellas tendrían aplicaciones directas en alimentación, pero se frena su implantación debido a las objeciones que aparecen en la comercialización de este tipo de productos.

La respuesta obtenida en la encuesta, sin embargo, sí indica que desde el momento actual, y durante los próximos años, se producirá un fuerte incremento en la aplicación de estas enzimas, incremento que corre paralelo a la materialización de los temas legales incluidos en el estudio, que como ya hemos señalado, también se materializarán en los próximos años.

**Tema 19: Uso generalizado de biosensores (microorganismos modificados, técnicas de amplificación de DNA, sensores electroquímicos...) en el control de los procesos de la industria agroalimentaria (temperatura, pH, detección de contaminantes, microorganismos, etc).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

En este tema, con un elevado componente técnico, se ha señalado una buena capacidad científico-tecnológica de España. La principal limitación es de carácter tecnológico (49% de las respuestas) y, en segundo lugar, las limitaciones económicas (36%). Sin embargo se consideran los conocimientos actuales suficientes como para poder superar estas limitaciones y generalizar el uso de biosensores en la industria agroalimentaria durante los próximos cinco años.

La demanda de métodos analíticos y de diagnóstico rápidos y fiables, es solicitado continuamente en el sector agroalimentario para reemplazar a los métodos tradicionales. Esta respuesta fue valorada de modo similar en el estudio realizado sobre Tecnologías de Conservación de Alimentos (ver *Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial*).

Este tipo de avances en Biotecnología es considerado de suma importancia para lograr una industria agroalimentaria competitiva en el futuro,

pues conseguirán una producción más eficiente, disminuirán los daños medioambientales y posibilitarán el desarrollo de nuevos productos con unos mayores márgenes de beneficio.

Esta demanda de métodos de diagnóstico está también relacionada, al igual que ocurre en otros temas, con la creciente preocupación por la seguridad alimentaria en toda Europa. Por eso se procuran aumentar las medidas preventivas y aumentar la confianza y seguridad de los consumidores frente a los productos alimentarios.

Existen ya desarrollos comerciales en este sentido, aunque son muy pocos los biosensores que se han desarrollado y comercializado exclusivamente para la producción de alimentos, (la mayoría de ellos destinados a la determinación de glucosa). La mayoría han sido desarrollados para aplicaciones sanitarias pero se utilizan posteriormente en la industria alimentaria.

Las exigencias de la industria alimentaria para la extensión en la utilización de este tipo de productos, son varias: menor coste, de manera que su uso habitual sea accesible para la pequeña y mediana industria; facilidad de manejo y aplicación; y, en general, una mayor eficacia en su aplicación a los procesos productivos de la que producen actualmente, pues se detectan numerosos fallos en biosensores en principio de prometedores resultados y que acaban considerando inservibles.

#### **I.4.2. Materialización 2005-2009**

Seis temas entre los de más impacto para el desarrollo industrial, tienen su fecha de materialización en este periodo de tiempo.

El hecho de que una mayoría de temas se encuentren en este periodo de materialización, y que a su vez haya varios de ellos con un fuerte

impacto industrial, refleja, por un lado, y como ya hemos señalado, el optimismo encontrado en la encuesta en cuanto a la importancia que para la industria pueden tener los desarrollos de la biotecnología, pero a su vez, la indeterminación que existe en la materialización de estos temas: se ven como temas y tecnología totalmente alcanzables, pero con una cierta duda en cuanto a la velocidad a la que se van a implantar.

El tema más destacado es el número 4, que además tiene el mayor impacto sobre el desarrollo industrial de todos los temas analizados (92%). Al igual que el tema 1, visto en el apartado anterior, está referido a enzimas, aunque en este caso desde un punto de vista más básico. En general, se observa un optimismo de los expertos participantes respecto al impacto industrial que tendrán las novedades relacionadas con enzimas, y con determinados temas que, en principio tienen un fuerte componente científico (Tabla 4.2).

**Tabla 4.2: Impacto sobre el Desarrollo Industrial (%) e Índice del grado de importancia de los temas con fecha de materialización en el periodo 2005-2009.**

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Índice Grado Importancia
4	Determinación de las relaciones existentes entre secuencias de aminoácidos, estructura tridimensional y funciones en diferentes proteínas (enzimas) de uso industrial.	92,00%	3,08
6	Determinación de las estructuras tridimensionales de enzimas termoestables provenientes de bacterias termorresistentes y diseño de nuevas enzimas termoestables aplicables a la industria agroalimentaria.	84,62%	3,18
5	Desarrollo de nuevos catalizadores basados en el conocimiento de las propiedades de las proteínas en función de su estructura tridimensional con mejores características que las enzimas actuales.	77,78%	3,22
10	Se conocerán con exactitud los diferentes parámetros físico-químicos que determinan la calidad de distintos productos alimenticios (quesos, vinos, etc.), lo que permitirá diseñar procesos y fermentos específicos a las necesidades de cada uno de ellos.	66,67%	3,82
30	Se detectarán los genes presentes en materias primas (animal y vegetal) que afectan a la calidad del producto elaborado, de modo que será posible la obtención de materias primas adaptadas a las necesidades de los distintos subsectores de la industria (extracción desustancias, técnicas de conservación, procesado, etc.).	63,27%	3,40
34	Desarrollo de mejoras en los productos lácteos y cárnicos a través de la manipulación genética de los microorganismos presentes en el rumen.	59,52%	3,00

#### *I.4.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas*

**Tema 4: Determinación de las relaciones existentes entre secuencias de aminoácidos, estructura tridimensional y funciones en diferentes proteínas (enzimas) de uso industrial.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

El Tema 4 tiene, por un lado, un elevado componente científico (la determinación a que se refiere implica el desarrollo de investigaciones de tipo básico), pero a su vez, implica que el beneficio que se obtendría de la elucidación de las relaciones entre estructura y actividad, sería plenamente práctico y aplicable, en este caso, a la industria agroalimentaria.

El nivel de conocimiento de la mayoría de encuestados para este tema fue bajo (un 60% de respuestas). Las respuestas dadas provienen, por tanto de un grupo de consultados con conocimientos suficientes como para percibir las ventajas que un desarrollo de este tipo tendría para la industria agroalimentaria.

El desarrollo de nuevas enzimas, modificando las existentes, para conseguir nuevas propiedades que beneficien procesos o productos de la industria agroalimentaria, puede venir por diversos caminos, entre los que están:

- Localización de nuevas fuentes, modificación arbitraria de enzimas existentes, etc.
- Diseño racional de nuevas enzimas.

Las indicadas en el primer punto, implican una generación masiva de nuevas enzimas, y una actividad de selección posterior para localizar aquellas que son de interés.

La señalada en el segundo punto, a la que hace referencia el tema, implica un conocimiento en primer lugar de la estructura de las enzimas, en segundo de la relación de ésta con su actividad, en tercero la capacidad de idear enzimas con nuevas propiedades a partir de los conocimientos anteriores, y en cuarto, la posibilidad de materializar estas nuevas "invenciones".

El tema por lo tanto, tiene importancia en cuanto a que es la base de una tecnología que puede ser de aplicación en el futuro y que, en caso de extenderse su utilización, abriría grandes posibilidades (comerciales, tecnológicas, etc.) para la industria agroalimentaria.

**Tema 6: Determinación de las estructuras tridimensionales de enzimas termoestables provenientes de bacterias termorresistentes y diseño de nuevas enzimas termoestables aplicables a la industria agroalimentaria.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
2	2	2	2		

La capacidad de España en este tema no destaca en ninguno de los aspectos consultados. Presenta un fuerte impacto sobre el Desarrollo Tecnológico e Industrial, así como una marcada limitación tecnológica (62 % de respuestas).

Las limitaciones de tipo económico también son muy marcadas para este tema (26%), pero curiosamente es muy baja la limitación social (6%), que suele ser alta para los temas como éste en los que se supone que la aplicación de las técnicas de manipulación genética son necesarias para lograrlos.

Se ha valorado más, por lo tanto, la repercusión que tendrá este avance tecnológico en la industria agroalimentaria para incrementar la competitividad económica de las empresas debido a que conseguirán una producción mucho más eficiente, con menores costes, frente a las posibles implicaciones sociales que pudiera tener este tema.

El origen de las aplicaciones biotecnológicas en la industria alimentaria fue de utilizar las enzimas como catalizadores en las reacciones químicas del procesado de los alimentos, pero los proce-

tos térmicos a que se someten los alimentos durante su elaboración, limitan la utilización de las enzimas en ciertas fases del proceso. Las innovaciones tecnológicas que se producirán a medio plazo harán posible que en los próximos 10 años se puedan realizar aplicaciones tan avanzadas como la descrita en este tema. El uso de proteínas termoestables y el futuro conocimiento de su estructura tridimensional de las procedentes de bacterias termoestables, harán posible el diseño molecular de nuevas enzimas du-

rante los próximos 10 años, aunque su aplicación y extensión industrial podría ser posterior.

Al igual que sucedía en el tema anterior, pese a tener un fuerte impacto industrial, el grado de importancia atribuido al tema no es muy elevado. Frente a temas con un fuerte componente científico, los expertos consultados consideran de mayor importancia temas con carácter más cercano a la comercialización final del producto (relacionados con el consumidor, legislación, seguridad, etc.).

**Tema 5: Desarrollo de nuevos catalizadores basados en el conocimiento de las propiedades de las proteínas en función de su estructura tridimensional con mejores características que las enzimas actuales.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
2	2	2	2		

Este tema presenta un elevado impacto sobre el Desarrollo Tecnológico e industrial, al igual que hemos observado en otros temas relacionados con tecnologías enzimáticas. La capacidad de España no resulta destacable y la limitación principal es de tipo tecnológico (65%). Las medidas para superar esta limitación son la cooperación entre empresas y centros de investigación y desarrollo en primer lugar (50%), y la cooperación con empresas exteriores en segundo término (25%).

El fuerte componente de investigación de estos temas y su alta repercusión industrial están justificados por el hecho de la importancia que tienen en el mercado. Dentro del mercado global de enzimas para usos industriales, las dedicadas al sector agroalimentario constituyen la gran mayoría, alrededor de un 50%.

Sus principales usos dentro de este sector se centran en procesado del almidón, seguidas de las aplicaciones en la industria láctea, producción de alcoholes y procesado de frutas y horta-

lizas. La utilización de enzimas en alimentación animal todavía es muy pequeña.

El desarrollo necesario para lograr un adecuado conocimiento de las enzimas que permita mejorar sus propiedades se logrará a medio plazo. A este desarrollo contribuirá probablemente la introducción de la ingeniería genética, que ha hecho cambiar los pasos que tradicionalmente guiaban la investigación enzimática, como ya hemos señalado en temas anteriores.

Este desarrollo tecnológico se producirá a partir de las investigaciones que permitan optimizar las propiedades de las enzimas y al mismo tiempo reducir costes en el desarrollo y producción, tanto de las enzimas en sí (empresas productoras) como de los procesos en los que se apliquen (empresas consumidoras), además de conseguir reducir el tiempo necesario para su introducción en el mercado.

En conjunto, los temas 4, 5 y 6, implican el desarrollo de conocimientos básicos que permitan

la generación de nuevas enzimas que mejoren las propiedades de los actuales a partir de la elucidación de la estructura tridimensional de su parte activa en un inicio y, en un futuro posterior, el diseño molecular y síntesis de elementos similares basados en ellos.

Actualmente se utilizan en la industria una gran cantidad de enzimas producidas por organismos

modificados genéticamente. Aunque estas enzimas son principalmente utilizadas en productos no alimentarios, como plásticos, etc. En el sector agroalimentario el uso de enzimas de este tipo se está introduciendo mucho más lentamente y con mucha mayor dificultad que en otros sectores industriales.

**Tema 10: Se conocerán con exactitud los diferentes parámetros físico-químicos que determinan la calidad de distintos productos alimenticios (quesos, vinos, etc.), lo que permitirá diseñar procesos y fermentos específicos a las necesidades de cada uno de ellos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

Este tema tiene, por un lado, un elevado componente de investigación básica, pero por otro, hace referencia expresa al producto final y su adecuación a las exigencias (en este caso de calidad) de los consumidores. Además de su impacto industrial, tiene un grado de importancia bastante elevado. Las limitaciones tecnológicas han sido las más relevantes (54%), pero las económicas han sido valoradas también como importantes (31%).

Desde el punto de vista de los expertos, el próximo paso en la elaboración de productos alimentarios será la aplicación de nuevas tecnologías para obtener alimentos con usos y finalidades específicas. En el desarrollo de estos nuevos productos, los avances realizados en el campo de las proteínas tendrán un papel fundamental. Mediante la ingeniería de las proteínas es posible lograr ya la variación de pequeñas partes de las cadenas de aminoácidos de las enzimas, que alteran sus propiedades de pH, dependencia de la temperatura, etc.

La unión del conocimiento de las relaciones entre estructura y función, junto con los parámetros de control del proceso de elaboración de un alimento, permitirá el diseño de productos de manera que sus características (sensoriales, microbiológicas, nutricionales, etc.) sean conocidas a priori.

La preocupación económica manifestada por los expertos es comprensible pues los procesos o fermentos hechos a la medida de las necesidades puede que sean posibles pero, por un lado, su desarrollo puede resultar excesivamente caro para la pequeña industria y, por tanto, pueden resultar sólo accesibles comercialmente a un mercado altamente competitivo.

Los temas que, como éste, relacionan los avances tecnológicos con aplicaciones directas y beneficiosas, no sólo para la industria, sino también para el consumidor (nuevos productos,, in-

cremento de la calidad de características sensoriales, etc.), tienen en general una valoración muy positiva por parte de los encuestados (gra-

do de importancia elevado y un impacto sobre determinada área, industrial o calidad de vida, significativo).

**Tema 30: Se detectarán los genes presentes en materias primas (animal y vegetal) que afectan a la calidad del producto elaborado, de modo que será posible la obtención de materias primas adaptadas a las necesidades de los distintos subsectores de la industria (extracción de sustancias, técnicas de conservación, procesado, etc.).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
2	2	2	2		

Aunque su impacto industrial es elevado, de nuevo estamos ante un tema con un grado de importancia no muy elevado (se sitúa por debajo de la media). La limitación principal es tecnológica (38%), pero también resultan importantes las sociales y económicas (un 23 y 22 % respectivamente).

Estamos ante un tema, importante para el desarrollo industrial, pero que presenta ya limitaciones de carácter social: En el contexto actual, el rechazo social que pueda despertar este tema parece claro, pues cualquier producto obtenido a partir de manipulación genética despierta multitud de opiniones contrarias en la sociedad actual, bien sea por desconocimiento, falta de formación, influencia negativa de los medios de comunicación, etc.

Como señalaremos más adelante, en los temas con fuerte impacto en la calidad de vida y entorno, la manipulación genética de organismos superiores, y la utilización de estos organismos de manera directa en la alimentación, presentan problemas que superan a los tecnológicos, e implican a la sociedad en general: consumidores, empresas, administración, etc.

Sin embargo, desde el punto de vista económico este avance sería valorado como muy positivo por la industria agroalimentaria debido al alto coste que supone la extracción de sustancias de alto valor añadido. También podría valorarse positivamente desde el punto de vista social si se consiguen mejorar realmente los productos agroalimentarios asegurando su higiene y el consumidor los acepta.

**Tema 34: Desarrollo de mejoras en los productos lácteos y cárnicos a través de la manipulación genética de los microorganismos presentes en el rumen.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Sociales	Cooperación industria-centros de investigación
2	2	2	2		

Aunque situado entre los diez primeros, el impacto sobre el desarrollo industrial de este tema es menos significativo que los anteriores. Además, su grado de importancia es muy bajo. Unido a esto, el tema presenta como limitaciones principales las de carácter social, al tratar de manipulación en animales superiores, y las normativas y legislativas en segundo lugar.

El tema en sí, no hace referencia a manipulación directa de animales, sino que de manera expresa indica la manipulación de los microorganismos presentes en el rumen. Por tanto, a nivel técnico, el tema sigue una línea similar a la mejora de las enzimas que hemos visto en los temas anteriores. Sin embargo, por parte de los consulta-

dos que representan empresas e investigadores, se perciben restricciones sociales a esta posible manipulación.

Las líneas que se están siguiendo en mejora animal, no pasan por la manipulación genética expresa, debido a la oposición que genera. Además de las consideraciones sociales, las elevadas inversiones en investigación que se necesitan influyen decisivamente en la extensión práctica (industrial) de este tipo de mejoras.

Se trata por lo tanto de un tema que, a pesar de la valoración industrial dada, tiene menos importancia para el sector agroalimentario que los temas analizados con anterioridad.

### I.4.3 Materialización 2010-2015

Los tres temas que se materializarán en este periodo (temas 9, 17 y 34) tienen un elevado impacto sobre el desarrollo industrial, igual o por

encima del 50%, pero tan sólo uno de ellos, el 17, está comprendido entre los diez de mayor impacto sobre el desarrollo tecnológico. Sus comentarios se presentan a continuación.

**Tabla 4.3.: Impacto sobre el Desarrollo Industrial (%) e Índice del grado de importancia de los temas con fecha de materialización en el periodo 2010-2015 .**

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Índice Grado Importancia
17	Desarrollo de nuevas membranas artificiales de propiedades similares a las membranas biológicas	64,52%	2,90

#### I.4.3.1. Análisis de este Tema

#### Tema 17: Desarrollo de nuevas membranas artificiales de propiedades similares a las membranas biológicas

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
2	2	1	2		

Aunque el impacto industrial de este tema resulta significativo, su grado de importancia es muy pequeño, de los más bajos del cuestionario. En cuanto a la Capacidad de España, destaca su escasa capacidad de producción. Presenta una marcada limitación tecnológica (57%), aunque la económica es también importante (34%).

Este tema presenta una fecha de materialización bastante lejana en comparación con la mayoría de los temas de la encuesta. La principal conclusión que se obtiene de las respuestas dadas es que, aunque se trata de un tema muy complejo desde el punto de vista técnico se puede considerar que los expertos se han mostrado optimistas en su futura realización. Existe todavía una necesidad de desarrollo para poder investigar sobre él e introducirlo en los procesos productivos industriales, pero no se ve como un tema irrealizable.

El interés del desarrollo descrito estaría centrado en copiar e imitar las sustancias o tejidos producidos por organismos vivos para poder explotar sus características. Sus aplicaciones van más allá de la industria agroalimentaria, por lo que probablemente su desarrollo inicial esté dirigido a la industria médica o farmacéutica, especialmente en medicina terapéutica.

Su interés dentro del sector agroalimentario, además de en industrias de bebidas (lácteos, alcoholes, etc.) podría dirigirse al sector medioambiental. El incremento de las tecnologías en este último, es considerado por los expertos como uno de los aspectos cruciales para lograr una competitividad adecuada. Sin embargo, la utilización de estas tecnologías en la industria, con los medios de que se dispone hoy en día, se consideran lejanas y distantes, lo que podría justificar el escaso interés que despierta en los expertos.

#### I.4.4. Materialización más allá del 2015

Tan sólo uno de los temas de todos los analizados en la encuesta se materializará en este periodo: el tema 16. Está dentro del grupo de temas que tratan los nuevos productos y las mate-

rias primas. Ha sido considerado como el más lejano en fecha de materialización y sin embargo tiene un Impacto sobre el Desarrollo Industrial de los más elevados (61,67%) (Tabla 4.4.).

**Tabla 4.4.: Impacto sobre el Desarrollo Industrial (%) e Índice del grado de importancia de los temas con grado de materialización más allá del 2015.**

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Índice Grado Importancia
16	La síntesis artificial de genes totalmente nuevos permite la producción a escala industrial de nuevas proteínas de origen no celular	61,67%	2,80

##### I.4.4.1. Análisis de este Tema

**Tema 16: La síntesis artificial de genes totalmente nuevos permite la producción a escala industrial de nuevas proteínas de origen no celular**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Sociales	Cooperación industria-centros de investigación
2	1	2	2		

Este tema ha sido el único en que se ha considerado muy baja la capacidad de España para la Innovación. Su grado de Importancia es igualmente muy bajo y sus limitaciones principales de tipo social (34%) y legislativas (30%).

La fecha de materialización es la más lejana de la obtenida para el conjunto de los temas estudiados, ya que en ninguno se ha considerado que no se va a realizar nunca.

El interés del tema desde el punto de vista técnico e industrial es elevado. El conocimiento a que hace referencia, permitiría realizar avances espectaculares en diversas áreas. Como sucede con otros temas de carácter básico, no es un tema ligado únicamente al sector

agroalimentario, sino que sus implicaciones principales agrupan otros sectores, y en especial aquellos relacionados con la salud (diagnosis, terapias, etc.).

Podemos decir, por tanto, que su realización se ve lejana y que, al igual que para otros temas que tratan sobre la manipulación genética, se necesitará una mayor aceptación social y una normativa más clara para su materialización.

Quizá, y al igual que en el tema anterior, la conclusión principal que se obtiene es la de que los consultados, por muchas dificultades que perciban ante un tema o por muy complejo que éste resulte, consideran que su materialización será posible.

### **I.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL ENTORNO.**

El impacto que los Temas de la encuesta tienen sobre la Calidad de Vida y el Entorno ha sido valorado como bastante alto, aunque, en general, ha estado por debajo del impacto indicado por los expertos sobre el Desarrollo Industrial. Los valores obtenidos están comprendidos entre un 68% para el tema 20 y un 8% para el tema 4. En los temas que aparecen como más relevantes en cuanto a la Calidad de Vida y el Entorno se podría destacar la gran importancia que tienen en ellos a partes iguales el componente técnico y los aspectos sociales (Tabla 2.2.1). Este dato resulta interesante a la hora de realizar un análisis, ya que es un indicador de que los aspectos técnicos no son ni mucho menos los únicos a tener en cuenta para pronosticar el futuro del desarrollo de la biotecnología en sus aplicaciones al sector agroalimentario.

Los motivos de inquietud relativos a los temas biotecnológicos, en la actualidad aparecen muy ligados directamente a la Calidad de Vida y Entorno y sin duda condicionarán el futuro de las aplicaciones de la Biotecnología. Estos temores se centran sobre todo en los organismos modificados genéticamente (OMGs), especialmente en cuanto a plantas y animales superiores. Otra parte de la oposición más activa a las innovaciones biotecnológicas se ha desarrollado en el marco de una sensibilidad ecológica, generalmente entre personas de alto nivel cultural, dentro de una preocupación por un adecuado crecimiento sostenible de la economía y la industria, que garantice la Calidad de Vida de los ciudadanos y la conservación de la Naturaleza. Así, podemos señalar como más importantes la desconfianza que aparece en parte de la sociedad a que el equilibrio ecológico se altere a causa de que las características hereditarias introducidas en las plantas modificadas pasen a especies silvestres; o la posibilidad de que las plagas frente a las que se pretende crear resistencia puedan transformarse en más resistentes; el miedo a que determinados genes de resistencia a antibióticos utilizados en el proceso de manipulación, puedan ser absorbidos por microorganismos del suelo o bacterias

patógenas, haciéndose resistentes a los correspondientes antibióticos es otro de los temores más extendidos.

Como factor clave para superar estas inquietudes y temores que presenta la sociedad a la aplicación de la Biotecnología dentro del sector Agroalimentario, destaca la seguridad del consumidor. Para lograr una aceptación real de estos nuevos productos, es necesario que por parte de las administraciones y también de las industrias, se proporcione al público toda la información que sea necesaria tanto sobre la seguridad de las técnicas utilizadas, como sobre la eficacia de las reglamentaciones aplicadas. Esta preocupación por la seguridad se refleja en la valoración recogida de los temas relacionados con la sanidad, como son el 11 o el 18, valorados con un impacto sobre calidad de vida y entorno dentro de los más elevados, y otros como el tema 22 y el 36, que aunque no se encuentran entre los 10 primeros, tienen impactos sobre calidad de vida y entorno superiores al 50%.

Se pueden enmarcar estas preocupaciones recogidas a través del Delphi, dentro de la sensibilización general que hay en toda Europa ante los problemas de seguridad de los alimentos, con especial repercusión social (por parte de los consumidores, pero también de las administraciones), desde la aparición de casos como el mal de las vacas locas, que además de preocupar por sus efectos directos sobre la salud, hace disminuir notablemente la credibilidad de la sociedad en las autoridades públicas responsables de salud y bienestar.

En los apartados siguientes se indican los 10 temas que se han valorado como los más relevantes para la Calidad de Vida y el Entorno, dentro del periodo de materialización en el que podrán llevarse a cabo, según la opinión de los expertos consultados. El Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno está comprendido para estos 10 temas entre el 67'65% para el tema 20 y el 55'13% para tema 18.

Se puede destacar en este grupo de 10 temas, que se ha señalado en todos ellos, excepto en el Tema 37, la cooperación entre industria-centros de investigación y tecnológicos como la medida recomendada para superar las limitaciones de la industria en estos campos. Se desprende por tanto, un gran interés por parte del sector agroalimentario, en la colaboración de las empresas con centros que desarrollan I+D, como instrumento para lograr el fomento de su desarrollo económico, comercial y de su competitividad.

Uno de los comentarios de los expertos consultados al respecto, destaca la necesidad de que exista una implicación simultánea de la industria, las Universidades y las Administraciones para fomentar el desarrollo de las empresas a través de las actividades de I+D. Así mismo responsabiliza a la Administración de la educación del consumidor, la información sobre riesgos supuestos y su dimensión real. La preocupación radica principalmente en que barreras sociales artificiales dificultan ya, en el momento presente, el progreso en este campo dentro de la propia Unión Europea.

Otros comentarios apuntan también a la gran importancia y necesidad real de que se den todas las medidas recomendadas para lograr un verdadero desarrollo. Se indica que, por ejemplo, la colaboración con el exterior es actualmente un requisito previo de cualquier línea innovadora industrial en este campo.

A la Administración se le exige también que valore la gran importancia que los temas tratados tienen para la mejora de los productos obtenidos en el sector agroalimentario, su gran incidencia sobre la Calidad de Vida y Entorno y el gran inconveniente que para las empresas representa el incremento en el coste de la producción. Los

empresarios y expertos apuntan que la Administración deberá ser consciente de todo esto y ser capaz de estimular económica y fiscalmente a la Industria y a los centros de Investigación, para que haya una incorporación real de la I+D a los procesos de producción y a los productos agroalimentarios futuros. Las ayudas y el apoyo a la I+D deberán, además de alcanzar la media europea, ser estables con el tiempo.

### **I.5.1. Materialización 1999-2004**

Dos son los temas que se encuentran entre los 10 que se han valorado como los de más impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno: el tema 11 y el 18, referidos a nuevos productos nutracéuticos y a métodos de control respectivamente (Tabla 5.1.). El aspecto social además del técnico, de ambos temas se presenta como un factor de gran importancia para la valoración que de ellos han realizado los expertos.

En estos temas aparecen reflejadas las expectativas y esperanzas que la sociedad actual tiene puestas en las aplicaciones de la Biotecnología dentro del sector Agroalimentario, tanto para prevención de enfermedades mediante el uso de alimentos especiales (tema 11) como en el desarrollo de métodos que garanticen la fiabilidad en la composición de los alimentos (tema 18). La preocupación por estos temas se puede enmarcar dentro de la inquietud social que existe a corto plazo en torno a la seguridad alimentaria en general, que exigirá cualidades terapéuticas y fiabilidad en su composición a los nuevos productos desarrollados por la industria alimentaria. Del análisis de las opiniones de los expertos se desprende que estas cuestiones se mostrarán como fundamentales para la aceptación de estos productos.

**Tabla 5.1.: Impacto sobre Calidad de Vida y Entorno (%) e Índice del grado de importancia de los temas con fecha de materialización en el periodo 1999-2004 (ordenados según el Grado de Importancia).**

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Calidad de vida y entorno	Índice Grado Importancia
11	Uso generalizado de alimentos funcionales que ayudan a la prevención de enfermedades según los diferentes grupos de consumidores (Vg: leche hipoalergénica destinada a lactantes alérgicos a la leche, productos dirigidos a diabéticos, etc.).	63,64%	3,95
18	Será habitual el desarrollo y aplicación de métodos (PCR, métodos inmunológicos, etc.) para diferenciación de productos según su origen, evitando fraudes en la composición de los alimentos.	55,13%	3,84

#### 1.5.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 11: Uso generalizado de alimentos funcionales que ayudan a la prevención de enfermedades según los diferentes grupos de consumidores (Vg: leche hipoalergénica destinada a lactantes alérgicos a la leche, productos dirigidos a diabéticos, etc.).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
3	3	2	3		

El tema 11 es el tercero en cuanto a impacto sobre Calidad de Vida y el Entorno, pero sobre todo, cabe destacar que es el que se sitúa en primer lugar en cuanto a Grado de Importancia. Es destacable asimismo, que la capacidad de España se ha valorado como favorable en cuanto a desarrollo científico–tecnológico, innovación y comercialización. Tan sólo la producción ha sido valorada a un nivel medio.

Las limitaciones indicadas son sobre todo de tipo tecnológico (39%), seguidas por las legislativas/

normativas (23%). El impacto sobre el Empleo de este tema se considera muy bajo (tan sólo el 3%).

Estos resultados, junto con el componente social del tema, que afecta directamente a la relación del alimento con el consumidor final, muestran que estamos ante uno de los temas más relevantes de los expuestos en el Delphi.

Se presenta por tanto, como un tema de gran interés tanto industrial como social, que tendrá

gran importancia en el futuro, pero cuyo desarrollo ya se está llevando a cabo por la industria agroalimentaria, dado el corto plazo de materialización que se señala. Los expertos consultados han considerado que para desarrollarlo, las empresas españolas en particular se encuentran bien capacitadas, aunque deberán acudir a la cooperación con centros de investigación para solventar sus principales limitaciones, de índole técnico.

En este sentido se pueden señalar también algunas de las observaciones realizadas en el cuestionario por algunos expertos, en el sentido de que les parece sumamente interesante y rentable la colaboración de los centros que desarrollan I+D con las empresas, por considerar que mediante esta cooperación se les apoya económica y comercialmente, así como se fomenta su competitividad. Esto les permitirá desarrollar en el futuro temas en los que España está muy bien situada, como éste y que son de gran importancia para que nuestras empresas mantengan sus niveles de competitividad en el mercado internacional.

tionario por algunos expertos, en el sentido de que les parece sumamente interesante y rentable la colaboración de los centros que desarrollan I+D con las empresas, por considerar que mediante esta cooperación se les apoya económica y comercialmente, así como se fomenta su competitividad. Esto les permitirá desarrollar en el futuro temas en los que España está muy bien situada, como éste y que son de gran importancia para que nuestras empresas mantengan sus niveles de competitividad en el mercado internacional.

**Tema 18: Será habitual el desarrollo y aplicación de métodos (PCR, métodos inmunológicos, etc.) para diferenciación de productos según surigen, evitando fraudes en la composición de los alimentos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

Este tema, de elevado componente social e innovador, presenta como resultados más destacables una buena capacidad científica y tecnológica de España para afrontarlo, limitaciones principalmente de tipo económico y uno de los grados de importancia más altos de los obtenidos para todos los temas.

Entre las limitaciones económicas que más preocupan está la posible marginación de las PYMEs asociado con el proceso de concentración en la industria agroalimentaria. Una elevación del precio de los productos obtenidos mediante la aplicación de la Biotecnología sería claramente rechazado en nuestro país.

Según ciertos comentarios realizados por los expertos, como éste de tipo económico, y el periodo de materialización a breve plazo obtenido, se señala como segura la aceptación por parte de los consumidores de estos avances de la biotecnología a los productos agroalimentarios. De todo esto se desprende también la importancia que tendrán otros temas relacionados con él, como puede ser el etiquetado de productos

obtenidos mediante aplicaciones de la biotecnología.

### 1.5.2. Materialización 2005-2009

La mayoría de los temas clasificados como más relevantes según el impacto sobre la Calidad de Vida y el Empleo, se materializarán dentro de este periodo.

Al igual que ocurría en el periodo de materialización anterior, en este periodo los temas con mayor impacto sobre calidad de vida y entorno están relacionados con seguridad alimentaria.

Tal y como se ha comentado anteriormente, esto confirma que la seguridad alimentaria deberá ser uno de los factores principalmente considerados por la biotecnología en el futuro y por lo tanto las empresas y la administración deberán prestarle una atención especial y tenerlo en cuenta a la hora de realizar inversiones o destinar recursos.

**Tabla 5.2.: Impacto sobre Calidad de Vida y Entorno (%) e Índice del grado de importancia de los temas con fecha de materialización en el periodo 2005-2009 (ordenados según el Grado de Importancia).**

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Calidad de Vida y Entorno	Índice Grado Importancia
20	Se desarrollarán técnicas que permitan controlar la presencia de virus en alimentos frescos mediante la utilización de métodos biotecnológicos.	67,65%	3,58
12	Determinación de las relaciones entre los metabolitos de los alimentos y la predisposición genética a ciertas enfermedades permite el diseño de nuevos productos adaptados a consumidores específicos.	64,52%	3,58
21	Desarrollo de test rápidos de análisis que estarán incluidos en el producto final (Vg: envases inteligentes) a disposición de los consumidores, para la determinación de la calidad y sanidad microbiológica de los alimentos.	61,97%	3,30
39	Uso generalizado de materiales de envasado que pueden ser descompuestos en sustancias inertes por medio de microorganismos, enzimas, etc. modificados genéticamente.	58,82%	3,76
38	Se esclarecerán los mecanismos biológicos de la percepción sensorial en el consumidor (sentidos, estrés, etc), y se utilizará este conocimiento en el desarrollo de nuevos productos.	58,33%	2,91
31	La mejora genética permite desarrollar productos con mayor valor nutricional y organoléptico, incrementándose su consumo ante los beneficios que aporta a la salud (nutrientes, poder antioxidante, etc.)	58,18%	3,73
37	Comprensión por parte del consumidor de las diferentes aplicaciones de la Biotecnología (modificaciones genéticas, alimentos transgénicos, aplicación de nuevas enzimas en procesos industriales, etc) que permiten una extensión en el consumo de los nuevos tipos de alimentos.	57,14%	3,62
23	Los Microorganismos modificados genéticamente encontrarán su mayor campo de aplicación en la descontaminación de vertidos urbanos e industriales al ser capaces de metabolizar sustancias contaminantes (disolventes orgánicos, insecticidas, etc.).	56,25%	3,75

### I.5.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 20: Se desarrollarán técnicas que permitan controlar la presencia de virus en alimentos frescos mediante la utilización de métodos biotecnológicos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

Este tema ha sido el que se ha valorado como de mayor impacto para la Calidad de Vida y el Entorno, con un 68%. Asimismo, la capacidad científico-tecnológica de España es buena y su limitación principal es de índole tecnológica (50%), pero también destacan las limitaciones económicas (40%).

El desarrollo de temas como éste, en los que la

aplicación de la biotecnología a los productos alimentarios tiene un directo beneficio para la salud, puede mejorar la imagen que de estas tecnologías tiene el consumidor, tema que preocupa mucho a los científicos y expertos. Estos se muestran optimistas respecto a estas cuestiones y esperan su pronta introducción en el mercado a medio plazo.

**Tema 12: Determinación de las relaciones entre los metabolitos de los alimentos y la predisposición genética a ciertas enfermedades permite el diseño de nuevos productos adaptados a consumidores específicos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

La capacidad de España para el desarrollo de este tema se considera bueno respecto al factor científico-tecnológico, aunque las limitaciones principales son igualmente las tecnológicas por lo que se considera necesario un incremento de la cooperación industria-centros de investigación para incrementar aún más esta capacidad.

La calidad y la seguridad de los nuevos productos agroalimentarios despierta gran interés en nuestra sociedad y le demanda continuamente nuevas respuestas a las modernas tecnologías. En los últimos años, las alergias y las intolerancias alimentarias forman parte de la preocupación de los consumidores y autoridades sanitarias. Existe una fuerte convicción y expectativas de que la ingeniería genética, dentro de la biotecnología, realizará una gran contribución para la prevención de alergias.

Otras áreas de salud, como los alimentos dirigidos a grupos de consumidores con problemas muy específicos (celíacos, diabéticos, etc.), son objetivo de la materialización de este tema. Los expertos consideran que, la introducción de alimentos con estas características, que suponen un beneficio inmediato para la salud de determinados grupos sociales, contribuirá a la aceptación generalizada de estos alimentos por el resto de consumidores. En general, todo aquello (en este caso las innovaciones en biotecnología) que contribuya a mejorar o asegurar la salud del consumidor final tendrá una mayor aceptación y una más fácil comercialización, como de hecho ya viene sucediendo con productos farmacéuticos generados utilizando aplicaciones biotecnológicas.

**Tema 21: Desarrollo de test rápidos de análisis que estarán incluidos en el producto final (Vg: envases inteligentes) a disposición de los consumidores, para la determinación de la calidad y sanidad microbiológica de los alimentos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas/Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
2	2	2	2		

Este tema presenta uno de los impactos sobre la Calidad de Vida y el Entorno más elevado (62%).

Como medida más recomendada, en primer lugar se ha señalado la cooperación entre industrias y centros de investigación (44%) y, en segundo lugar, estímulos económico-fiscales por parte de la administración (25%). Por tanto, aunque para el desarrollo de estos test rápidos de análisis se han considerado fundamentales las limitaciones económicas, su impacto en este sentido es menor que el impacto técnico del tema, que se propone como medida fundamental.

También hay que destacar que ya existen en el mercado envases que permiten conocer la salubridad del producto, fundamentalmente atendien-

do a la composición de la atmósfera en el interior del envase, mediante sistemas que informan al consumidor de la alteración de esta composición si se produce.

En este caso, la aplicación de la biotecnología permitiría ir más allá, incluyendo con el producto test rápidos que el consumidor puede realizar para comprobar la salubridad del producto y que, en estos momentos, no están disponibles por su elevado coste, complejidad, etc.

Los expertos se muestran esperanzados en que temas como éste, dirigidos de manera clara a la protección del consumidor, sin entrar en modificaciones en la composición del alimento, favorezcan la aceptación de las aplicaciones biotecnológicas por parte del consumidor.

**Tema 39: Uso generalizado de materiales de envasado que pueden ser descompuestos en sustancias inertes por medio de microorganismos, enzimas, etc. modificados genéticamente.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización		Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

La importancia que los encuestados han dado a este tema queda patente, por un lado, por el impacto señalado en la calidad de vida, y por otro, por el grado de importancia del tema, que lo sitúa en séptimo lugar.

Presenta como limitación principal la tecnológica y una capacidad de España científica y tecnológica bastante elevada.

La importancia que este tema tiene para el medio ambiente (calidad de vida) está implícita en el enunciado del tema, donde hace referencia

expresa a la disminución de residuos procedentes de la industria agroalimentaria. En este caso, el impacto sobre la calidad de vida señalado, sería de tipo positivo. Esto es, la materialización de este tema no levanta “sospechas” entre los consumidores sino que se aprecia como beneficioso para la sociedad. No se percibe como preocupante la utilización de OGMs puesto que su aplicación estaría situada con posterioridad al empleo del alimento por parte del consumidor. De nuevo estaríamos ante un tema que favorecería la aceptación de las aplicaciones biotecnológicas por parte del consumidor.

**Tema 38:** Se esclarecerán los mecanismos biológicos de la percepción sensorial en el consumidor (sentidos, estrés, etc), y se utilizará este conocimiento en el desarrollo de nuevos productos.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
2	2	2	2		

El esclarecimiento de estos mecanismos biológicos se considera un tema en el que sus componentes principales son la investigación básica y la innovación.

Será llevado a cabo durante los próximos 10 años y la limitación principal para ello ha sido la tecnológica (34%), seguida muy de cerca por la limitación social (33%).

Las capacidades científico-tecnológicas, de innovación, producción y comercialización de nuestro país con respecto a terceros estarían en un nivel medio-bajo.

Uno de los factores que influirán en su desarrollo será sin duda el arraigo de los consumidores a las comidas y sabores tradicionales, especialmente notables en los países mediterráneos como el nuestro. Este arraigo está considerado como un posible impedimento o dificultad en el

desarrollo de un mercado para los nuevos productos obtenidos mediante la aplicación de la Biotecnología, que se hará todavía más patente en el caso de alimentos o materias primas con implicaciones culturales.

En algunos países europeos esta fuerte implantación de costumbres con respecto a los sabores de los alimentos no se relaciona sin embargo, con las actitudes sociales frente a la Biotecnología en los productos agroalimentarios, que son generalmente negativas debido a motivos como seguridad alimentaria y objeciones de carácter ético.

Nosotros, siendo un país mediterráneo podríamos plantear que las cuestiones de seguridad no son las únicas relevantes en la aceptación social de la biotecnología, teniendo los factores culturales una gran importancia e influencia en las actitudes del consumidor y su comportamiento.

**Tema 31:** La mejora genética permite desarrollar productos con mayor valor nutricional y organoléptico, incrementándose su consumo ante los beneficios que aporta a la salud (nutrientes, poder antioxidante, etc.).

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Sociales	Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

En este tema, con elevado grado de importancia y una limitación mayoritariamente de tipo social, se refleja el rechazo general existente hacia cualquier tipo de productos obtenidos mediante manipulación genética, a pesar de que en este caso se aplicaría con fines beneficiosos para la salud. A escala europea, no existe una opinión generalizada en cuanto a la aceptación de las aplicaciones de ingeniería genética a los productos agroalimentarios (incluso a los animales) con fines terapéuticos o beneficiosos, siendo las opiniones diferentes para los diferentes países. Cuando existe un componente sanitario en los productos, en algunos países la aceptación es mayor que cuando la biotecnología se aplica con otros fines.

La opinión expresada por los expertos es clara en este sentido: Se considera que esta actividad de producción de alimentos mejorados viene haciéndose desde el Neolítico, con el comienzo de la práctica de la actividad agrícola por el hombre, con las plantas cultivadas y el ganado. La única diferencia es que antes se hacía inconscientemente y ahora se puede hacer de forma precisa y dirigida, y además, consideran que será de este modo como se continuará haciendo en el futuro.

En general, los temas relacionados con “modificación genética” tienen un rechazo social, sobre todo en otros países de la UE y se plasma en una petición por parte de los consumidores de no utilización de materias primas “modificadas genéticamente”.

Hay una falta de claridad y de información científica sobre este tema. Los medios de comunicación tienden a dar una visión alarmista de estos aspectos que muchas veces no ayuda a los científicos a dar a conocer la realidad del problema. En general, hay una sensación de que se desconocen las consecuencias del uso de este tipo de alimentos “modificados genéticamente”.

A través de los cuestionarios, también se ha recogido la opinión de que existe una tendencia a suponer que la producción de este tipo de productos modificados genéticamente, lo que incrementaría principalmente es la producción de excedentes alimentarios en la Unión Europea y la hambruna en el tercer mundo y depreciaría la calidad de los alimentos frente a los obtenidos por métodos tradicionales.

Por todos estos motivos, los expertos consideran que la modificación genética de los alimentos, de modo directo tal y como se refleja en el tema, contará con la tenaz oposición de las legislaciones y poblaciones de muchos países desarrollados, a pesar de que debido a las ventajas que pueden aportar al sector agroalimentario, acabarán imponiéndose a largo plazo.

A pesar de las opiniones contrarias, se considera que todos estos temas que despiertan opiniones desfavorables serán realizados a medio plazo, durante los diez años próximos.

**Tema 37: Comprensión por parte del consumidor de las diferentes aplicaciones de la Biotecnología (modificaciones genéticas, alimentos transgénicos, aplicación de nuevas enzimas en procesos industriales, etc) que permiten una extensión en el consumo de los nuevos tipos de alimentos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Sociales	Otros apoyos de la Administración
2	2	2	2		

La limitación principal de este tema se ha considerado que es el componente social, debido a la clara y directa implicación que tiene el consumidor en él. Con un grado de importancia por encima de la media, es uno de los principales temas de los que dependerá el desarrollo de la biotecnología a medio plazo y los expertos recomiendan como medida diversos apoyos por parte de la administración.

En este tema así como en otros de los analizados en los que el factor social es el predominante, se considera que las oportunidades existentes están directamente influenciadas por la aceptación social que tengan las innovaciones descritas y esta aceptación dependerá de la percepción del posible riesgo o beneficio para la salud

y el medio ambiente por parte de los consumidores.

En este sentido el apoyo de la administración debería estar dirigido a facilitar información, de manera clara y suficiente, mediante acciones específicas dirigidas a sectores y grupos sociales muy concretos, de forma que la aceptación pública de muchos productos con mala imagen injustificada pudieran ser aceptados.

La implicación de la ingeniería genética en la industria agroalimentaria no parece entusiasmar a los consumidores y tanto los investigadores como los empresarios consultados opinan que la principal causa es la desinformación general existente al respecto.

**Tema 23: Los Microorganismos modificados genéticamente encontrarán su mayor campo de aplicación en la descontaminación de vertidos urbanos e industriales al ser capaces de metabolizar sustancias contaminantes (disolventes orgánicos, insecticidas, etc.).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

En este tema, para el que España presenta una buena capacidad científico-tecnológica, se refleja la importancia de los temas relacionados con la ecología y la protección del medio ambiente presentes en la sociedad actual. Presenta un grado de importancia elevado y su principal limitación es de tipo tecnológico. Al igual que en otros temas con limitaciones tecnológicas, la principal medida recomendada es la cooperación entre empresas y centros de investigación.

De su valoración por parte de los expertos se desprende la futura aplicación a medio plazo de la biotecnología en el tratamiento de residuos,

uno de los principales problemas de contaminación en la sociedad actual que atañe directamente a las empresas y a la administración y por las que el consumidor, esta vez en el entorno social y no el individual, presenta gran preocupación. La posibilidad de encontrar soluciones a estos graves problemas de la sociedad actual por parte de la biotecnología fomentaría, sin duda, una mejor aceptación de las aplicaciones de la biotecnología en otros campos relacionados.

Como ya hemos señalado anteriormente, existe una actitud muy positiva frente a las aplicaciones directas de la biotecnología que producen

beneficios directos sobre el medioambiente, y que no implican una relación o contacto directo entre el consumidor y el producto biotecnológico (generalmente, un organismo modificado genéticamente).

#### **I.5.3. Materialización 2010-2015**

Los tres temas que se materializarán en este periodo tienen un impacto sobre la calidad de vida y el entorno comprendido entre el 50% y el

35,48%, y ninguno de ellos pertenece a los más importantes en este sentido.

#### **I.5.4. Materialización más allá del 2015**

Del mismo modo que en el periodo anterior, el tema 16, para el que se ha señalado una fecha de materialización más allá del 2015, tiene un impacto sobre la calidad de vida que es menor del 40 %, y por lo tanto no relevante en relación con el resto de temas.

## I.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

Se han seleccionado cuatro temas entre los valorados como más relevantes según su grado de importancia e impacto sobre el Empleo: los temas 26, 27 y 29 (materializados en el periodo 1999-2004) y el tema 28 (materializado en el periodo 2005-2009). Estos han sido los únicos con impactos superiores al 20%.

Podemos decir que el impacto sobre el empleo de los temas estudiados en este cuestionario, es muy bajo en la mayoría de los casos. Frente al *Desarrollo industrial y la Calidad de vida y entorno* tiene mucha menos importancia, al menos de modo directo. Incluso en algunos temas el impacto sobre el empleo se considera nulo (temas 4, 9 y 17).

En la sociedad industrial, el efecto producido sobre el empleo es siempre inducido y frecuentemente muy relativo, ya que algunas tecnologías no generan empleo adicional, excepto en los países líderes, en tanto que se puede producir un efecto de sustitución de trabajo por capital, y por tanto, de modo directo, no son generadoras de empleo.

Sin embargo, en el momento actual se considera que el uso intensivo del conocimiento humano tiene una importancia decisiva en las diversas actividades productivas y en la evolución de las variables económicas básicas, como el nivel de empleo. En Europa, el desarrollo del sector biotecnológico está permitiendo la creación de

empresas, con unas expectativas de crecimiento laboral importantes: se estima que, para el año 2005, el mercado de los servicios y productos pueda dar empleo a tres millones de personas. Los expertos participantes en el cuestionario indican que la innovación biotecnológica tendrá un fuerte impacto sobre el desarrollo industrial, sin que estas innovaciones sean decisivas en el mercado laboral (tanto por la creación de puestos de trabajo, como por su reducción).

De los cuatro temas seleccionados en este apartado, en tres de ellos se señalan los aspectos legislativos como limitación principal, indicando la elevada influencia que las regulaciones administrativas tendrán en el futuro desarrollo tecnológico y creación de empleo.

### I.6.1. Materialización 1999-2004

En este periodo de materialización 3 son los temas con mayor relevancia en cuanto a su impacto sobre el empleo y dos de ellos están relacionados con legislación alimentaria (temas 26 y 27) (Tabla 6.1.). Se considera que con el desarrollo legislativo adecuado, se protegerá e incentivará a las empresas, permitiéndoles un auge económico que tendrá un impacto positivo sobre el empleo.

Aunque algunos temas tengan valores muy bajos, en este periodo no hay ninguno valorado con un impacto nulo sobre el empleo.

**Tabla 6.1.: Impacto sobre el empleo (%) e Índice del grado de importancia de los temas con fecha de materialización en el periodo 1999-2004 (ordenados según el Grado de Importancia).**

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Índice Grado Importancia
26	La legislación referente a los productos biotecnológicos será suficientemente clara y estable en el tiempo como para permitir a las empresas invertir de manera segura en este tipo de productos.	24,66%	3,88
27	Se alcanza un consenso en cuanto a los requerimientos legales de los diferentes países europeos lo que posibilita la extensión de la Biotecnología en productos alimentarios y evita la introducción de productos provenientes de países con regulaciones menos rigurosas (USA, Japón).	22,86%	3,76
29	Será común la utilización de variedades vegetales modificadas genéticamente que permitan desarrollar los cultivos bajo diferentes condiciones especiales (salinidad, sequía, resistencia a plagas).	20,34%	3,86

### I.6.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 26:** La legislación referente a los productos biotecnológicos será suficientemente clara y estable en el tiempo como para permitir a las empresas invertir de manera segura en este tipo de productos.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativas	Otros apoyos de la Administración
2	2	2	2		

A este tema se le ha valorado con un elevado grado de importancia (ocupa el segundo lugar junto con el tema 22, que hace referencia a la seguridad alimentaria), y su limitación principal es de carácter legislativo.

El elevado grado de Importancia que se le atribuye es un reflejo de la necesidad observada en toda Europa de incrementar las regulaciones y

estándares que permitan a los productos desarrollados con el apoyo de la biotecnología moderna, alcanzar la misma categoría de normalidad que los alimentos convencionales y bebidas.

A pesar de esto, existe el temor de que la actual falta de información y el rechazo social generalizado, no creen un marco muy apropiado para

aumentar las regulaciones, especialmente en lo que se refiere a etiquetado y participación pública en las decisiones tomadas, que podrían crear desventajas comerciales a estos productos.

La medida recomendada es, por tanto, el apoyo de la administración, en este caso en forma de regulaciones y acciones de información a la sociedad.

En términos generales, los factores que más influyen las regulaciones pueden ser interpretados como aquellos relacionados con la opinión pública. En este sentido, la participación pública representa un elemento central en la distinción e implementación de regulaciones, en el éxito de éstas, así como en la aceptación social y ética de los alimentos obtenidos mediante la aplicación de la biotecnología.

**Tema 27: Se alcanza un consenso en cuanto a los requerimientos legales de los diferentes países europeos lo que posibilita la extensión de la Biotecnología en productos alimentarios y evita la introducción de productos provenientes de países con regulaciones menos rigurosas (USA, Japón).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativas	Otros apoyos de la Administración
3	2	2	2		

El consenso al que se refiere este tema, con un grado de Importancia que lo sitúa en octavo lugar, será alcanzado en breve y los expertos han considerado que España tiene una buena Capacidad científico-tecnológica, es decir, que los agentes de investigación (públicos y privados), están preparados tanto para cooperar en lograr alcanzar ese consenso dentro de la Unión Europea, y además, asumir las regulaciones que se impongan, como propias.

Los expertos, también señalaron que no se trata únicamente de un consenso legislativo, sino que se trata de alcanzar la capacidad de mostrar una opinión común por parte de las administraciones

y agentes involucrados en la I+D+I (investigación y empresas), frente a la sociedad.

La principal limitación es, por supuesto, de índole legislativa. En este tema el mayor impacto se produce sobre el Desarrollo Industrial (44%), aunque el impacto sobre Calidad de Vida y Entorno (33%) y sobre el Empleo (23%), también son importantes.

Los expertos consultados se muestran muy optimistas respecto al alcance del consenso europeo, lo que tendría efectos positivos en el desarrollo económico y el aumento de la competitividad.

**Tema 29: Será común la utilización de variedades vegetales modificadas genéticamente que permitan desarrollar los cultivos bajo diferentes condiciones especiales (salinidad, sequía, resistencia a plagas).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Sociales	Cooperación industria-centros de investigación
3	2	2	2		

La utilización de variedades vegetales modificadas genéticamente es uno de los temas en los que la investigación básica tiene una mayor importancia, indicándose sin embargo por los expertos como principal limitación el aspecto social. Esto es debido al rechazo que sufren este tipo de cultivos en la sociedad actual, que despierta la lógica preocupación entre los expertos, pues la aceptación social de estas modificaciones, básicas para la utilización posterior de las materias primas por parte del sector industrial agroalimentario, se consideran cruciales para su futuro desarrollo económico.

En este tema se da muy poca importancia tanto a las limitaciones medioambientales como a las económicas.

Las opiniones del público frente a los temas relacionados con la biotecnología y la ingeniería genética varían considerablemente según el tema sobre el que se apliquen. Así, las modificaciones que afectan a animales son las que están peor consideradas, seguidas de las modificaciones genéticas de plantas superiores, a los que se refiere este tema en concreto. Las modificaciones realizadas sobre microorganismos serían las que podrían tener mayor aceptación. En estas valoraciones juegan un papel importante consideraciones éticas (que, en el caso de los animales, hacen referencia a su mayor proximidad con el ser humano), pero hay un fuerte componente relativo a información. Así, en el caso de microorganismos, se acepta, o más bien se ignora, la producción de medicamentos a partir de microorganismos modificados genéticamente, por el efecto beneficioso que el producto resul-

tante tiene sobre nuestra salud, mientras que se levantan suspicacias en el caso de productos alimentarios.

Sobre los vegetales, a los que se refiere este tema en concreto, cuando se consideran modificaciones genéticas que arrojan un beneficio para países en desarrollo (plantas resistentes a condiciones de stress hídrico), mientras que por un lado hay una mayor aceptación social, por otro se critican por ser utilizados estos países como centros de experimentación.

Existe actualmente un debate público muy intenso en los países europeos, del que deberían surgir medidas que clarificaran ante la sociedad los beneficios, posibles riesgos y medidas de seguridad necesarios, de manera que se evitara o minimizara esa limitación social al desarrollo de este tema.

### 1.6.2. Materialización 2005-2009

Entre los temas que se materializarán en este periodo, tan sólo uno de ellos tiene un impacto sobre el empleo superior al 20% (Tabla 6.2.): el tema 28.

Este tema está relacionado con los aspectos legales, al igual que los temas 25, 26 y 27 que se materializarían en el periodo anterior. Tres de los cuatro temas que tratan este tipo de aspectos se han valorado por lo tanto con un impacto elevado sobre el empleo (los temas 26, 27 y 28). Según esto, los aspectos legales y las regulaciones en materia de Biotecnología se conside-

ran dentro de los elementos fundamentales para el crecimiento económico y por lo tanto para la generación de empleo.

Ante el crecimiento de un mercado que aplica las técnicas microbiológicas, las Administracio-

nes públicas deberán adaptarse y tienen ante sí el reto de crear las condiciones para que el desarrollo regulado (y por tanto seguro) de la Biotecnología sea un instrumento capaz de mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos, así como sus posibilidades económicas.

**Tabla 6.2.: Impacto sobre el empleo (%) e Índice del grado de importancia de los temas con fecha de materialización en el periodo 2005-2009 .**

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Índice Grado Importancia
28	Se crearán titulaciones específicas referentes a expertos en áreas concretas de biotecnología, como consecuencia de la importancia de esta área en los sectores industriales	57,35%	3,16

### 1.6.2.1. Análisis de este Tema

**Tema 28: Se crearán titulaciones específicas referentes a expertos en áreas concretas de biotecnología, como consecuencia de la importancia de esta área en los sectores industriales**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativas	Otros apoyos de la Administración
3	3	2	2		

Este tema, como es obvio, es el que tiene un mayor impacto sobre el empleo, con un valor de 57,35%, con gran diferencia frente al resto de temas estudiados. Está referido a la especialización de los expertos en Biotecnología. Los participantes en este cuestionario consideran, por tanto, fundamental esta especialización para la creación de empleo en los sectores industriales de los que la Biotecnología forma parte.

El tema en sí, tiene una doble lectura:

- Por un lado, la necesidad de cubrir puestos de trabajo especializados en la industria implica que técnicos debidamente formados tendrían mayores posibilidades de incorporarse al mercado laboral.
- Por otro lado, la mayor especialización de los técnicos, mejoraría la competitividad de las empresas y por tanto aumentarían las posibilidades de crear empleo.

Por último, la formación de los investigadores en este sector, podría facilitar la creación de nuevas empresas, con una alta especialización en determinados temas biotecnológicos, fomentando así el crecimiento del sector agroalimentario y la creación de puestos de trabajo.

#### **I.6.3. Materialización 2010-2015**

Los temas tratados en este apartado tienen un impacto muy bajo sobre el empleo, teniendo dos de ellos valores nulos (temas 9 y 17).

#### **I.6.4. Materialización más allá del 2015**

En este periodo sólo está incluido un tema, el nº 16, y tiene un impacto sobre el empleo muy bajo en comparación con el resto de temas analizados, coincidiendo con un índice del grado de importancia también bajo.

## I.7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE

Recordemos que para cada uno de los temas, los expertos debían otorgar una valoración entre 1 y 4 en cada una de las capacidades sometidas a su opinión (capacidad científica y tecnológica, capacidad de innovación, capacidad de producción y capacidad de comercialización). Entre los cuatro valores discretos ofrecidos como formato de respuesta, las puntuaciones 1 y 2 corresponderían a una capacidad menos favorable, las puntuaciones 3 y 4 corresponderían a una capacidad favorable de las empresas españolas en relación a las europeas.

De esta manera, a cada tema le corresponden cuatro modas (aquellas puntuaciones registradas con la mayor frecuencia entre los expertos consultados), una para cada capacidad juzgada.

Pues bien, para la selección de los temas del cuestionario en los que la posición de las empresas españolas es más favorable, se ha optado por recurrir al Índice de Posición (IP) resultante de la suma de las cuatro modas obtenidas para las cuatro capacidades propuestas al juicio de los expertos. De esta manera respetamos los valores discretos que aparecen en el formato de respuesta del cuestionario.

Así, se obtienen unos valores, para el IP, que pueden variar en el intervalo [4-16], que correspondería al mínimo posible (cuatro valores de 1 en las cuatro modas) y al máximo posible (cuatro valores de 4 en las cuatro modas).

Para la interpretación de los resultados se han establecido los siguientes sub-intervalos de variación para este índice:

IP  $\in$  [4-6]: Posición muy desfavorable.

IP  $\in$  [7-9]: Posición desfavorable.

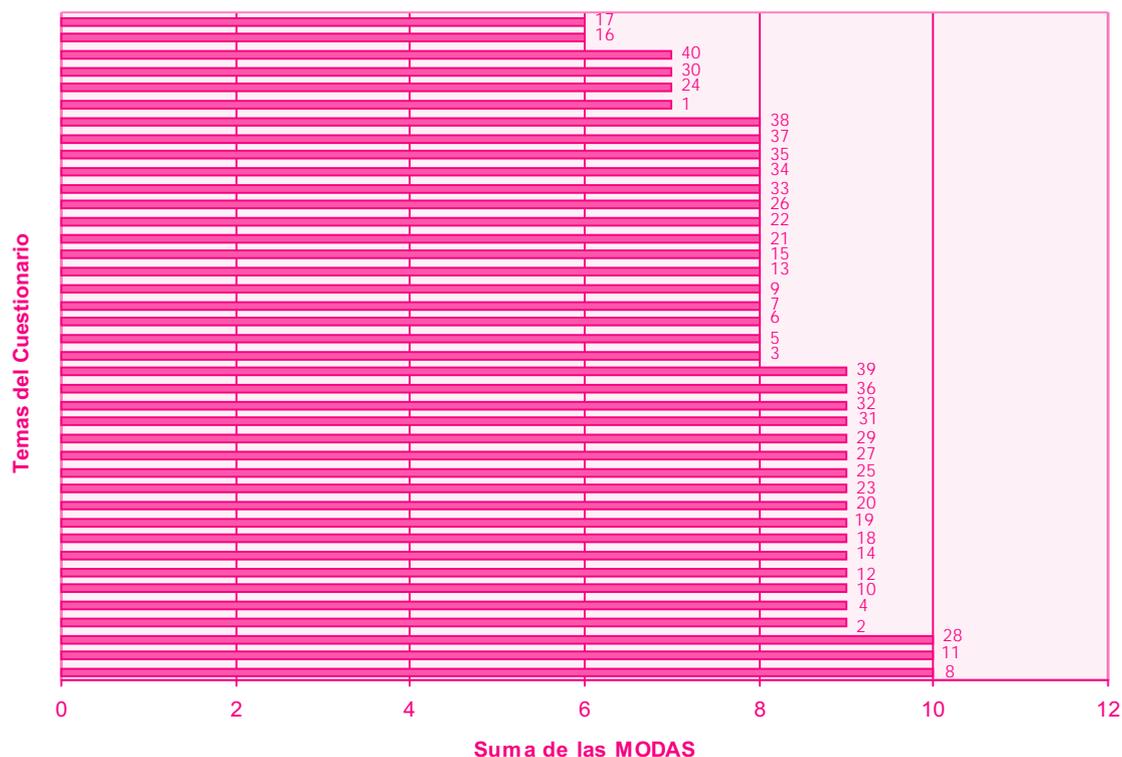
IP = 10: Posición media.

IP  $\in$  [11-13]: Posición favorable.

IP  $\in$  [14-16]: Posición muy favorable.

Los resultados obtenidos según esta clasificación de los temas se pueden observar en el gráfico 7.1.

**Gráfico 7.1: Suma de las modas o Índice de Posición para los 40 Temas tratados en el cuestionario realizado.**



En ninguno de los temas analizados la posición de España está dentro del intervalo considerado muy favorable (14-16) ni tampoco dentro del considerado como favorable (11-13).

Los temas con una valoración más alta han sido sólo tres temas (8, 11 y 28), en los que la posición de España está dentro de una posición media.

La mayoría de los temas analizados (35 más concretamente) están dentro del intervalo de posición desfavorable y para dos de ellos (17 y 18) la posición es muy desfavorable.

Podemos decir, por tanto, que los expertos consultados no se muestran optimistas ni satisfechos respecto a la situación de su país ni a las posibilidades de desarrollo que les ofrece en cuanto al sistema completo de I+D+I. Conside-

ran que otros países están en la actualidad mucho más avanzados que el nuestro en la generación de las tecnologías necesarias, su aplicación práctica y la comercialización de los productos desarrollados, y estos países serían, en el futuro más inmediato, los que realizarían la investigación y desarrollarían las aplicaciones biotecnológicas.

Según los expertos, España no es puntera en las tecnologías referidas a los temas estudiados y el desarrollo tecnológico e industrial necesario procederá de países en los que este desarrollo ya se esté produciendo y esté integrado en el funcionamiento de las empresas biotecnológicas.

La visión de nuestra capacidad es mucho más positiva en la capacidad científica y tecnológica que en el resto de capacidades valoradas.

Tabla 7.1: Temas en que la posición de nuestro país es más favorable (posición media).

Nº Tema	Tema	Índice de posición	Fecha de materialización
8	Los procesos de producción de alimentos tradicionales que implican reacciones enzimáticas (productos cárnicos curados, quesos, vinos, etc.) serán controlados y conocidos en profundidad, lo que aumentará la velocidad del proceso y la calidad final de los productos.	10	2005-2009
11	Uso generalizado de alimentos funcionales que ayudan a la prevención de enfermedades según los diferentes grupos de consumidores (Vg: leche hipoalergénica destinada a lactantes alérgicos a la leche, productos dirigidos a diabéticos, etc.).	10	1999-2004
28	Se crearán titulaciones específicas referentes a expertos en áreas concretas de biotecnología, como consecuencia de la importancia de esta área en los sectores industriales	10	2005-2009

## I.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La información que se genera a partir de un trabajo como el que aquí se ha desarrollado es ingente. El número de datos obtenidos, y las posibilidades de cruzarlos con distintos objetivos, nos permitirá dar respuestas mucho más concretas a las incertidumbres que se presentan en la aplicación de la biotecnología al sector agroalimentario.

A través de este trabajo, hemos llegado a una serie de conclusiones que resumimos a continuación, y que en algunos casos coinciden con opiniones generalizadas en el contexto social y empresarial, pero que en otros nos indican nuevas posibilidades y líneas de desarrollo de importancia para el sector agroalimentario.

### ⊢ Optimismo y verificación de los temas.

En primer lugar, debemos señalar que, a partir de las encuestas, se recoge un optimismo general en cuanto a las posibilidades que la biotecnología tiene en su aplicación al sector agroalimentario.

Este optimismo, mostrado tanto por empresas como por investigadores (quizá algo menor en este último caso), tiene a su vez dos interpretaciones:

- Por un lado la creencia en el efecto positivo que estas tecnologías van a tener en el desarrollo del sector.
- Pero también, la demanda, por parte de las empresas, de que esta creencia se materialice, superando las limitaciones señaladas en cada uno de los temas.

Este optimismo en las respuestas se justifica a través, tanto de las fechas de materialización dadas a los temas (ninguno de ellos se considera imposible), como de los índices de importancia tan elevados para prácticamente la totalidad de los mismos.

### ⊢ Legislación/sociedad.

Los temas legislativos, tiene todos ellos una fecha de materialización cercana. En particular el Tema 26: “Legislación clara y estable que permite a las empresas realizar inversiones”, tiene además un grado de importancia muy elevado (tercer lugar) y un fuerte impacto sobre el empleo. El Tema 27: “Consenso a nivel europeo en cuanto a requerimientos legales”, tiene igualmente una fecha de materialización cercana, un elevado grado de importancia, y un fuerte impacto en la calidad de vida y entorno.

Son, por tanto, temas de especial importancia y que deberemos tener en cuenta cuando evaluemos los avances que se puedan materializar en biotecnología.

### ⊢ Importancia de los temas

El grado de importancia dado a los diferentes temas, es elevado en casi todos ellos. La respuesta mayoritaria ha sido la de atribuirles un grado de importancia alto. Cabe destacar también, que los 5 primeros temas con mayor grado de importancia se materializarán en el plazo de los próximos 5 años.

Por su importancia, destaca el Tema 11: “Uso generalizado de alimentos funcionales que ayudan a la prevención de enfermedades”, con un fuerte impacto en la calidad de vida.

El tema 22: “Métodos rápidos y eficaces para determinar la seguridad en alimentos”, está en segundo lugar y, de nuevo, es un tema con un fuerte impacto en la calidad de vida (54 %).

El tema 26, que ya hemos comentado en las referencias a legislación, ocupa el tercer lugar.

El tema 29: “Uso de variedades vegetales modificadas genéticamente”, además de un grado de importancia elevado, también tiene un impacto señalado sobre el empleo.

Por último, el tema 18: “Desarrollo y aplicación de métodos para evitar fraudes” vuelve a hacer referencia a temas de seguridad alimentaria.

Consideramos que, por la fecha de materialización cercana, su elevado grado de importancia, y por las características propias de cada uno de los temas (su impacto en cada área), estamos ante temas sobre los que deberemos ejercer una vigilancia para verificar su materialización en los próximos años.

#### ⊞ Impacto en el Desarrollo Industrial.

De modo general, cabe señalar la gran importancia que sobre el Desarrollo Industrial se ha atribuido a temas que, en principio, tienen un componente más cercano a la investigación básica. Así, los tres temas con mayor impacto en el desarrollo industrial, son temas relacionados con la mejora enzimática:

- El tema 4: “Determinación de las relaciones existentes entre secuencias de aminoácidos y función de proteínas de uso industrial”.
- El tema 6: “Diseño de enzimas termoestables”.
- El tema 5: “Desarrollo de nuevos catalizadores”.

Sin embargo, son temas, en los que su carácter más básico ha arrojado un nivel de conocimiento bajo por parte de los encuestados. Este grupo de temas, pese a tener un fuerte impacto industrial el grado de importancia atribuido al tema no es muy elevado. Frente a temas con un fuerte componente científico, los expertos consultados consideran de mayor importancia temas con carácter más cercano a la comercialización final del producto (relacionados con el consumidor, legislación, seguridad, etc.).

Así, otros temas con un fuerte impacto industrial y fecha de materialización cercana, como el tema 1: “Incremento del número de enzimas con características específicas” y el 19: “Uso generalizado de biosensores”, y el tema 10: “Diseño de procesos y fermentos específicos” con un fuerte grado de importancia son más susceptibles de ser controlados como temas a vigilar por parte de la industria.

#### ⊞ Impacto sobre Calidad de Vida y Entorno.

Además del desarrollo industrial, los temas estudiados tienen un fuerte impacto en la calidad de vida y entorno. Destacamos los temas 11: “Uso generalizado de alimentos funcionales” y 18: “Desarrollo y aplicación de métodos para evitar fraudes”. Ambos tienen un grado de importancia muy elevado (el tema 11 tiene el mayor de todos, como ya hemos señalado) y una fecha de materialización muy cercana.

El tema 11 vuelve a aparecer como más destacado para la industria agroalimentaria.

#### ⊞ Impacto sobre el Empleo

En general, la mayor importancia sobre el empleo recae en los temas de carácter legislativo. En especial cabe destacar el tema 26, que hemos examinado anteriormente, que además tiene un elevado grado de importancia y fecha de materialización muy breve.

#### ⊞ Posición.

De modo global, nuestro país no destaca con ventaja, en ninguno de los temas tratados.

Sí cabe señalar, que existe una diferenciación en cuanto a las posiciones dadas en ciencia y tecnología, frente a las restantes. Así, aunque cuando atendemos a la moda, la respuesta mayoritaria es en todos los casos 2 (posición media-baja), en la capacidad científica y tecnológica hay 19 temas en los que la posición señalada es 3, y por lo tanto, estaríamos en una respuesta bimodal entre 2-3. Es decir, la posición científica y tecnológica es más elevada, que nuestra capacidad de innovación, producción o comercialización, donde apenas hay algún tema que se valore positivamente.

⌘ Limitaciones.

De manera general, la respuesta mayoritaria han sido las limitaciones tecnológicas en primer lugar, y las económicas en segundo término. Para determinados temas, sin embargo, se han señalado como más importantes las limitaciones sociales y las legislativas.

Las limitaciones medioambientales no se han señalado significativamente en ningún tema.

⌘ Medidas más recomendadas.

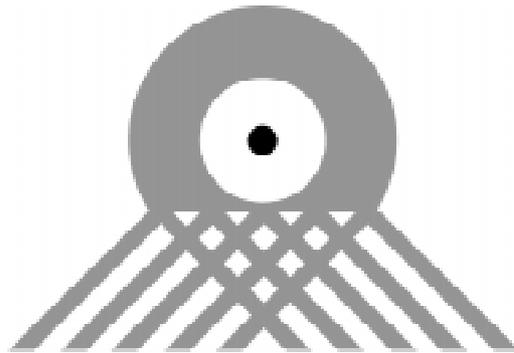
Aunque varían según el tema, la mayoría de respuestas ha sido para la “Cooperación entre empresa y centros de investigación y tecnológicos”. Las medidas señaladas en segundo lugar son muy variables, dependiendo en cada caso de los temas.

Hemos de poner de relieve que se diferencian de esta respuesta general los temas que hacen re-

ferencia a legislación y, en menor medida, a aspectos sociales. En estos casos, la medida más recomendada es la de “Otros apoyos de la administración”, que implica, como hemos visto: regulaciones, acciones de información a la sociedad y clarificación de posturas a escala nacional e internacional.

Como conclusión final, podemos señalar que los temas tratados (de índole tecnológica, legal o social), son importantes para el desarrollo industrial, se considera que su materialización es posible, y repercutirá en un mayor desarrollo del sector agroalimentario.

En biotecnología, la investigación “básica” está muy ligada a la aplicación técnica. Las barreras de índole tecnológica son superables, y cabe un mayor esfuerzo general por superar las barreras de carácter social y legislativo. Las dos medidas recomendadas mayoritariamente se orientan en este sentido: cooperación entre la industria e investigación (superación de barreras tecnológicas) y apoyos de la administración (superación de barreras legislativas y sociales).



**SECTORES BÁSICOS Y TRANSFORMADORES:  
*ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE TECNO-  
LOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN DE PIEZAS  
DE PLÁSTICO Y MATERIALES COMPUESTOS***

## II.1. INTRODUCCIÓN

Desde que se crearon los primeros plásticos hace un siglo y más particularmente a partir de 1950, el uso de los materiales plásticos se ha incrementado de forma espectacular. Uno de los impactos de este crecimiento ha sido el desarrollo económico, con el establecimiento de pequeñas y medianas empresas que transforman el plástico en una gran variedad de productos para los grandes sectores industriales.

El sector de plásticos es uno de los más desarrollados de España, y su influencia en la economía del país es tremendamente significativa. Por

esta razón, las empresas del sector han de ser cada día más competitivas.

Según información publicada por ANAIP, más de 80.000 personas trabajan en nuestro país en el sector de los plásticos, que está integrado por 3.950 empresas que producen y transforman este material. En 1998, esta industria produjo 3.696.605 toneladas, lo que ha supuesto una facturación de casi 2 billones de pesetas. Sin embargo, la industria quiere aumentar esta cifra en los próximos años y superar el séptimo puesto mundial en consumo y el noveno en producción de plásticos.

Las cifras de la industria de los plásticos en España:

	1988	1998
<b>Facturación</b> (millones ptas.)	997.715 (5.996€)	1.781.211 (11.419€)
<b>Número de empleados</b>	63.000	80.000
<b>Inversión total realizada</b> (millones ptas)	60.000 (361€)	96.000 (577€)
<b>Número de empresas</b>	2.840	3.950
<b>Exportación total</b> (Tm)	610.26	2.114.138
<b>Exportación producto terminado y semielaborado</b> (Tm)	84.260	462.122
<b>Consumo habitante</b> (Kg./año)	49.6	93.2
<b>Producción de transformados</b> (Tm)	1.930.167	3.696.605

Fuente: ANAIP

Todas las empresas españolas del sector están plenamente preparadas para crecer y elaborar cualquier producto y artículo por complejo que parezca con los medios actuales, ya que cuentan con una capacidad tecnológica ilimitada para la producción y posterior transformación de plásticos. A lo largo del año 1999 esta industria utilizó el 84.8% del total de su capacidad de producción.

Los intercambios comerciales de España con el extranjero han experimentado una notable evolución en los últimos diez años. La entrada de España en la CEE en 1986, supuso un importante incremento del consumo, que impulsó tanto la producción como las importaciones, que aumentaron en un 60% respecto a 1985. Este acontecimiento caracterizó a nuestra economía por una progresiva apertura al exterior.

En lo que se refiere a las exportaciones de transformados se ha producido un incremento espectacular desde el año 1990. Las ventas de plásticos al exterior han representado unos ingresos para la industria española del sector de 500.000 millones de pesetas. Los plásticos nacionales se venden en 101 países diferentes, especialmente en Francia, Italia, Alemania, Portugal, Reino Unido, Países Bajos, Estados Unidos, Marruecos y Turquía.

### **Transformadores de plásticos**

Los *transformadores* de plásticos reúnen a 3.860 empresas que trabajan para dar forma a estos materiales y adecuarlos a las necesidades de la sociedad. España se sitúa en el sexto lugar del mundo. De este total, el 73% tienen menos de 20 empleados y otro 19% tiene de 20 a 49 em-

pleados. Es decir, el 92% de las empresas transformadoras existentes en España tiene menos de 50 empleados. En conjunto, la industria transformadora emplea a 61.727 personas, según los datos oficiales del INE. Aunque algunas empresas fabrican para distintos mercados consumidores, lo más habitual es que estén especializadas en productos-mercados concretos.

El sector de mayor consumo en España es el de envases y embalajes muy por encima del resto. En el sector de la agricultura, España destaca por ocupar el cuarto lugar en el mundo y en el del mobiliario el primero.

Según datos proporcionados por ANAIP las comunidades autónomas de Cataluña, Valencia y el País Vasco por este orden encabezan el ranking nacional de la industria de los plásticos desde el punto de vista de facturación y número de empleados. En total estas cuatro comunidades facturan el 73.8% de la cifra de negocio y da trabajo a 51.227 personas.

En Cataluña se concentra el 35.6% del total de personas ocupadas por la industria de transformación de plásticos en España y es, con diferencia, el principal núcleo en el que se localiza la industria transformadora de plásticos en nuestro país. El sector en esta comunidad factura más de 600.000 millones de pesetas (39.3 % del total español) con 25.350 empleados.

Le sigue en importancia la Comunidad Valenciana donde se concentran desde antiguo numerosas industrias tan características y específicas como la del calzado, mobiliario, cerámica o juguetería y que han conformado un tejido industrial muy importante.

## II.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE TEMAS

### II.2.1. El Panel de Expertos

El Panel de Expertos para la ejecución del presente estudio ha estado constituido por un grupo de 11 personas cada una de ellas experta en alguna de los diferentes temas objeto del estudio y de distinta procedencia profesional.

El Panel de Expertos constituye, en gran parte, la clave del éxito de los ejercicios de prospectiva. Es por ello que se ha de tener especial cuidado en su elección. El Panel de Expertos quedó constituido por profesionales de reconocido prestigio

en relación con los temas objeto del estudio, procedentes de la Universidad, Centros Tecnológicos, y empresas del sector. Se intentó, además, que este Panel tuviera una constitución homogénea en lo que se refiere a distribución geográfica, procedencia profesional y sectorial. Por último mencionar que quedan representadas en dicho Panel las Comunidades Autónomas con mayor peso específico en la industria transformadora del plástico de nuestro país.

Cuadro 2.1

EXPERTO	PROCEDENCIA	AREA TEMATICA
<b>Manuel Bertomeu</b>	Industria	Envase y Embalaje
<b>Jose Miguel Beltrán</b>	Industria	Materia Prima
<b>Javier Castany</b>	Académica, Centro Tecnológico	Inyección
<b>Javier Escobal</b>	Centro Tecnológico	Envase y Embalaje, Reciclado, Materiales
<b>Juan Luís Ortega</b>	Industria	Automoción
<b>Antoni Martínez Benasat</b>	Académica, Centro Tecnológico	Transformación y Reciclado
<b>Andrés Rubio</b>	Centro Tecnológico	Automoción, Materiales
<b>Andreu Sancho</b>	Centro Tecnológico	Inyección
<b>Genís de Tera</b>	Industria	Automoción
<b>Angel Valea</b>	Académica	Compuestos, Reciclado
<b>Antonio Vergara</b>	Industria	Ferrocarril, Agricultura, Electrónica, Electrodomésticos

### II.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi

Como información de partida, se analizó la situación actual del sector, identificando las tecnologías actuales en uso y los principales indicadores económicos del sector, así como las áreas científico-tecnológicas consideradas clave para el desarrollo futuro del sector.

Paralelamente se reunió al Panel de Expertos y, con su colaboración, se confeccionó un primer borrador del cuestionario *Delphi*. Para ello, cada uno de los expertos planteó una serie de temas referentes a su área de conocimiento, formulándolas en términos de hipótesis de futuro. En ellas se trataban las técnicas más innovadoras y trascendentes de fabricación, aspectos medioambientales, así como todos aquellos posibles acontecimientos que pueden influir de forma significativa en la evolución del sector. Estas cuestiones constituyeron el primer borrador del cuestionario *Delphi*.

A continuación, se redactaron cada una de las hipótesis de futuro de forma homogénea, evitando la repetición de temas, y se convocó la segunda reunión para que los expertos realizaran las modificaciones que creyeran pertinentes. Por último, cada experto propuso posibles expertos para contestar el cuestionario. El proceso de

selección de la población consultada es uno de los pasos más delicados e importantes del estudio. El objetivo consistía en escoger una población lo más heterogénea posible en cuanto a procedencia profesional y distribución geográfica. De este modo los resultados obtenidos tienen una mayor validez a nivel territorial y recogen las opiniones de diferentes sectores de la sociedad muchas veces poco conectados entre sí (industrial, Administración, académico, etc.)

A lo largo del estudio los expertos estuvieron permanentemente informados de la evolución del mismo, participando, además, como encuestados en las dos rondas que se realizaron.

El estudio abarca de forma genérica todo el ciclo de vida de una pieza de plástico o compuesto, desde la etapa de diseño hasta su reciclado. De este modo se contempla la adaptación de nuevos tipos de materiales al proceso de transformación, la ampliación de los campos de aplicación, la mejora de la productividad, avances en maquinaria transformadora que permitan obtener piezas de calidad constante y propiedades predecibles, nuevos procesos de transformación, tecnologías de post-proceso (pintado, uniones, corte, soldadura, tratamiento superficial,...) y finalmente el reciclado (separación, reutilización, degradación, tecnologías limpias, adaptación a normativas medioambientales,...)

### II. 3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

De los 62 temas que componen el cuestionario *Delphi* el 93% tienen un grado de importancia alto o medio, lo cual certifica la validez del mismo. Si se tiene en cuenta que el índice de grado de importancia ha de estar comprendido entre 1 y 4 y éste tiene un valor promedio de 3.38, se puede concluir que el conjunto de temas planteados para evaluar el futuro del sector ha sido acertado.

Considerando en su conjunto el global de temas y respuestas, el impacto es claramente sobre el desarrollo industrial debido al marcado carácter tecnológico de este estudio de prospectiva. En general, se considera que el desarrollo e implantación de estas tecnologías está directamente relacionado con el aumento de la productividad y la competitividad de las industrias, junto con la creación de nuevas empresas y desarrollo de nuevas aplicaciones. El impacto sobre la calidad de vida y el entorno tiene un peso creciente, debido mayoritariamente a la preocupación de las empresas por adaptarse a la cada día más rígida legislación medioambiental y a la progresiva concienciación por el respeto del entorno. El reciclado es un tema prioritario con el claro objetivo de conseguir ciclos cerrados de producción y un uso inteligente de los recursos disponibles.

Por último, en la mayoría de los temas no se considera que tengan una influencia significativa

en el empleo porque aunque la innovación tecnológica requiere la incorporación de personal especializado y preparado al efecto, no implica una masiva generación de puestos de trabajo, podríamos hablar más en términos de calidad que de cantidad, ya que la implantación de estas técnicas supone una modernización en los procesos productivos y requiere incorporación de personal especializado, escaso en la actualidad, y reciclaje del actual.

Se prevé que la mayoría de los temas planteados se van a implantar o llevar a cabo de forma generalizada en un plazo de diez años. Estos resultados indican dos cosas, en primer lugar una buena elaboración del cuestionario por parte del Panel de Expertos, puesto que la mayoría de los temas se consideran viables. En segundo lugar reflejan un cierto optimismo y confianza de un avance innovador y tecnológico en el sector para cubrir sus actuales deficiencias y limitaciones y adaptarse a las exigencias impuestas por el mercado. Por otro lado la industria de transformación del plástico es una industria relativamente joven que se encuentra en plena evolución y las empresas apenas si tienen tiempo de ir asimilando las constantes evoluciones de carácter tecnológico que se están produciendo a gran velocidad. Es por ello que hablar de un futuro a más de diez años vista no se considera, teniendo en cuenta la fuerte evolución que ha sufrido en los últimos diez años.

**II.3.1. Materialización 1999-2004.**

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
40	La tecnología de transformación experimentará desarrollos importantes por la tendencia clara hacia el ahorro de material por razones de coste, reducción de peso y reducción de productos desechables.	3,84
3	Aumentará de la fiabilidad en los procesos productivos, con una calidad final con cero defectos, debido a una elevada capacidad de involucración de todas las partes en la definición del producto y a la creación de una metodología de acabado en el diseño.	3,84
2	El desarrollo y mejora del software de diseño y simulación permitirá detectar prematuramente fallos en la transformación, analizar el ciclo de vida completo, evaluando el coste total del producto (incluyendo desensamblaje y reciclado) y eliminará la necesidad de realizar prototipos, al permitir estudiar el comportamiento de la pieza en condiciones reales.	3,83
60	La atención al cliente, sea éste quien fuera, incrementará su importancia, por lo que la logística de distribución externa y la responsabilidad del producto serán aspectos prioritarios.	3,82
62	Implementación de actividades de formación continua en el campo de los materiales plásticos y compuestos, logística industrial, utillaje y calidad, mediante programas de transferencia de habilidades trasladando a los trabajadores experimentados periódicamente y realizando acciones correctoras sobre los programas docentes.	3,8
61	Se potenciarán los aspectos referentes a la Seguridad e Higiene Industrial mejorando las áreas de trabajo, adecuándolas a las normativas y tendentes a incrementar la calidad de vida de los trabajadores y la productividad.	3,79
49	Mejora de los sistemas de pintado de plásticos: sustitución del disolvente de pinturas y barnices por agua, generalización del uso de paneles de infrarrojos catalíticos en sustitución de los túneles de secado convencionales y utilización de plásticos cargados para el pintado mediante el sistema electrostático.	3,79
1	Implantación de las técnicas de Rapid Prototyping y Rapid Tooling como rutina, mediante el desarrollo de software y sistemas de prototipado de piezas con materiales de prestaciones similares a los definitivos.	3,77
57	Utilización extensiva de centros externos y colaboración/asociación cada vez más estrecha entre empresas, incluyendo competidores, para el desarrollo de nuevas aplicaciones, que de otra forma serían demasiado complejas y/o costosas para una única empresa.	3,72
58	Formación de asociaciones públicas para el desarrollo de nuevos estándares de aplicaciones, preparar a las empresas y su entorno de acuerdo con las normativas de la CEE y generación de información técnica y su difusión.	3,7
59	Desarrollo y aplicación de un software técnico de gestión, que permita disponer en todos los departamentos de los parámetros técnicos de un producto y gestionar la producción en planta.	3,67
23	La mejora continua de aditivos a bajo coste y con mayor concienciación medioambiental obligará a modificar formulaciones y procesos: ignífugantes libres de halógenos; sustitución de pigmentos, lubricantes y otros aditivos (biocidas, fungicidas, etc.) en base a metales medios y pesados por colorantes y opacificantes (tipo partículas loop, etc.)	3,67

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
47	Desarrollo y generalización de tecnologías avanzadas de unión como la soldadura con láseres de alta potencia y nuevas generaciones de adhesivos de gran tenacidad.	3,67
31	Aumento progresivo del uso de instrumentación de control de calidad portátil, de forma que puedan validarse los resultados directamente en el punto de fabricación con la obtención de datos de gran precisión.	3,59
42	Desarrollo de los procesos de fabricación de materiales compuestos vía líquida (moldeo por transferencia de resina, tecnología de infusión, etc.)	3,55
43	Extensión de la fabricación de artículos plásticos multicomponente mediante el desarrollo de tecnologías de transformación híbridas: multiinyección, co-inyección y sobreinyección.	3,55
27	Desarrollo y aplicación de un software específico para mantenimiento predictivo, en máquinas y moldes, en sustitución del mantenimiento preventivo.	3,53
56	Se prohibirá la incineración de residuos plásticos si con ello no se obtiene recuperación de energía.	3,53
17	Desarrollo de materiales híbridos (plástico-metal) y su tecnología de transformación.	3,49
44	Se generalizará el uso de materiales plásticos y compuestos en piezas estéticas o de alta calidad superficial mediante la integración de la decoración (film, textil, piel premoldeada) en el proceso de inyección/soplado (procesos one-step) junto con el desarrollo de herramientas de simulación para estos procesos.	3,48
45	Mejora y optimización de la tecnología de sobremoldeo por inyección sobre perfiles extrusionados para solventar los actuales problemas estéticos.	3,47
4	Personalización de productos, una vez finalizada la época de las grandes series como paradigma de producción.	3,36
39	Perfeccionamiento de la extrusión y desarrollo de métodos alternativos en la fabricación de cuerpos huecos.	3,35
38	En la transformación de cuerpos huecos la inyección-soplado desplaza a la extrusión-soplado convencional para conseguir mayores grados de precisión en los acabados finales, elevar los rendimientos de producción y mejorar las propiedades mecánicas.	3,24
37	Extensión de la tecnología por compresión, poliolefinas incluidas, para la fabricación de piezas de alto rendimiento, por ejemplo taponería.	2,92

Entre los temas de mayor Índice de Grado de Importancia cuya fecha de materialización se estima tendrá lugar entre el año 1999 y el año 2004 destacan los temas relacionados con la modernización de los procesos productivos, acortar las etapas de lanzamiento de productos al mercado, agilidad y productividad. Todo ello vie-

ne impulsado por el elevado grado de competitividad internacional en la que se encuentra inmerso este sector. Los constantes cambios de diseño, las crecientes exigencias técnicas, la personalización de productos y la fuerte competencia internacional son las principales fuerzas motoras de la innovación a corto plazo.

A corto plazo se considera necesario adaptar las fábricas para hacerlas más flexibles, mediante la implantación de herramientas informáticas de simulación, programas específicos de diseño y automatización de procesos. Por otro lado, des-

tacan los movimientos encarados hacia la globalización de mercados y posturas de las PYMES para afrontarlo: especialización, asociaciones, calidad,...

### II.3.2. Materialización 2005-2009.

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
54	La evolución de las reglamentaciones sobre los residuos sólidos urbanos (RSU) obligará a utilizar material plástico reciclado en la fabricación de envases y embalajes lo que conllevará cambios sustanciales en los procesos: diseños de pieza afines a las características de los nuevos materiales; utilización de un único material en los envases de dos o más componentes; desarrollo de embalajes retornables; mayor fiabilidad y regularidad en la calidad del plástico reciclado.	3,82
53	Gran desarrollo en la utilización de materiales recuperados con aplicaciones diferentes a las originales.	3,78
24	La utilización de nuevos materiales y conceptos en los procesos de mecanizado reducirá el tiempo de fabricación de los moldes.	3,77
6	El uso de los plásticos de altas prestaciones, ya cruciales en las áreas de transporte como la espacial o los coches de competición, se irá extendiendo al transporte diario con el desarrollo de plásticos para carrocerías de automoción y otras aplicaciones industriales.	3,69
52	Regeneración y revalorización de materiales reciclados gracias al desarrollo de elastómeros y materiales compuestos fácilmente reciclables.	3,69
55	Optimización y mejora de los procesos de marcaje, separación, lavado y reciclado de residuos plásticos post-consumo mediante la identificación en origen de los moldeados y la automatización del proceso, para lo que previamente se reducirá el número de tipos a utilizar.	3,66
30	Aplicación generalizada de sistemas de control inteligentes que permiten ajustar el proceso de fabricación automáticamente en cada inyectada mediante el control de los parámetros de inyección a través de un molde sensorizado y medidas continuas de la viscosidad del material, lectura de variaciones de color en cada inyectada, etc.	3,64
48	Desarrollo de alternativas para solucionar los problemas que presenta el tradicional moldeo de ABS con tratamientos posteriores de baños galvanicos electrolíticos en la obtención de componentes cromados (alto grado contaminante de los baños y escasa resistencia térmica del ABS) como metalización por Alto Vacío y uso de determinadas poliamidas.	3,64

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
26	Cambios tecnológicos en las máquinas de inyección, como por ejemplo, máquinas con movimientos totalmente eléctricos de hasta 500 Tn, implementación de platos magnéticos en las prensas y nuevos desarrollos en husillos plastificadores.	3,61
18	Optimización de nuevos materiales y tecnologías para envases multicapa y barrera cuyo uso se extenderá a otros campos además del alimentario, como son el envasado de productos químicos, insecticidas y depósitos de suministro de combustible.	3,58
32	Generalización de los métodos de control no destructivos a piezas terminadas y conjuntos en servicio (tecnologías de emisión acústica, rayos X, etc.)	3,57
46	Generalización del tratamiento superficial automático y mejora de las técnicas de acabado y de aplicación de recubrimientos y tratamientos superficiales que permitan, entre otras cosas, la sustitución de las pinturas por films. (tratamientos por plasma, tratamientos por radiación UV y tratamiento de superficies por llama de alta velocidad).	3,57
7	Una gran parte de los materiales utilizados en biomedicina serán plásticos debido al incremento en las aplicaciones (tanto componentes de alta tecnología como productos sencillos de bajo coste).	3,57
22	Desarrollo de nuevos aditivos para termoplásticos que no tengan influencia en las propiedades de los mismos: colorantes, compatibilizantes (entre resinas), agentes de ensimaje (fibra- resina), filtros UV, así como aditivos que aceleren la cristalización.	3,56
33	Desarrollo de la tecnología de moldeo, así como el equipamiento y la capacidad de procesado adecuado, para producir micropiezas con la precisión necesaria en grandes series.	3,56
13	Desarrollo de plásticos conductores térmicos y eléctricos fáciles de procesar y con las propiedades mecánicas adecuadas.	3,52
5	Incorporación acelerada de los materiales plásticos y compuestos a la ingeniería civil (construcción, estructuras, casas prefabricadas para catástrofes, etc.).	3,52
11	Desarrollo y aplicación de los compuestos 3D.	3,5
34	Se desarrollarán técnicas de fabricación para piezas con requisitos geométricos especiales (o tolerancias estrechas) y de piezas sometidas a sollicitaciones especiales (aeronáutico, espacio, sector eléctrico de alto V.A, deportivo, etc.)	3,49
15	Utilización generalizada de materiales estructurados y con propiedades específicas: nanomateriales, copolímeros a medida, plásticos luminosos, fotopolímeros, microsensores de polímeros, materiales funcionalizados, ferroeléctricos, foto(bio)degradables, con estructuras dendríticas, con altos grados de transparencia y brillo, etc.	3,49

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
29	Utilización generalizada de sensores específicos de aplicación directa en utillajes y moldes (Smart Tools).	3,48
20	Desarrollo de materiales para envase activo que permiten aumentar el tiempo de vida útil de los productos que contienen.	3,44
12	Nuevas generaciones de materiales plásticos con elevada resistencia térmica (> 400 °C) provocarán cambios en los procesos y equipos de transformación.	3,43
10	Desarrollo de nuevas matrices de mejores prestaciones y procesos de transformación que permitan reforzar con fibras largas, con aumento considerable de las propiedades mecánicas a largo plazo.	3,41
25	Los moldistas/matriceros convencionales se reconvertirán en talleres especializados en la construcción de moldes de inyección.	3,4
8	Exploración de nuevas materias primas, diferentes a las derivadas del petróleo y de la carboquímica, como fuente de suministro para la fabricación de materiales plásticos y compuestos.	3,4
28	Habrá acuerdo entre los diferentes fabricantes de maquinaria, y sus asociaciones profesionales como Euromap, etc., en una unificación del software de las distintas máquinas de transformación (por ejemplo de tipo Windows).	3,37
41	La industria de los compuestos experimentará una gran expansión debido a la progresiva especialización de los moldistas y a la explotación de oportunidades de sustitución potenciales mediante el desarrollo de métodos para la fabricación de formas complejas.	3,37
14	Desarrollo de nuevos polímeros celulares y procesos de transformación con la desaparición de los espumantes químicos actuales (tipo azo, etc.)	3,33
21	Se desarrollarán sistemas alternativos de curado.	3,2
16	Generalización de los materiales inteligentes (smart-materials), capaces de adaptarse a necesidades concretas durante o tras su transformación.	3,18
9	Adaptación tecnológica para la transformación de sistemas con relativamente elevados porcentajes de materiales de origen natural, fundamentalmente fibras naturales.	3,17
50	Desarrollo de instalaciones de apantallados magnéticos sobre productos plásticos asequibles a pequeñas y medianas empresas.	3,15
19	Sustitución de estructuras barrera multimaterial por monomaterial en envases y embalajes.	3,11
51	Aplicación y desarrollo de técnicas de fractura.	2,83
35	Sustitución del gas por otros tipos de fluidos, como la glicerina, o líquidos con poder refrigerante en la inyección asistida por gas.	2,76
36	Fabricación de piezas de plástico y material compuesto mediante la tecnología de núcleo perdido, empleando como material del núcleo productos de bajo punto de fusión y bajo coste, como por ejemplo hielo o ceras.	2,71

Entre los temas de mayor Índice de Grado de Importancia cuya fecha de materialización se estima tendrá lugar entre el año 2005 y el año 2009 destacan aquellos temas relacionados con lo que podríamos llamar gestión integral de residuos, ya sea mediante el reciclado (nuevas aplicaciones para materiales hechos con plástico reciclado, automatización de procesos, materiales fácilmente reciclables, etc.) o la incineración con obtención de energía.

Por otro lado, a más largo plazo, también se contempla la explotación del enorme potencial

de los plásticos para reemplazar otros materiales en numerosos sectores (automoción, medicina,...) y nuevos campos de aplicación, gracias a una mejora constante de sus propiedades técnicas. Destaca también el crecimiento del mercado potencial de los materiales compuestos. Uno de los grandes obstáculos que la industria española ha de superar es la falta de agilidad en los que toman las decisiones de las grandes compañías para admitir la utilización de nuevos materiales y nuevas aplicaciones.

## II.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

En las tablas 4.1.1 y 4.1.2 se detalla la relación de los 15 temas de mayor impacto en el desarrollo industrial junto con su índice de grado de importancia y la fecha de materialización más probable según el conjunto de expertos consultados con un nivel de conocimiento alto-medio en la materia tratada.

Estos temas se han agrupado en función de su fecha de materialización y, en segundo lugar han

sido ordenados según el índice combinado de la importancia y el impacto en el desarrollo industrial. En la tabla no queda reflejado este índice combinado que es el resultado de multiplicar el Índice de Grado de Importancia por el tanto por ciento de impacto sobre el desarrollo industrial. Es por esta razón que los temas seleccionados no aparecen por orden creciente según su impacto en el desarrollo industrial. De este modo, quedan excluidos temas poco importantes pero que influyen únicamente en el desarrollo industrial.

### II.4.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Índice Grado Importancia
2	El desarrollo y mejora del software de diseño y simulación permitirá detectar prematuramente fallos en la transformación, analizar el ciclo de vida completo, evaluando el coste total del producto (incluyendo desensamblaje y reciclado) y eliminará la necesidad de realizar prototipos, al permitir estudiar el comportamiento de la pieza en condiciones reales.	66%	3,83
47	Desarrollo y generalización de tecnologías avanzadas de unión como la soldadura con láseres de alta potencia y nuevas generaciones de adhesivos de gran tenacidad.	70%	3,67
1	Implantación de las técnicas de Rapid Prototyping y Rapid Tooling como rutina, mediante el desarrollo de software y sistemas de prototipado de piezas con materiales de prestaciones similares a los definitivos.	72%	3,77
3	Aumentará de la fiabilidad en los procesos productivos, con una calidad final con cero defectos, debido a una elevada capacidad de involucración de todas las partes en la definición del producto y a la creación de una metodología de acabado en el diseño.	59%	3,84
59	Desarrollo y aplicación de un software técnico de gestión, que permita disponer en todos los departamentos de los parámetros técnicos de un producto y gestionar la producción en planta.	72%	3,67
40	La Tecnología de transformación experimentará desarrollos importantes por la tendencia clara hacia el ahorro de material por razones de coste, reducción de peso y reducción de productos desechables.	52%	3,84

Debido al incremento de la competencia en mercados internacionales, a corto plazo existe una clara tendencia a la implantación de todas aquellas tecnologías que permitan acelerar el proceso de desarrollo de un producto sin perjuicio de la calidad final, sin modificar la complejidad y especialización necesaria para los nuevos diseños y, a ser posible, sin un incremento del coste.

Para ello deberá cambiarse la organización del desarrollo de nuevos productos, impregnándola de la filosofía adecuada de reducción del *Time-to-Market*, a la vez que se utilizan medios y procesos de diseño y fabricación más avanzados. Lo que de verdad importa es que, desde que surge una idea, hasta que ésta se convierte en un producto comercializado en el mercado, el tiempo sea lo más corto posible, siempre en relación con otras cuestiones de índole económico o logístico. Es por ello que los transformadores deben conocer lo último en materiales, tendencias en diseño y tecnología innovadora.

A la vista de los resultados, en los próximos cinco años la industria transformadora ve como una necesidad la implantación de aquellas tecnolo-

gías que le permitan reducir al máximo la etapa de diseño, basándose en la anticipación de las modificaciones y posibles cambios en la fase de diseño, con el objeto de reducir los costes derivados de dichas modificaciones. Para poder validar todas o algunas de las características para las que el producto ha sido diseñado, a la vez que validar si los procesos de fabricación seleccionados son capaces de cumplir con las expectativas de calidad, costes y plazos, existen diferentes técnicas: *Virtual Prototyping* o prototipos virtuales por ordenador (**Tema 2**); Fabricación de prototipos unitarios mediante sistemas tradicionales o avanzados (*Rapid Prototyping* o *Rapid Tooling*) (**Tema 1**); Simulación por ordenador del comportamiento del producto y/o de su proceso productivo (**Tema 2**); software técnico de gestión e involucración de todas las partes en el diseño del producto (*Ingeniería Concurrente*) (**Temas 3 y 59**).

Por otro lado, en estos próximos años también es de especial relevancia la resolución de problemas técnicos en la fabricación, como las técnicas avanzadas de unión (**Tema 47**) y la tendencia hacia el ahorro de material en los diseños por razones económicas (**Tema 40**).

#### II.4.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 2: El desarrollo y mejora del software de diseño y simulación permitirá detectar prematuramente fallos en la transformación, analizar el ciclo de vida completo, evaluando el coste total del producto (incluyendo desensamblaje y reciclado) y eliminará la necesidad de realizar prototipos, al permitir estudiar el comportamiento de la pieza en condiciones reales.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
1	2	2	2	55%	41%

El desarrollo a corto plazo de potentes programas y sistemas informáticos de elevada potencia, a precios asequibles y de sencilla manipulación, permitirá enfrentarse a un nuevo diseño de manera virtual pudiendo no solo visualizar la pieza, sino también estudiar su comportamiento en condiciones reales, modelar todo el proceso de homologación, realizar ensayos virtuales y re-

producir el ciclo de vida completo antes de la producción (diseño, fabricación, vida útil y posterior tratamiento o reciclado). La simulación de estos procesos permite detectar y corregir fallos, ajustar el diseño y hacer las modificaciones pertinentes sin fabricar ni una sola pieza con el consiguiente ahorro de tiempo, dinero y material.

Esta tecnología, todavía incipiente, se está extendiendo en determinados sectores como el aeronáutico o el de automoción donde los diseños tienden a ser cada vez más complejos, combinando a menudo diferentes materiales. Permite, además, corregir el perfecto ensamblaje de todos los componentes de un conjunto y prever las interacciones con la actualización inmediata de los mismos tras cada modificación de diseño.

Para ello se tendrán que resolver una serie de importantes **limitaciones** tecnológicas como la

falta de capacidad de visualización de los equipos, las limitaciones del diseño en 3D, la incapacidad del software de reproducir condiciones reales o controlar todas las variables, mejora de los programas de simulación, proceso y validación. También destacar las limitaciones de índole económico como las elevadas inversiones para la adquisición de equipos y personal cualificado. Sorprendentemente se espera su materialización a corto plazo para lo cual se confía principalmente en la cooperación con centros tecnológicos.

**Tema 47: Desarrollo y generalización de tecnologías avanzadas de unión como la soldadura con láseres de alta potencia y nuevas generaciones de adhesivos de gran tenacidad.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	2	50%	43%

El desarrollo de tecnologías avanzadas de unión, ya sea mediante soldadura con láseres de alta potencia o mediante el uso de adhesivos estructurales de gran tenacidad (PU, acrílicas, resinas epoxy, PA), tendrán un gran crecimiento a corto plazo sustituyendo a los habituales métodos de sujeción. Este desarrollo se verá favorecido por el aumento del uso de piezas de plástico en la industria de la automoción y la construcción.

Aunque la soldadura de plásticos por láser posee aun grandes **limitaciones** técnicas (tolerancia, precisión) y económicas (elevado precio de

los equipos), es una técnica extremadamente versátil que permite soldar en 3D, paredes gruesas o delgadas y con rapidez, produciendo una soldadura interna de alta calidad, uniformidad y sin afectación externa de las piezas. Por otro lado, evita los poco ecológicos procesos de pretratamiento.

En adhesivos estructurales es necesario la mejora de las formulaciones así como de los procesos de fabricación, mejorando la capacidad de producción, propiedades y repetibilidad.

**Tema 1: Implantación de las técnicas de Rapid Prototyping y Rapid Tooling como rutina, mediante el desarrollo de software y sistemas de prototipado de piezas con materiales de prestaciones similares a los definitivos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	2	51%	44%

Los tiempos de producción deben ser más rápidos, pero también los pasos anteriores en el diseño y la conceptualización de un producto, por lo que las tecnologías de desarrollo rápido de productos, que pueden producir modelos tridimensionales e incluso moldes en cuestión de horas (**rapid tooling**), continuarán evolucionando.

Aunque se han planteado las dos técnicas conjuntamente cabe destacar que se trata de conceptos diferentes a pesar de tener una base tecnológica común.

Por un lado, las tecnologías de prototipado rápido se encuentran en un estado mucho más avanzado y su uso a nivel industrial está más extendido, permitiendo obtener de forma rápida y barata prototipos funcionales o conceptuales usados para evaluar el producto en etapas muy tempranas del proceso de diseño. En un futuro cer-

cano esperamos ver como la producción directa será de uso generalizado, evolucionando hacia la producción personalizada. Aunque los materiales utilizados para prototipado están aún lejos de tener las propiedades físicas de aquellos utilizados en la producción masiva, hay que remarcar que están mejorando.

Las principales *limitaciones* con las que se encuentran estas técnicas son precisión dimensional, velocidad de producción, tamaño de las piezas que pueden ser producidas, propiedades muy inferiores e imposibilidad en muchos casos de utilizar el material definitivo. A pesar de que la evolución de las tecnologías permite fabricar piezas cada vez más fuertes y precisas, que pueden ser incluso utilizadas en pruebas funcionales, existe aún un importante vacío entre el prototipado y la fabricación, ya que es difícil y caro producir muchas piezas de elevada calidad.

**Tema 3: Aumentará de la fiabilidad en los procesos productivos, con una calidad final con cero defectos, debido a una elevada capacidad de involucración de todas las partes en la definición del producto y a la creación de una metodología de acabado en el diseño.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	2	49%	37%

Para fabricar piezas de plástico que posean las mejores propiedades a precios competitivos es necesario desde el principio diseñar la pieza teniendo en cuenta todo el ciclo productivo. Al empezar un proyecto para la fabricación de una pieza de material plástico es de gran importancia la mejor y más apropiada elección del material, estimar costes de molde y asegurar que las piezas satisfagan los requerimientos de los usuarios, a la vez que colaborar con proveedores, ingenieros de diseño, moldistas y transformadores. Para obtener una razón óptima de productividad es preciso que los diferentes especialistas se pongan de acuerdo antes de comenzar el proyecto. Por el contrario, si la pieza se ha diseña-

do sin conocer exactamente las características y propiedades del material que se adapte mejor al proyecto, si el molde se diseña sin estos conocimientos o no se tiene en cuenta el proceso de acabado posterior a la transformación será muy difícil alcanzar los objetivos pedidos.

La única solución a este cúmulo de requisitos suele darse mediante una potenciación de la coordinación interdepartamental y entre empresas, trabajando con objetivos concurrentes. La *Ingeniería Simultánea* o *Ingeniería Concurrente* se define como un método de trabajo donde las diferentes actividades de ingeniería que componen el proceso de desarrollo de l producto y la

producción de éste se encuentran integradas y se realizan principalmente de forma paralela, mediante la adopción de ciertas técnicas específicas de trabajo en grupo y con un control exhaustivo de las evoluciones del proyecto. Es necesario el desarrollo e implantación de software que facilite la colaboración entre todas las disciplinas involucradas mediante el almacenamiento de datos clave para el proyecto, como son las especificaciones del material y las condiciones de procesado. Las principales **limitaciones** son la ausencia de estándares de acabado, para asegurar que las tecnologías posteriores de post-

proceso han sido integradas en el diseño, y la falta de comunicación entre todas las partes necesaria para ayudar en el proceso de planear, fabricar, instalar, probar y certificar un producto acabado. Por otro lado, es necesario solucionar los problemas de comunicación que implica la amplia oferta de sistemas de CAD/CAE disponibles. Otro objetivo es proporcionar un sistema para que simultáneamente propietarios y reguladores puedan revisar el diseño. Es necesaria la colaboración entre industria y centros tecnológicos, pero también la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas.

**Tema 59: Desarrollo y aplicación de un software técnico de gestión, que permita disponer en todos los departamentos de los parámetros técnicos de un producto y gestionar la producción en planta.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
3	3	3	3	53%	30%

El desarrollo de software técnico de gestión a precios asequibles y de manejo simplificado es una de las grandes prioridades de la industria de transformación de plásticos a corto plazo ya que la generalización de estos sistemas supondría una optimización de los procesos productivos dando la opción de trabajar con los datos estándar de cualquier industria, con programas que controlan y gestionan utilizando datos de producción actuales para construir un modelo de proceso en tiempo real sin necesidad de que el proceso sea interrumpido para realizar experimentos o pruebas. Con estos programas se pueden recibir datos recogidos por los proveedores proporcionando una simplificación substancial de las operaciones, llevando a cabo un análisis de la

producción y optimizando el balance de la rapidez del proceso y la optimización del ciclo de inyección

La principal **limitación** con la que se enfrenta la materialización real de este tema es de carácter económico debido al elevado precio de estos programas. Es necesario desarrollar más softwares que integren fabricación, distribución, maquinaria y dirección financiera en un solo paquete. Las medidas más recomendadas son, una vez más, la cooperación entre la industria y los centros tecnológicos, pero también la colaboración con empresas extranjeras y los estímulos económico-fiscales de la Administración.

**Tema 40: La tecnología de transformación experimentará desarrollos importantes por la tendencia clara hacia el ahorro de material por razones de coste, reducción de peso y reducción de productos desechables.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
3	3	3	3	56%	42%

La tecnología de transformación experimenta desarrollos importantes por la clara tendencia hacia el ahorro de material, no sólo por razones de coste de producción, sino además por avanzar en un intento de reducción de peso y, lo que cada vez es más importante, reducción de productos desechables o reciclables. Los desarrollos tecnológicos se encaminan a conseguir reducir el espesor de las paredes conservando las garantías mecánicas y de barrera que exige el mercado. La necesidad de inyección de piezas de paredes delgadas está provocando importantes avances en las máquinas de transformación que buscan trabajar a gran velocidad, con alta capacidad de plastificación, buena homogeneidad térmica y de color, alta capacidad de inyección y dinámica.

La principal **limitación** es que los comprimidos ciclos de producción dejan poco margen de error en el diseño de producto y herramienta, por lo que el soporte de simulación previo ha de estar muy desarrollado para optimizar el diseño. Otras limitaciones importantes son el coste de los equipos, se han de mejorar los acabados estéticos, conseguir más rigidez y uniformidad, desarrollar resinas de alto grado de fluidez, pigmentos especiales cuya dispersión no tenga influencia en las propiedades de color finales y conseguir paredes delgadas en piezas cada vez mayores.

Mejoras en la técnica, el desarrollo de nuevos sistemas catalíticos, como los basados en metalocenos, y el aumento de confianza acelerarán el uso de este tipo de procesos.

## II.4.2 Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
24	La utilización de nuevos materiales y conceptos en los procesos de mecanizado reducirá el tiempo de fabricación de los moldes.	67%	3.77
30	Aplicación generalizada de sistemas de control inteligentes que permiten ajustar el proceso de fabricación automáticamente en cada inyectada mediante el control de los parámetros de inyección a través de un molde sensorizado y medidas continuas de la viscosidad del material, lectura de variaciones de color en cada inyectada, etc.	82%	3.63
26	Cambios tecnológicos en las máquinas de inyección, como por ejemplo, máquinas con movimientos totalmente eléctricos de hasta 500 Tn, implementación de platos magnéticos en las prensas y nuevos desarrollos en husillos plastificadores.	65%	3.63
6	El uso de los plásticos de altas prestaciones, ya cruciales en las áreas de transporte como la espacial o los coches de competición, se irá extendiendo al transporte diario con el desarrollo de plásticos para carrocerías de automoción y otras aplicaciones industriales.	57%	3.69
11	Desarrollo y aplicación de los compuestos 3D.	76%	3.50
10	Desarrollo de nuevas matrices de mejores prestaciones y procesos de transformación que permitan reforzar con fibras largas, con aumento considerable de las propiedades mecánicas a largo plazo.	77%	3.41
33	Desarrollo de la tecnología de moldeo, así como el equipamiento y la capacidad de procesado adecuado, para producir micropiezas con la precisión necesaria en grandes series.	70%	3.54
29	Utilización generalizada de sensores específicos de aplicación directa en utillajes y moldes (Smart Tools)	81%	3.48
32	Generalización de los métodos de control no destructivos a piezas terminadas y conjuntos en servicio (tecnologías de emisión acústica, rayos X, etc.)	71%	3.57

Tras la imperiosa necesidad de resolver a corto plazo aquellos temas directamente relacionados con el soporte informático y la agilización de las primeras fases de desarrollo de un producto plástico, a más largo plazo los objetivos prioritarios

de los transformadores de plástico son el desarrollo e implantación de tecnologías innovadoras con objeto de aumentar la productividad y una tendencia clara hacia tecnologías rápidas y limpias (**Tema 26**) que optimicen y agilicen la pro-

ducción basándose en conceptos de fabricación inteligente (**Temas 29 y 30**), reducción del tiempo de fabricación de moldes (**Tema 24**) por un lado, y por el otro, incorporación de nuevos avances en materiales (**Temas 10 y 11**) que permitirán a los plásticos ir ganando terreno frente a otros materiales por una constante mejora de las pro-

iedades mecánicas que permita la ampliación de los campos de aplicación hacia nuevas áreas como el transporte (**Tema 6**) y la sustitución de otros materiales más tradicionales.

#### II.4.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 24: La utilización de nuevos materiales y conceptos en los procesos de mecanizado reducirá el tiempo de fabricación de los moldes.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	3	2	51%	36%

La rapidez de lanzamiento de productos al mercado es algo que está en la mente de cualquier procesador. Para conseguir ciclos de desarrollo de piezas más cortos se avecinan grandes cambios en el sector del molde, y consecuentemente en toda la cadena de producción. Avanzamos hacia una combinación de producción rápida de insertos con nuevas máquinas-herramienta de alta velocidad y rápido progreso de los materiales utilizados con el objetivo de reducir los ciclos de producción y los costes de moldes. Los expertos coinciden en que el futuro está en la combinación de todas las modernas tecnologías existentes para la producción de un molde como si fuera un puzzle de piezas obtenidas con diferentes técnicas. Se están desarrollando nuevas tecnologías que tienen la versatilidad de producir moldes en una semana para aproximaciones prototipo para la obtención de piezas cercanas a la

producción, una vez validado el diseño y el funcionamiento se termina el molde hasta especificaciones finales o se modifica mediante la incorporación de insertos.

Para su generalización es necesario superar una serie de importantes **limitaciones** tecnológicas como pueden ser la mejora de la programación CAM de generación de estrategias de mecanizando, la falta potencia en las operaciones de desgaste y precisión en las operaciones de acabado y aumentar la vida de los cabezales de alta frecuencia y de las herramientas de corte. También hay que mencionar las **limitaciones** de carácter económico, pero la situación cambiará cuando terminen las patentes mundiales y se pueda empezar a producir con estas tecnologías de forma más barata.

**Tema 30:** Aplicación generalizada de sistemas de control inteligentes que permiten ajustar el proceso de fabricación automáticamente en cada inyectada mediante el control de los parámetros de inyección a través de un molde sensorizado y medidas continuas de la viscosidad de material, lectura de variaciones de color en cada inyectada, etc.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	2	53%	40%

La generalización de estos sistemas supondrá una optimización de los procesos productivos con programas que utilizan datos de producción actuales para la búsqueda de los mejores parámetros de inyección, logrando el menor ciclo posible, con la mayor calidad y estabilidad de producción a través de un sistema de control directamente integrado en la máquina que construye un modelo ideal de proceso en tiempo real. El control sobre el proceso eliminará la necesidad de efectuar controles sobre la pieza acabada consiguiendo así una notable flexibilidad en la producción con ahorro de tiempo, material, personal y reducción de la generación de desechos.

La creciente dificultad de encontrar personal cualificado, y la presión financiera que supone contratar personal significa que cualquier mecanismo que contribuya a disminuir la supervisión en planta será bienvenido a todo los niveles industriales. Para ello se han de superar una serie de **limitaciones** de carácter tecnológico y econó-

mico, pero el incremento del poder de los componentes electrónicos así como su reducción de precio significa que los sistemas de control inteligente se irán abaratando. Por otro lado, los sensores serán más baratos, versátiles y de fácil instalación y mantenimiento, pero será necesario que aumente la capacidad y la preparación de los fabricantes para sensorizar moldes e incorporar sistemas lógicos a las máquinas que permitan actuar sobre la producción y modificar los parámetros necesarios para una producción sin defectos. La complejidad de interfaz entre los sistemas de simulación por ordenador es un importante obstáculo en su extensión, pero varios consorcios académicos e industriales están trabajando en interfaces de realidad virtual que permitirá a los ingenieros explorar su planta desde dentro, observando el flujo de material y el proceso modificándolo a medida que van surgiendo los problemas. Es necesario también una evolución de las reglamentaciones que exigen control sobre la pieza acabada sobre todo si es de responsabilidad ya que este tipo de control de calidad no está estandarizado.

**Tema 26:** Cambios tecnológicos en las máquinas de inyección, como por ejemplo, máquinas con movimientos totalmente eléctricos de hasta 500 Ton, implantación de platos magnéticos en las prensas y nuevos desarrollos en husillos plastificadores.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Colaboración con empresas exteriores
2	2	2	3	54%	35%

Las tendencias más destacadas para la industria de maquinaria de transformación del plástico es la demanda de máquinas cada vez más simples de manejar y precisas, sin columnas y con sistemas de cambio rápido de moldes con platos magnéticos (desarrollados hace años pero aún poco extendidos). Los desarrollos más innovadores son las máquinas de inyección eléctricas, las máquinas con modularidad en el accionamiento y las de prestaciones especiales como máquinas de inyectar a gran velocidad, moldeo de gran precisión, etc.

Los fabricantes de maquinaria están muy orientados hacia las necesidades de los transformadores y han de proporcionar maquinaria de altas prestaciones que ahorren energía y con un buen servicio técnico. Es por ello que se espera que las inyectoras eléctricas: rápidas, silenciosas, limpias, energéticamente eficientes, con cortos tiempos de ciclo y gran reproducibilidad y precisión tendrán un gran desarrollo en los próximos años ya que incrementan la producción hasta un

30% y los costes de energía se reducen a la mitad, además de tener un fácil mantenimiento y fácil cumplimiento con la ISO-14001.

Las **limitaciones** son principalmente de carácter tecnológico, como el incremento de la fuerza de cierre y la velocidad y la rigidez de las columnas y de las placas de cierre. El desarrollo de las máquinas de inyectar totalmente eléctricas se está viendo frenado por el lento desarrollo de grandes servomotores AC ya que los fabricantes están poco incentivados por ser éste aún un mercado incipiente. Por otro lado, el coste de una máquina eléctrica tiene un precio entre un 20 y un 30% más que una convencional.

En este tema en concreto se confía más en la colaboración con empresas exteriores y en los estímulos económico fiscales de la Administración que en la cooperación con centros tecnológicos.

**Tema 6: El uso de los plásticos de altas prestaciones, ya cruciales en las áreas de transporte como la espacial o los coches de competición, se irá extendiendo al transporte diario con el desarrollo de plásticos para carrocerías de automoción y otras aplicaciones industriales.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
3	3	3	2	45%	39%

El uso de los plásticos en el automóvil seguirá aumentando debido al alto potencial que presentan, sobre todo en reducción de peso y libertad de diseño, menor coste de las herramientas y menor coste de producción por pieza. En un primer momento el uso de los plásticos en la industria del automóvil ha estado limitado a componentes de reducido compromiso estructural, pero el desarrollo de los materiales compuestos

de elevadas prestaciones, y la transferencia de estos materiales del sector aeronáutico al resto de los medios de transporte, permiten en la actualidad su aplicación a piezas sometidas a elevadas sollicitaciones mecánicas. Mientras que la industria aeroespacial es actualmente el mercado predominante de los compuestos avanzados, los mercados industriales y de la automoción irán viendo de forma creciente el

uso de los compuestos avanzados en los próximos años. A medida que los procesos automáticos se vayan haciendo más importantes, se espera que el coste de los compuestos avanzados vaya bajando hasta el punto que estos materiales serán usados de forma extendida en electrónica, maquinaria y equipamiento de transporte.

Las principales fuerzas motoras de la innovación del uso de los plásticos en los coches es la reducción de costos y de impacto medioambiental y la libertad de diseño. Puesto que los plásticos pueden demostrar su superioridad frente a otros materiales, diseños y procesos innovadores están ayudando a hacer piezas de vehículos más duraderos y económicos de construir. Las innovaciones de proceso han reducido ciclos, mejorado la apariencia de las piezas y simplificado las herramientas. Se tiende a utilizar materiales con mejores propiedades en cuanto a estabilidad dimensional y resistencia térmica, debido en parte a la tendencia a diseñar piezas de for-

mas complejas y ajustes sin franquicia, y en parte a que las temperaturas alcanzadas en la zona del motor son cada vez mayores. Los compuestos rellenos de nanocomposites tendrán también una explosión en los próximos años, pero se ha de desarrollar maquinaria lo suficientemente versátil para manejar esta carga.

El factor coste sigue siendo muy importante en la selección de materiales en la industria del automóvil y es una de las principales **limitaciones** del aumento de uso de los plásticos ya que la fabricación de grandes volúmenes de piezas a un coste razonable hoy en día aun no ha sido resuelta. Por otro lado, se necesita mucha investigación sobre el proceso de soldadura, los efectos que los parámetros de proceso tienen en las fuerzas estáticas de las partes soldadas, y no se conoce mucho de la fatiga durante un uso continuado de estas uniones. Los conceptos estéticos serán manejados en el proceso de inyección muy pronto, con el concepto “*moulded in*”.

### Tema 11: Desarrollo y aplicación de los compuestos 3D.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	2	61%	41%

Los compuestos tridimensionales (3D) es una de las áreas que presenta mayor potencial de crecimiento. Ampliamente aplicados en áreas como la aerospacial se están extendiendo a otras como la ingeniería civil y la automoción en aplicaciones estructurales. Los próximos años serán cruciales para ver si estos sistemas avanzados tiene un crecimiento efectivo, todo depende de cómo estos nuevos materiales sean adaptados a modos de producción en los que el coste,

la calidad y la procesabilidad juegan un papel importante.

Los compuestos 3D poseen excelentes propiedades de fuerza en el espesor longitudinal, resistencia a la delaminación, resistencia al impacto y son muy apropiados para aplicaciones estructurales ya que tienen la capacidad de aguantar cargas multidireccionales.

La gran **limitación** para expandir las aplicaciones de estos materiales es el elevado coste de fabricación. Las investigaciones en este campo están encaminadas al uso de nueva tecnología para la producción y mejora de las propiedades de los tejidos 3D, mejoras en el curado de las

resinas, desarrollo de nuevos equipos automáticos para reducir el coste y ampliación de sus aplicaciones, conseguir formas complejas y desarrollos en la producción de fibras de altas prestaciones.

**Tema 10: Desarrollo de nuevas matrices de mejores prestaciones y procesos de transformación que permitan reforzar con fibras largas, con aumento considerable de las propiedades mecánicas a largo plazo.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	3	3	62%	42%

Nuevas resinas y combinaciones de materiales están mejorando el comportamiento de los productos y desarrollando cada día nuevas aplicaciones. Están siendo introducidos gran cantidad de procesos para la producción de termoplásticos reforzados con fibras largas como una alternativa en el futuro a los compuestos termoestables. Gracias a su elevada fuerza y módulo, y elevada resistencia al impacto, los termoplásticos reforzados con fibra larga son baratos y están atrayendo a los diseñadores a utilizarlos en nuevas aplicaciones. El uso de fibras largas permite que algunas piezas sean hechas más rápido, mejor y más fuertes. Además los compuestos termoplásticos ofrecen una serie de ventajas sobre los termoestables convencionales como son menor coste de material, mayor dureza, mayor tolerancia al impacto, mejor procesabilidad, menores costes de fabricación y el ser potencialmente reciclables.

Pero los termoplásticos tienen una viscosidad mucho mayor que provoca una pobre impregnación y adhesión de las fibras. Se han de desarrollar técnicas para procesarlos de forma económica, matrices termoplásticas de baja viscosidad y cubrir el desabastecimiento de fibras largas que ha causado el retraso de la puesta en marcha de muchas nuevas iniciativas. Los procesos individuales están escasamente caracterizados y factores como la descomposición del polímero o de la fibra, limitaciones de geometría, requerimientos de utillajes especiales y adecuados para series largas o producciones individuales han de ser tenidos en consideración. Además son poco resistentes a los disolventes, requieren altas temperaturas de procesado y presentan serias dificultades en la humectación de las fibras.

**Tema 33: Desarrollo de la tecnología de moldeo, así como el equipamiento y la capacidad de procesado adecuado, para producir micropiezas con la precisión necesaria en grandes series.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	2	61%	33%

La fabricación de piezas tan pequeñas como 1 mm<sup>3</sup> con tolerancias de  $\pm 10$  micras y un peso menor a 1 mg, es uno de los campos con más futuro del sector de transformación de plásticos. La comercialización de estos sistemas es muy difícil, pero estos productos están evolucionando gracias al desarrollo en aplicaciones médicas, electrónicas, mecánicas y en telecomunicaciones. El crecimiento del micromoldeo está **limitado** por el número de moldistas con capacidad de hacer moldes con las tolerancias requeridas. En la actualidad no existen máquinas de inyección adecuadas para la producción de micropiezas únicas, así las técnicas actuales conducen a ciclos largos con hasta un 90% de desperdicio. Las nuevas herramientas para moldear componentes de microprecisión por inyec-

ción deben tener los siguientes requerimientos: sistemas de calefacción/enfriamiento especiales, sistema para evacuación de cavidades para prevenir el efecto diesel; sensores especiales adaptados porque no es posible integrar los sensores de presión convencionales en las microcavidades; guías de alta precisión que aseguren la obertura/cierre del molde, etc. Se espera que el mercado mundial de maquinaria para micromoldeo sea más del doble en el 2002 debido a una explosión en el uso de microsensores.

Las medidas más recomendadas además de la cooperación industria-centros tecnológicos. También destaca la colaboración con empresas exteriores y la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas.

**Tema 29: Utilización generalizada de sensores específicos de aplicación directa en utillajes y moldes (Smart Tools)**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y económicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	2	49%	41%

Se espera que el mercado de los sensores crezca espectacularmente en los próximos años gracias al desarrollo de nuevas tecnologías que utilizan técnicas láser y ópticas. La demanda crecerá debido a la tendencia hacia el aumento de la eficacia, mejora de las técnicas de producción como resultado de mejoras tecnológicas y una bajada de los precios. Los avances en producción, productos miniatura, mayor aceptación de las nuevas tecnologías y la mejora de los ratios precio-prestaciones contribuirán al crecimiento de este mercado. Las innovaciones tecnológicas están encaminadas a elevar la eficien-

cia de la producción y la reducción de costos, lo cual ha contribuido a la automatización de las fábricas. Los sensores avanzados de posición están creciendo más respecto a los de uso final para aplicaciones de medición, detección, inspección y control. Este nuevo tipo de sensores tienen más precisión y exactitud con un mantenimiento mínimo y una fácil instalación. Una de las principales **limitaciones** con las que se encuentra la materialización de este tema es la falta de mentalización de los moldistas en su utilización y, además, éstos han de ser fáciles de instalar y de mantenimiento sencillo.

### Tema 32: Generalización de los métodos de control no destructivos a piezas terminadas y conjuntos en servicio (tecnologías de emisión acústica, rayos X, etc.)

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	2	57%	40%

El desarrollo de los ensayos no destructivos será tal que se implantarán estos controles en línea, sin que este control de calidad en continuo suponga pérdida de piezas. Permitirán tener controlada el 100% de la producción sin destruir ninguna pieza, lo cual es de especial relevancia en la fabricación de piezas de responsabilidad. Además del aumento de la automatización de los procesos productivos, la generalización de las técnicas de ensayo no destructivos (END) permiten también controlar vida útil de los equipos en servicio.

El desarrollo de estas técnicas se verá favorecido por las crecientes exigencias de calidad sobre la producción que tienden a exigir control experimental sobre la pieza acabada sobre todo si ésta es de responsabilidad

Cuando el equipo está en servicio la vida se puede

ver alterada por el control del proceso, la supervisión/determinación de la vida residual, el mantenimiento y la reparación. Los métodos de ensayo no destructivos permiten detectar una inadecuada integridad estructural, causada por un deficiente diseño o fabricación, degradación del material, etc.,

Las **limitaciones** de esta técnica son económicas y tecnológicas. Su desarrollo está asociado a la evolución de nuevos tipos de sensores dieléctricos sensores en línea para obtener viscosidad y temperatura de fusión, métodos ópticos y medidas de fluorescencia para obtener perfiles de temperatura e información morfológica. Además, tienen el gran inconveniente de que son técnicas de control no estandarizadas para piezas de plástico.

## II.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL ENTORNO.

En las tablas 5.1.1 y 5.1.2 se detalla la relación de los 10 temas de mayor impacto en la calidad de vida y el entorno junto con su índice de grado de importancia y la fecha de materialización más probable según el conjunto de expertos consultados con un nivel de conocimiento alto-medio en la materia tratada

Estos temas se han agrupado en función de su fecha de materialización y, en segundo lugar han sido ordenados según el índice combinado de la importancia y el impacto en la calidad de vida y el entorno. En la tabla no queda reflejado este índice combinado que es resultado de multiplicar el Índice de Grado de Importancia por el tanto por ciento de impacto sobre la calidad de vida y el entorno. Es por esta razón que los temas seleccionados no quedan ordenados por orden creciente según su impacto en la calidad de vida y el entorno. De este modo en la discusión quedan excluidos temas poco importantes pero que

influyen únicamente en la calidad de vida y el entorno.

La calidad es un concepto que ha surgido como consecuencia de la competitividad y de la mejora y afán de superación de las empresas en sus productos y servicios. Esta calidad ha evolucionado fuertemente en los últimos años y va creciendo a medida que cada vez más piezas de responsabilidad y con nuevas aplicaciones van siendo fabricadas. En el concepto de calidad se involucra el producto final y también el proceso de elaboración. Las tendencias de los plásticos en este campo, vienen dadas por las leyes en curso o que se implantarán, que regularán y condicionarán en algún modo el desarrollo del producto plástico en relación con el medioambiente: directivas de envases y embalajes, unificación del sector transformador dando lugar a empresas más poderosas con mayor poder negociador e implantación a largo plazo de gestión integrada de residuos.

### II. 5.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Índice Grado Importancia
61	Se potenciarán los aspectos referentes a la Seguridad e Higiene Industrial mejorando las áreas de trabajo, adecuándolas a las normativas y tendentes a incrementar la calidad de vida de los trabajadores y la productividad.	60%	3.79
23	La mejora continua de aditivos a bajo coste y con mayor concienciación medioambiental obligará a modificar formulaciones y procesos: ignífugantes libres de halógenos; sustitución de pigmentos, lubricantes y otros aditivos (biocidas, fungicidas, etc.) en base a metales medios y pesados por colorantes y opacificantes (tipo partículas loop, etc.)	53%	3.67
56	Se prohibirá la incineración de residuos plásticos si con ello no se obtiene recuperación de energía.	73%	3.53

La amplia gama de posibilidades que ofrecen las materias plásticas permite al sistema industrial individualizar las opciones más apropiadas de acuerdo a las exigencias, respetando simultáneamente los más estrictos parámetros técnicos y ambientales; como consecuencia esto permite automáticamente prolongar la vida útil de las manufacturas y minimizar el flujo de residuos. Para mejorar la calidad de las materias

plásticas desde el punto de vista medioambiental y cumplir con todas las obligaciones impuestas por las normas comunitarias y/o nacionales, la industria se debe comprometer a corto plazo a seleccionar y controlar el uso de aditivos (**Tema 23**), a vigilar diversos procesos de acabado, a mejorar instalaciones y tecnologías para asegurar la calidad medioambiental y en el entorno de trabajo (**Tema 61**) y a la no incineración sin control (**Tema 56**)

### II.5.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 61:** Se potenciarán los aspectos referentes a la Seguridad e Higiene Industrial mejorando las áreas de trabajo, adecuándolas a las normativas y tendentes a incrementar la calidad de vida de los trabajadores y la productividad.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Social / económica	Estímulos económicos/fiscales de la Administración
3	2	3	2	34%	49%

Ha habido en los últimos años grandes avances en este tema ya que la industria busca la mejora de la imagen mediante la certificación de empresas y productos. La normativa legal para la actividad industrial del sector de transformación de materiales plásticos se está ampliando en estos últimos años y cada vez resulta más compleja la elaboración de proyectos técnicos para la instalación de equipos. La normativa técnica de seguridad eléctrica y de trabajo, la de prevención de incendios, las normativas de servicios de los polígonos industriales, el vertido de aguas sobrantes, etc. son controles cada vez más rigurosos que ejercen las Administraciones públicas.

Las principales **limitaciones** con las que se enfrenta la materialización de este tema son de carácter económico y social, la primera por el coste adicional que supone a las empresas el adecuar las instalaciones a las cada día más rígidas disposiciones legislativas y por otro, existe una clara limitación social por el rechazo en muchas ocasiones de los propios trabajadores a adoptar medidas preventivas que afectan a su seguridad. En este caso en particular se confía plenamente en el apoyo de la Administración para una materialización a corto plazo. El grado de concienciación en nuestro país es elevado y la posición intermedia, aunque aún queda mucho camino por recorrer para equipararnos con el resto de países europeos.

**Tema 23:** La mejora continua de aditivos a bajo coste y con mayor concienciación medioambiental obligará a modificar formulaciones y procesos: ignifugantes libres de halógenos; sustitución de pigmentos, lubricantes y otros aditivos (biocidas, fungicidas, etc.) en base a metales medios y pesados por colorantes y opacificantes (tipo partículas loop, etc.)

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Social / económica	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	3	3	45%	41%

El crecimiento que ha experimentado la industria de los plásticos ha provocado la necesidad de proporcionar aditivos de alta calidad y menor coste para asegurar que los plásticos puedan ser procesados más eficientemente y conseguir especificaciones más altas y amplias que antes. En los últimos años ha habido gran actividad en este campo donde las divisiones químicas de las principales multinacionales han cambiado de mano o han establecido alianzas, por lo cual se ha intensificado la competencia y la presión de los precios.

Por otro lado, se está trabajando en hacerlos más aceptables medioambientalmente: aditivos

seguros con un mínimo impacto ambiental a que todos los aditivos están sujetos a algún tipo de control regulatorio.

La directiva de vertederos tendrá implicaciones en la aditivación de los plásticos por lo que es necesario más cooperación entre legisladores e industria. La evaluación del riesgo tiene que ser seguida por programas de reducción del riesgo en el contexto actual, el camino a seguir es desarrollar sistemas de evaluación o análisis del ciclo de vida y nuevos conceptos de evaluación del riesgo. Estos programas ya están teniendo lugar para algunos retardantes de llama, disolventes y otras especies volátiles lo cual origina dudas acerca de su viabilidad a largo plazo.

**Tema 56:** Se prohibirá la incineración de residuos plásticos si con ello no se obtiene recuperación de energía

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativa / normativas	Estímulos económicos/fiscales de la Administración
2	2	2	2	30%	38%

La diversidad de materiales plásticos empleados, así como la extensión en el uso de materiales compuestos y multicapa y el poco desarrollo de métodos para reciclarlos, hacen que la incineración resulte ser la vía más beneficiosa económicamente para la eliminación de residuos. La valorización energética, a través de la incineración se constituye como el principal medio de recuperación de residuos plásticos ya que se puede aprovechar el alto poder calorífico de los residuos plásticos no aptos para el reciclado, para aplicarse en calefacción o energía eléctrica. Además la producción de energía a partir de estos residuos contribuye a un desarrollo sostenido, favoreciendo la sustitución de las fuentes de energía fósiles y con un mínimo impacto en el medio ambiente. Además, no existe demanda efectiva de polímeros regenerados y existe en la actualidad una saturación del mercado de reciclado mecánico.

Para ello es necesario que cada municipio gestione sus residuos y los reutilice en beneficio propio (suministro de energía) Una vez superado el actual rechazo social que provocan las incineradoras, su implantación en todos los municipios tendrá un doble beneficio: fuente de energía continua para los propios municipios y evitar el tan caro transporte de basuras y los vertederos.

Las principales **limitaciones** son la falta de infraestructuras apropiadas, y el elevado precio que supone instalar incineradoras, se han de optimizar los procesos (filtros, control de emisiones y de temperatura) y superar el rechazo social. Para avanzar en este campo se confía plenamente en la Administración para que en colaboración con las empresas puedan llevar a cabo una adecuada gestión de residuos.

## II.5.2. Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
53	Gran desarrollo en la utilización de materiales recuperados con aplicaciones diferentes a las originales.	55%	3.78
52	Regeneración y revalorización de materiales reciclados gracias al desarrollo de elastómeros y materiales compuestos fácilmente reciclables.	52%	3.69
54	La evolución de las reglamentaciones sobre los residuos sólidos urbanos (RSU) obligará a utilizar material plástico reciclado en la fabricación de envases y embalajes lo que conllevará cambios sustanciales en los procesos: diseños de pieza afines a las características de los nuevos materiales; utilización de un único material en los envases de dos o más componentes; desarrollo de embalajes retornables; mayor fiabilidad y regularidad en la calidad del plástico reciclado.	53%	3.82
7	Una gran parte de los materiales utilizados en biomedicina serán plásticos debido al incremento en las aplicaciones (tanto componentes de alta tecnología como productos sencillos de bajo coste).	59%	3.55
55	Optimización y mejora de los procesos de marcaje, separación, lavado y reciclado de residuos plásticos post-consumo mediante la identificación en origen de los moldeados y la automatización del proceso, para lo que previamente se reducirá el número de tipos a utilizar.	53%	3.66
20	Desarrollo de materiales para envase activo que permiten aumentar el tiempo de vida útil de los productos que contienen.	57%	3.44
8	Exploración de nuevas materias primas, diferentes a las derivadas del petróleo y de la carboquímica, como fuente de suministro para la fabricación de materiales plásticos y compuestos.	50%	3.40
18	Optimización de nuevos materiales y tecnologías para envases multicapa y barrera cuyo uso se extenderá a otros campos además del alimentario, como son el envasado de productos químicos, insecticidas y depósitos de suministro de combustible.	49%	3.58

El consumo y utilización de materias plásticas ha manifestado un notable crecimiento en los últimos 30 años. Esta positiva evolución está relacionada con la gran versatilidad de las materias plásticas y con un número prácticamente ilimitado de aplicaciones, incluyendo aquellas posibles o futuras (**Temas 7, 18 y 20**), en virtud de los elevados niveles cualitativos y técnicos alcanzados y de un impacto medioambiental sustancialmente positivo. Pero la elevada producción y acumulación de materiales plásticos constituye actualmente un motivo de gran preocupación ya que más del 25% en volumen de los residuos sólidos están constituidos por plásticos, los cuales representan además una amenaza para muchos ecosistemas.

La industria transformadora europea solicita que las reglas estén estructuradas y armonizadas en un contexto de políticas a medio y largo plazo, basadas en experiencias prácticas. Este criterio es necesario para evitar distorsiones desde el punto de vista de la competitividad y para brindar a las empresas mayor seguridad en la plani-

ficación de sus inversiones orientadas a mejorar tanto el nivel tecnológico como el impacto ambiental de los diversos procesos productivos sin tener que correr riesgos financieros excesivos.

Se requiere que la Administración local colabore garantizando el reciclado y valorización mediante posturas como la reducción en origen, la gestión integral de los residuos plásticos, la valorización energética y la no-incineración sin control. Las medidas tomadas para preservar el medioambiente deben asentarse según un orden jerárquico, primero prevenir (**Tema 52**), luego reutilizar y reciclar (**Tema 54**), y finalmente aprovechar el producto resultante de un reciclado no integral para uso distinto (**Tema 53**). Contrarios a la incineración siempre que se cumpla previamente una recuperación selectiva de materiales (**Tema 55**), se use solo en materiales que cumplan normas de aptitud para la valorización energética y solo cuando la incineración se realice en instalaciones de absoluta garantía (**Tema 56**)

### II.5.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 53: Gran desarrollo en la utilización de materiales recuperados con aplicaciones diferentes a las originales.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
3	3	3	3	36%	39%

Como resultado del significativo aumento en el uso de materiales plásticos que han experimentado las aplicaciones de los sectores eléctrico, automoción y embalaje, la conciencia de la sociedad en lo concerniente a los efectos medioambientales también ha crecido. Así, las

legislaciones empujan de forma primaria a incrementar la responsabilidad de los productores, obligando a todos los miembros de la cadena de producción y distribución a tener objetivos ambiciosos de reciclado.

Actualmente el mercado de los polímeros reciclados está bastante subdesarrollado, los procesos y nuevos productos finales obtenidos tienen necesidad de alcanzar beneficios a medio plazo. Para ello, la valorización del plástico debe ser económicamente válida, y la calidad del material recuperado debe ser tal que permita aprovechar plenamente las oportunidades y potencialidades del mercado. El precio de las materias primas volátiles, la impredecible calidad e insuficiente producción continua, el desequilibrio entre la cantidad de residuos plásticos disponibles y la demanda de productos hechos con los mismos y disposiciones legislativas que prohíben el uso de ciertos materiales en contacto con

alimentos, son los factores que impiden el desarrollo de esta industria.

Debido a la diferencia en las legislaciones nacionales, el desarrollo del mercado no es uniforme para los distintos países, sin embargo, en vista de los esfuerzos de unificación de la Comisión Europea (normativas de embalaje, de baterías, de residuos procedentes de la industria eléctrica y electrónica, etc.), así como de las rigurosas iniciativas nacionales, se predice un crecimiento del mercado del plástico reciclado con la expectativa de establecer un sistema de ciclo cerrado con la producción y evitar el gasto de desplazarlo a vertederos.

**Tema 52: Regeneración y revalorización de materiales reciclados gracias al desarrollo de elastómeros y materiales compuestos fácilmente reciclables.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	2	38%	41%

El diseño de un producto para mejorar su calidad y facilitar el reciclado es vital para alcanzar niveles altos de reciclado. Se tiende hacia el diseño de productos basados en la aplicación de herramientas de análisis de ciclo de vida económico y medioambiental con el objetivo de aumentar su reciclabilidad. También se están desarrollando métodos que mediante la aditivación permiten eliminar del ciclo de reciclado las caras operaciones de separar, limpiar y descontaminar. Con ello será mucho más fácil y barato reprocesar el granulado plástico con muy poco impacto en sus propiedades físicas para

aplicaciones en que la estética o esterilidad no son importantes.

Por otro lado, las nuevas regulaciones medioambientales, la introducción de sistemas de compostaje en el tratamiento de residuos y las limitaciones referentes a vertederos han potenciado proyectos de I+D sobre polímeros biodegradables. Aunque el mercado no es muy competitivo se espera que cambie en los próximos años ya que los materiales degradables pueden ser una alternativa perfectamente viable

en determinados ámbitos, como medicina, agricultura y embalaje, donde existen problemas de reciclado y recogida.

En el diseño de estos materiales debe garantizarse siempre su estabilidad estructural y funcional durante el procesado, almacenaje y uso en la aplicación para la cual han sido diseñados. Se dispone de un corto número de normas regladas, que además son muy simples y similares entre sí. Las materias plásticas biodegradables

pueden ser consideradas una opción útil, pero no pueden sustituir los materiales tradicionales, ya que pueden ser utilizadas solo cuando la biodegradabilidad representa una propiedad deseable y funcional en beneficio del ambiente. Estas ventajas sólo son posibles si la recogida y el tratamiento de este tipo de plástico se realizan por separado. Es importante no mezclarlo con plástico convencionales y por ello es necesario identificarlos claramente en el heterogéneo flujo de residuos plásticos, mediante sistemas sensibles y apropiados.

**Tema 54: La evolución de las reglamentaciones sobre los residuos sólidos urbanos (RSU) obligará a utilizar material plástico reciclado en la fabricación de envases y embalajes lo que conllevará cambios sustanciales en los procesos: diseños de pieza afines a las características de los nuevos materiales; utilización de un único material en los envases de dos o más componentes; desarrollo de embalajes retornables; mayor fiabilidad y regularidad en la calidad del plástico reciclado.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Estímulos económicos/fiscales de la Administración
3	3	3	3	34%	35%

Los nuevos parámetros del entorno industrial, además de los ya existentes de regulaciones administrativas e industriales y los de mercado que son los que rigen el actual sistema de recogida-capacidad-demanda, vienen provocados por la futura exigencia de dar un mayor tratamiento a la valorización de materiales post-consumo y especialmente a los procedentes del envase y embalaje. Dando por bastante resuelta la recuperación de restos industriales, queda por mejorar la recuperación de la fracción de plásticos post-consumo doméstico o de residuos sólidos urbanos. Con ello se ha creado la expectativa de

que la recogida selectiva de los residuos sólidos urbanos permitirá recoger más plásticos y de forma más eficiente, evitando su destino a vertedero, pero al que habrá que gestionar su valorización y darle una aplicación (crearle un mercado) con el reciclado mecánico, energético o químico.

El adecuado tratamiento de los plásticos post-consumo tiene una importancia fundamental para el futuro del sector. Los planes presentes y futuros deben permitir a la industria alcanzar el objetivo absorbiendo los menores costes posibles,

al tiempo que deben estar basados en una amplia gama de instrumentos para su aplicación. Los criterios para la gestión de los RSU deben tener en cuenta los volúmenes y características de los diversos tipos de desechos, facilitar la colocación de los residuos, crear un censo detallado de recicladores que facilite la canalización, fomentar la tecnología de reciclado y ampliar los mercados de aplicación.

El concepto pensar globalmente y actuar local-

mente debe ser parte integrante de una política de gestión de residuos correcta y moderna. En la actualidad no existe ningún enfoque global del problema. Los transformadores europeos solicitan que las políticas estén basadas tanto en criterios de prevención y reducción como en amplios sistemas integrados de recuperación de materias plásticas usadas, que comprenden la reutilización, la valorización térmica, el reciclaje mecánico y químico, además de la degradación biológica.

**Tema 7: Una gran parte de los materiales utilizados en biomedicina serán plásticos debido al incremento en las aplicaciones (tanto componentes de alta tecnología como productos sencillos de bajo coste).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	3	2	49%	41%

Los plásticos se emplean en los ámbitos más diversos de la medicina aptos para construir innumerables objetos de alta resistencia con características funcionales específicas. Su aplicación abarca desde componentes de alta tecnología hasta productos sencillos de bajo coste. El desarrollo de plásticos biocompatibles y puros que pueden resistir muchos ciclos de esterilización, permite la sustitución de los materiales convencionales como el vidrio o metales no férricos en instrumentación quirúrgica ofreciendo una mayor versatilidad en el diseño y prevención de contagio.

El sector médico se ha revelado como uno de los mercados con más potencial de crecimiento

gracias a los progresos que la cirugía micro-invasiva ha hecho en los últimos años. Esta tendencia seguirá indudablemente en el futuro gracias a los desarrollos en procesos como la miniaturización de componentes electrónicos, el moldeo de paredes delgadas, moldeo de insertos y el micromoldeo así como la avanzada capacidad de diseño vía software, el desarrollo de prototipado rápido e incluso los programas de realidad virtual que pueden hacer posible el desarrollo de una nueva generación de aparatos que permiten aplicaciones como el desarrollo de chips encapsulados para implantaciones quirúrgicas, sistemas de liberación local de medicamentos y otros sistemas de control.

Las principales **limitaciones** son de carácter tecnológico y van unidas al desarrollo de otras tecnologías como son el micromoldeo (**Tema 33**), el moldeo de piezas de paredes extremadamente delgadas (**tema 40**), el moldeo con insertos (**tema 1**) y el desarrollo de materiales biocompatibles y de nuevos materiales homologados para aplicaciones médicas (**Tema**

**52**). Otras limitaciones son las exigencias de fabricación de productos médicos (reglamentaciones FDA, USP...) que afectan tanto al fabricante de moldes como a lo que concierne a la periferia para la fabricación y el estrecho margen de tolerancias con las que se mueven en este campo y que el diseñador y el transformador han de tener en cuenta.

**Tema 55: Optimización y mejora de los procesos de marcaje, separación, lavado y reciclado de residuos plásticos post-consumo mediante la identificación en origen de los moldeados y la automatización del proceso, para lo que previamente se reducirá el número de tipos a utilizar.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económica	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	3	3	3	32%	35%

Hace unos años, el reciclado podía calificarse como una industria auxiliar de la transformadora. Actualmente, este sector toma relevancia como actividad de servicios, con dos etapas diferenciadas: la de recogida o recuperación y la de valorización o reciclaje. La Unión Europea está desarrollando al respecto iniciativas de reciclaje sobre la necesidad de fomentar la recogida selectiva y la reutilización de plásticos, evitando que queden depositados en los vertederos.

Cuando el procesado de residuos se realice con rapidez y de forma sencilla, el coste del reciclaje disminuirá y los materiales de recuperación podrán competir con los materiales nuevos. Es necesario una optimización de procesos de separación y reciclado, mejorando sobretudo en su automatización. Para ello los polímeros deben ser identificados en origen, ser seleccionados en volúmenes apropiados, adecuadamente pre-

parados y limpios. Además se han de establecer niveles cualitativos estándar que permitan la utilización de material reciclado o virgen basándose en criterios de adecuación a la función; mejorar técnicamente y desde el punto de vista logístico los sistemas y los centros de separación y selección de residuos plásticos destinados al reciclaje, adecuando, asimismo, los sistemas ya instalados. Las distintas posibilidades de valorización que se abren con el reciclaje energético y el químico harán necesario establecer especificaciones técnicas para cada uno de los materiales residuos, ya sean monoproducción o mezclas de post-consumo. También se impone la aplicación de normativa para caracterización de las granzas de reciclado con implantación de sistemas de aseguramiento de calidad. Falta encarar los conceptos de malas propiedades e imagen de los productos reciclados que algunos sectores insisten en prodigar.

**Tema 20: Desarrollo de materiales para envase activo que permiten aumentar el tiempo de vida útil de los productos que contienen.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
2	2	2	3	54%	33%

El envase activo es uno de los conceptos más innovadores del envasado que se ha introducido en los últimos años. Se define como un tipo de envase que cambia las condiciones del envasado durante la duración de la vida útil del producto, mejora su seguridad, o las propiedades sensoriales y mantiene la calidad del alimento.

La extensión de su uso en Europa está limitada por restricciones legislativas y desconocimiento del producto, pero también tiene aun fuertes **limitaciones** tecnológicas. La posición de España en este aspecto no es muy relevante excepto en lo que se refiere a capacidad de comercialización.

**Tema 8: Exploración de nuevas materias primas, diferentes a las derivadas del petróleo y de la carboquímica, como fuente de suministro para la fabricación de materiales plásticos y compuestos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
1	1	1	1	56%	38%

La idea de utilizar materiales de origen natural como fuente alternativa al petróleo en la producción de plásticos no es nueva, pero mientras la nafta, principal materia prima petroquímica, continúe siendo barata no es una vía económicamente viable. Hoy ningún experto niega que debemos hablar de más de cien años de reservas de petróleo y gas natural. Aunque evidentemente hablamos de un recurso fósil no renovable, el futuro de la industria petroquímica esta asegurado, por lo que respecta al aprovisionamiento. Es por ello que el desarrollo de nuevas materias diferentes de aquellas derivadas del petróleo y la

carboquímica están siendo investigadas y se encuentran, hasta cierto punto, avanzadas pero no evolucionarán mientras haya disponibilidad de nafta.

En respuesta a las necesidades futuras sobre un uso inteligente y ecológico de los recursos naturales renovables las investigaciones se centran en el desarrollo de nuevos oligómeros basados en los abundantes recursos agrícolas como grasas y carbohidratos. Se han desarrollado biopolímeros a partir de la celulosa y semillas de soja que poseen claridad, dureza y pueden ser

procesados como el plástico. Estos materiales parecen ser completamente biodegradables, pero actualmente el bajo precio del petróleo hace que estos bioplásticos no puedan competir económicamente con los plásticos tradicionales derivados del petróleo y además sería necesario

adaptar toda la industria para producirlos a gran escala. De todas maneras desarrollar vías alternativas es algo que está en manos de las grandes multinacionales y el desarrollo en nuestro país es básicamente nulo.

**Tema 18: Optimización de nuevos materiales y tecnologías para envases multicapa y barrera cuyo uso se extenderá a otros campos además del alimentario, como son el envasado de productos químicos, insecticidas y depósitos de suministro de combustible.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
3	3	3	3	45%	39%

El moldeo por inyección de sistemas multicapa es uno de los sectores que está evolucionando a mayor velocidad, con una enorme versatilidad, que va desde los sistemas porosos aislantes térmicamente, hasta los sistemas altamente impermeables tanto al vapor de agua como a los gases. Los polímeros barrera han tenido un gran impacto en la industria del envasado de alimentos debido a que ofrecen ventajas de flexibilidad, transparencia y buenas propiedades barrera para una gran variedad de gases. Pero también se están desarrollando nuevas aplicaciones farmacéuticas y médicas, géneros manufacturados duraderos, panelados de puertas de neveras y tanques de gasolina.

Las crecientes innovaciones en las industrias de alimentación, medicamentos, suministros médicos y las acciones llevadas a cabo por grupos de consumidores y entidades han implantado nuevas normativas y requisitos cada día más rigurosos para el envasado en plásticos han favorecido la extensión en el uso de sistemas multicapa.

Un mayor crecimiento en las aplicaciones tendrá que esperar nuevos desarrollos tecnológicos con una buena relación eficacia/costo. Se han de superar una serie de **limitaciones** tecnológicas como son la uniformidad de espesor total de las películas y de cada capa para garantizar una barrera homogénea y excelentes prestaciones en la laminación; planaridad perfecta de la película para garantizar velocidad y rendimiento elevado en fase de laminación; brillo y transparencia elevados para valorizar al máximo la impresión de las películas de soporte; mejorar prestaciones de la capa barrera; conseguir características soldables, pelables, antiniebla, según las prestaciones requeridas. Las tendencias en el futuro están encaminadas a conseguir plásticos más rígidos con características estructurales, solucionar los problemas estéticos y de impacto ambiental y tecnologías de fabricación y desarrollo de polímeros desde un punto de vista de diseño de estructura molecular para solucionar problemas de comportamiento asociados con barrera de oxígeno marginal y resistencia de temperatura. Además, estos materiales de altas prestaciones son caros.

## II.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

### II.6.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el empleo	Índice de Grado de importancia
62	Actividades de formación continua en el campo de los materiales plásticos y compuestos, logística industrial, utillaje y calidad, mediante programas de transferencia de habilidades trasladando a los trabajadores experimentados periódicamente y realizando acciones correctoras sobre los programas docentes.	38%	3,8
60	La atención al cliente, sea éste quien fuera, incrementará su importancia, por lo que la logística de distribución externa y la responsabilidad del producto serán aspectos prioritarios.	33%	3,82

Sólo dos temas tienen una incidencia destacable en lo que se refiere al empleo y los dos se considera que se materializarán a corto plazo (antes del 2004). Como ya hemos mencionado anteriormente, aunque la innovación tecnológica requiere la incorporación de personal especializado y preparado al efecto, no implica una masiva generación de puestos de trabajo, podríamos hablar más en términos de calidad del personal que de cantidad, ya que la implantación de estas técnicas supone una modernización en los procesos productivos y requiere incorporación de

personal especializado, escaso en la actualidad, y reciclaje del actual. De hecho estos dos temas hacen referencia a la formación profesionalizada y a los servicios de atención al cliente, dos temas que hoy en día están en el punto de mira de toda empresa transformadora. El primero por la dificultad con que se enfrentan las empresas a la hora de encontrar personal especializado, y el segundo por la elevada competitividad del sector, que obliga a considerar prioritario la atención al cliente para hacerse con un nicho de mercado.

#### II.6.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 62:** **Actividades de formación continua en el campo de los materiales plásticos y compuestos, logística industrial, utillaje y calidad, mediante programas de transferencia de habilidades trasladando a los trabajadores experimentados periódicamente y realizando acciones correctoras sobre los programas docentes.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económico/fiscales de la Administración
2	3	2	2	48%	35%

Desde hace algún tiempo ya se están aplicando medidas correctoras en los planes de formación tanto en lo que se refiere a programas universitarios como al impulso de la formación profesional. Para resolver este grave problema con el que se ha enfrentado la industria transformadora de plásticos en los últimos años se recomienda especialmente los estímulos económico-fiscales por parte de la Administración.

Las empresas necesitan personal cualificado tecnológicamente y muy especializado, con lo que la demanda de cursos de formación sobre temas muy concretos para sus empleados es

creciente. Asimismo, para mejorar sus niveles de competitividad necesitan centros que colaboren y apoyen sus proyectos de I+D y en la adquisición de equipamiento y tecnología adaptar las tecnologías con el objetivo de transferirlo a las empresas en función de sus necesidades particulares. La mayoría de las hipótesis planteadas no se pueden llevar a cabo sin que exista un adecuado nivel de formación del personal de las empresas, ya que generalmente no podrá existir colaboración con centros tecnológicos y de investigación ni con empresas exteriores si no existen interlocutores sólidos al tratarse de un sector altamente profesionalizado.

**Tema 60: La atención al cliente, sea éste quien fuera, incrementará su importancia, por lo que la logística de distribución externa y la responsabilidad del producto serán aspectos prioritarios**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Incorporación de científicos y tecnólogos en empresas y acciones de formación
3	3	3	3	41%	27%

La calidad es un concepto que ha surgido como consecuencia de la competitividad y de la mejora y afán de superación de las empresas en sus productos y servicios. Para afrontar de forma competitiva la globalización de mercados y la presión de las grandes multinacionales, las PYMES son conscientes de que la calidad, la personalización de los productos fabricados y la atención al cliente son aspectos prioritarios para conseguir hacerse un hueco en el mercado. Cada vez tiene más importancia el valor añadido que suponen los recursos de apoyo tecnológico, servicios de diseño técnico y proyectos de productividad del cliente. El objetivo principal a corto plazo es, en primer lugar, dar mejor respuesta a la necesidad de cada cliente con recursos técnicos para desarrollar soluciones personalizadas que respondan siempre a las expectativas, vender soluciones tanto a medida como estándar a prestigiosas empresas de los más diversos sectores. En segundo lugar, es importante asegurar la calidad de los servicios pre y posventa con

una buena gestión y coordinación entre los departamentos comercial y técnico.

Es necesario invertir mucho en calidad (ISO 9002 y 14001), objetivos como certificaciones EFQM y en I+D, laboratorios perfectamente equipados para alta investigación lo que junto con los estrictos controles de calidad, será esencial para mantener el prestigio.

Para afrontar las importantes *limitaciones* económicas que esto supone para las pequeñas y medianas empresas se recomiendan todo tipo de medidas: incorporación científicos y tecnólogos (27%), cooperación con centros tecnológicos (25%), colaboración con empresas exteriores (19%) y estímulos económico/fiscales de la Administración (18%). La autoevaluación que las empresas españolas, en su mayoría PYMES, hacen de sí mismas es en este aspecto bastante positiva.

## II.7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE

Recordemos que para cada uno de los temas, los expertos debían otorgar una valoración entre 1 y 4 en cada una de las capacidades sometidas a su opinión (capacidad científica y tecnológica, capacidad de innovación, capacidad de producción y capacidad de comercialización). Entre los cuatro valores discretos ofrecidos como formato de respuesta, las puntuaciones 1 y 2 corresponderían a una capacidad menos favorable, las puntuaciones 3 y 4 corresponderían a una capacidad favorable de las empresas españolas en relación a las europeas.

De esta manera, a cada tema le corresponden cuatro modas (aquellas puntuaciones registradas con la mayor frecuencia entre los expertos consultados), una para cada capacidad juzgada.

Pues bien, para la selección de los temas del cuestionario en los que la posición de las empresas españolas es más favorable, se ha optado por recurrir al Índice de Posición (IP) resul-

tante de la suma de las cuatro modas obtenidas para las cuatro capacidades propuestas al juicio de los expertos. De esta manera respetamos los valores discretos que aparecen en el formato de respuesta del cuestionario.

Así, se obtienen unos valores, para el IP, que pueden variar en el intervalo [4-16], que correspondería al mínimo posible (cuatro valores de 1 en las cuatro modas) y al máximo posible (cuatro valores de 4 en las cuatro modas).

Para la interpretación de los resultados se han establecido los siguientes sub-intervalos de variación para este índice:

IP = [4-6]: Posición muy desfavorable.

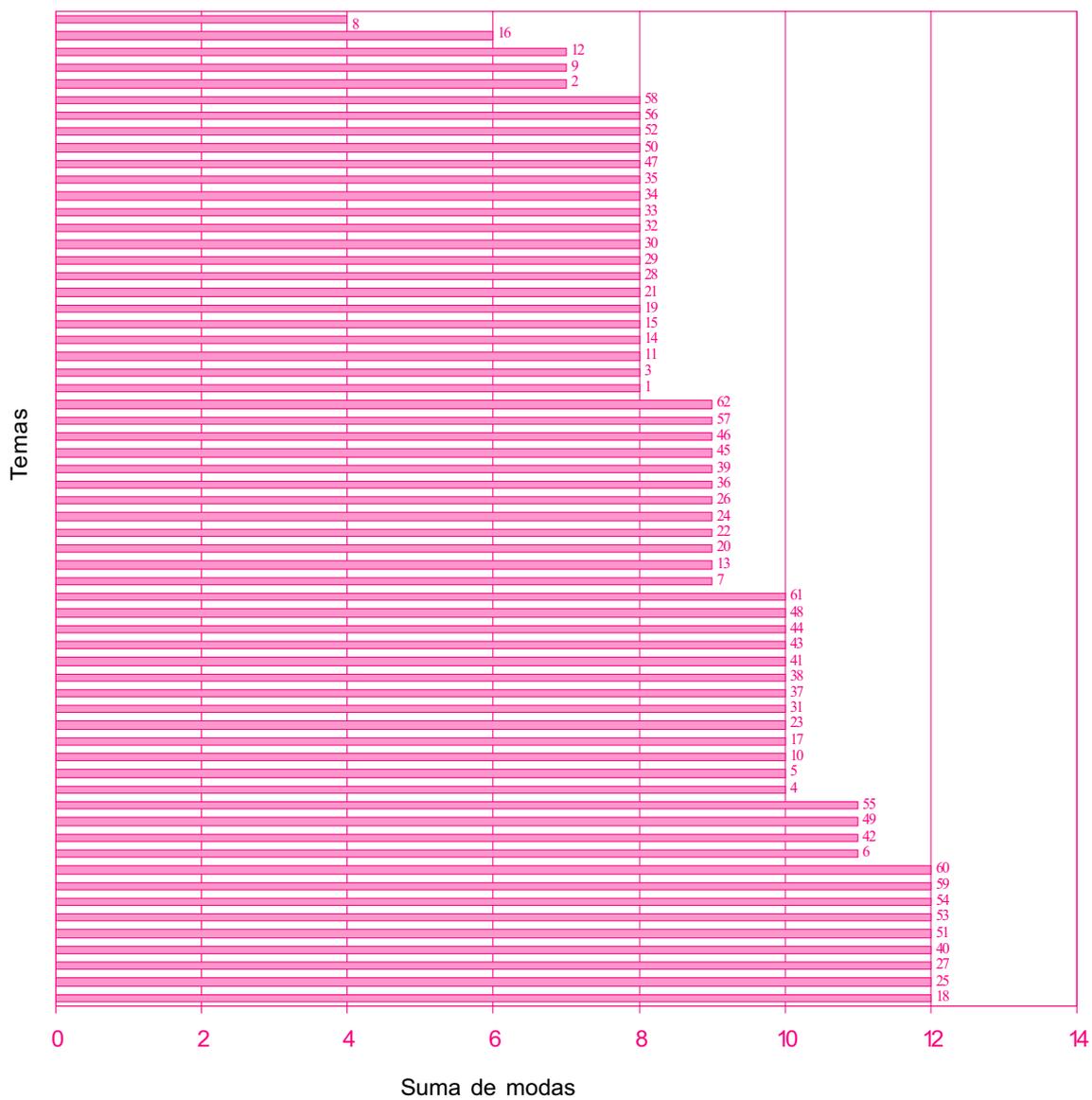
IP = [7-9]: Posición desfavorable.

IP = 10: Posición media.

IP = [11-13]: Posición favorable.

IP = [14-16]: Posición muy favorable.

Figura 7.1: Temas ordenados según el valor de Índice de Posición (Ip)



A la vista de los resultados obtenidos con la indexación de la posición de España respecto a otros países los resultados son concluyentes. De los 62 temas planteados en 36 se considera que la posición de España es desfavorable o muy desfavorable. En 13 se considera que la posición es media. Únicamente en 13 temas la posición es favorable y en ningún caso se considera la posición como muy favorable.

En global podemos concluir que la posición del sector de transformación de plásticos en España es bastante desfavorable en el marco internacional. Este sector es muy consciente de sus limitaciones y de que ha de hacer un gran esfuerzo innovador para seguir siendo competitivo. Este grado de conciencia y realismo es bueno para incentivar y estimular los desarrollos tecnológicos innovadores para lo que se confía más en la cooperación con centros de investigación y tecnológico que no en la colaboración con em-

presas exteriores. Todas las empresas españolas del sector están plenamente preparadas para crecer y elaborar cualquier producto y artículo por complejo que parezca con los medios actuales, ya que cuentan con una capacidad tecnológica ilimitada para la producción y posterior transformación de los plásticos.

Entre los temas en los que la posición es más desfavorable destacan aquellos que hacen referencia al desarrollo de nuevos materiales y sistemas de producción de alta tecnología como son el láser, sistemas inteligentes, procesos de Rapid Tooling y Rapid Prototyping, simulación de procesos y aplicación de sistemas computerizados en el diseño y la transformación.

Aquellos en los que la posición de España es más destacada se detallan a continuación:

**Temas en los que la posición de España es más destacada**



Nº Tema	Tema	Indice de posición	Fecha de materialización
18	Optimización de nuevos materiales y tecnologías para envases multicapa y barrera cuyo uso se extenderá a otros campos además del alimentario, como son el envasado de productos químicos, insecticidas y depósitos de suministro de combustible.	12	2005-2009
25	Los moldistas/matriceros convencionales se reconvertirán en talleres especializados en la construcción de moldes de inyección.	12	2005-2009
27	Desarrollo y aplicación de un software específico para mantenimiento predictivo, en máquinas y moldes, en sustitución del mantenimiento preventivo.	12	1999-2004
40	La tecnología de transformación experimentará desarrollos importantes por la tendencia clara hacia el ahorro de material por razones de coste, reducción de peso y reducción de productos desechables.	12	1999-2004
51	Aplicación y desarrollo de técnicas de fractura.	12	2005-2009
53	Gran desarrollo en la utilización de materiales recuperados con aplicaciones diferentes a las originales.	12	2005-2009
54	La evolución de las reglamentaciones sobre los residuos sólidos urbanos (RSU) obligará a utilizar material plástico reciclado en la fabricación de envases y embalajes lo que conllevará cambios sustanciales en los procesos: diseños de pieza afines a las características de los nuevos materiales; utilización de un único material en los envases de dos o más componentes; desarrollo de embalajes retornables; mayor fiabilidad y regularidad en la calidad del plástico reciclado.	12	2005-2009
59	Desarrollo y aplicación de un software técnico de gestión, que permita disponer en todos los departamentos de los parámetros técnicos de un producto y gestionar la producción en planta.	12	1999-2004
60	La atención al cliente, sea éste quien fuera, incrementará su importancia, por lo que la logística de distribución externa y la responsabilidad del producto serán aspectos prioritarios.	12	1999-2004
6	El uso de los plásticos de altas prestaciones, ya cruciales en las áreas de transporte como la espacial o los coches de competición, se irá extendiendo al transporte diario con el desarrollo de plásticos para carrocerías de automoción y otras aplicaciones industriales.	11	2005-2009
42	Desarrollo de los procesos de fabricación de materiales compuestos vía líquida (moldeo por transferencia de resina, tecnología de infusión, etc.)	11	1999-2004
49	Mejora de los sistemas de pintado de plásticos: sustitución del disolvente de pinturas y barnices por agua, generalización del uso de paneles de infrarrojos catalíticos en sustitución de los túneles de secado convencionales y utilización de plásticos cargados para el pintado mediante el sistema electroestático.	11	1999-2004
55	Optimización y mejora de los procesos de marcaje, separación, lavado y reciclado de residuos plásticos post-consumo mediante la identificación en origen de los moldeados y la automatización del proceso, para lo que previamente se reducirá el número de tipos a utilizar.	11	2005-2009

Muchos de ellos ya han sido discutidos en apartados anteriores. Únicamente destacar que muchos de los temas hacen referencia al reciclado y la gestión integral de residuos. En estos temas nos autocalificamos en una buena posición debido, entre otras cosas a que España ocupa el séptimo lugar en lo que se refiere a consumo de plásticos en el mundo. La elevada generación

de residuos plásticos ha creado una gran concienciación social que se traduce incentivando el desarrollo de iniciativas y legislaciones para paliar que éstos permanezcan en vertederos.

También destacar que el sector de la automoción en nuestro país es bastante agresivo en la evolución de las tecnologías.

## II.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mirando al futuro, la industria de los plásticos seguirá creciendo en los próximos años ya que el esfuerzo en I+D de las compañías, además de la propia demanda augura un buen futuro. A largo plazo las pequeñas y medianas empresas coexistirán con las grandes multinacionales aunque con estrategias diferentes y basándose en conceptos como producción personalizada y calidad. No existe una aproximación estándar al éxito, pero al menos los transformadores deben tener presente que en el actual mercado supercompetitivo, un poco de prospectiva, creatividad y flexibilidad es la fórmula para garantizar un avance innovador y la supervivencia en mercados internacionales.

Las exigencias técnicas, los constantes cambios de diseño, la personalización de productos y la competencia internacional son las fuerzas motoras de la innovación en la industria de transformación de plásticos en nuestro país y marcan las tendencias de futuro:

1. Desarrollo en nuevos compuestos con propiedades mecánicas mejoradas que buscan penetrar en aplicaciones estructurales. Uno de los grandes obstáculos que la industria española ha de superar es la falta de agilidad para admitir la utilización de nuevos materiales. (temas 10 y 11)

2. Potencial de los plásticos para reemplazar a otros materiales en numerosas áreas de aplicación. La industria transformadora ha de ser activa reconociendo oportunidades de sustitución potencial, hallando soluciones innovadoras y estableciendo ejemplos que ayuden a obtener la aceptación del cliente. (temas 6, 7, 18, 20, 33)

3. Tendencia a la implantación de todas aquellas tecnologías que permitan acortar el ciclo de desarrollo de nuevos productos. Desarrollo de software y técnicas que convierten con rapidez los objetivos del cliente en acciones de producción para poder operar en paralelo. (temas 1, 2, 24)

4. La industria de transformación requiere de las más modernas tecnologías de información y control de proceso para mantener la productividad, fiabilidad y calidad de los productos a un mínimo coste. Por un lado habrá un gran desarrollo de sistemas informáticos para optimizar las funciones de diseño, control de proceso, control de calidad y gestión. Por el otro, mejorarán los procesos de fabricación y control mediante el uso de sensores, láser y avances en control de calidad on-line. (temas 29, 30, 32 y 47)

5. Mejora de los procesos de fabricación para proteger la seguridad, salud y el entorno con una clara tendencia a optar por tecnologías limpias y de bajo coste energético. (temas 26 y 61)

6. El principio que debe guiar cualquier diseño es la idoneidad para el propósito y el aumento de la reciclabilidad. El diseño y el uso de materiales deben conocer estas etapas y la tecnología disponible. Se ha detectado una actitud activa del sector en cuanto a la reducción en origen, la gestión integral de residuos plásticos y la no-incineración sin control. Hay dos factores que van a cambiar drásticamente la situación actual: los avances técnicos en plásticos, diseño y fabricación, y la gestión integral de residuos para obtener ciclos cerrados de producción. (temas 23, 40, 52, 53, 54, 55 y 56)

7. Las empresas se han de enfrentar a la globalización de los mercados con flexibilidad y especialización. Han de tener agilidad para incorporar innovaciones de forma constante y cambiar según las exigencias del cliente, y capacidad de colaborar para innovar mediante el establecimiento de alianzas para explotar la oportunidad. Con este objetivo se extenderá el uso de sistemas de software integrados que proporcionen conexión entre todos los componentes de la cadena de producción y habrá una aceptación por parte de las PYMES de nuevos conceptos de mercado como la utilización de portales de Internet. (temas 3, 59, 60)

8. La cooperación entre la industria y los centros de investigación y tecnológicos es fundamental para el desarrollo de nuevas líneas de investigación que permitan la implantación efectiva de tecnologías innovadoras en las empresas del sector. Esta cooperación precisa de trabajadores especializados con un adecuado nivel de formación en las empresas, ya que generalmente no podrá existir colaboración con centros tecnológicos y de investigación, ni con empresas exteriores, si no existen interlocutores sólidos. (tema 62)

Este estudio de prospectiva ha permitido determinar la especial relevancia de diversas líneas de evolución tecnológica. Siempre desde el punto de vista industrial, las tendencias más destacadas en lo que se refiere al futuro del sector podrían resumirse en:

#### **Período 1999-2004**

- Acortar el tiempo de lanzamiento de productos al mercado con la implantación de nuevas tecnologías (*Rapid Prototyping, Rapid Tooling y Virtual Prototyping*)
- Soporte informático para diseño de pieza, simulación de procesos de transformación, control de proceso y ciclo de vida completo.
- Moldeo de precisión de paredes delgadas.
- Desarrollo de estándares para nuevos tipos de fabricación, procesos de acabado y tecnologías de control.

#### **Período 2005-2009**

- Ampliación del campo de aplicación y mejoras en la fabricación de materiales compuestos
- Incremento de la aplicación de los plásticos en microtecnología y biomedicina.
- Máquinas de inyección eléctricas.
- Automatización de procesos mediante el desarrollo de sistemas de control y utillajes inteligentes.
- Reducción del impacto medioambiental a través de la investigación y la búsqueda de nuevas técnicas y materiales para el reciclado.

## II.9. ELABORACIÓN DE ESCENARIOS DE FUTURO

Partiendo de la certeza de que es imposible predecir el futuro, la elaboración de escenarios permite tomar decisiones de carácter estratégico que se adaptan bien a todos los futuros posibles en los que además pueden influir las decisiones que tomemos hoy. Se trata de esclarecer las fuerzas que empujan al futuro en una determinada dirección para así poder adoptar decisiones o estrategias acertadas sea cual sea la evolución del sector.

Aunque la construcción de escenarios sigue un planteamiento sistemático, el proceso es altamente interactivo, intenso e imaginativo. La metodología para la elaboración de escenarios es la siguiente:

### 1. Ranking de los Factores por Importancia

El primer paso del proceso es identificar todos aquellos temas clave que puedan afectar directamente a la respuesta de nuestro objetivo. Los factores se ordenan según su grado de importancia y se elabora un ranking que recoge los 15 temas más relevantes en lo que se refiere a Desarrollo Industrial y los 10 de Calidad de Vida y Entorno. Así mismo se identifican las limitaciones que los afectan.

Llegados a este punto el **objetivo** es que los expertos identifiquen de entre los temas más importantes aquellos cuyo grado de incertidumbre es mayor pues nos pueden ayudar a diferenciar los escenarios que vamos a crear, son las denominadas **incertidumbres críticas**.

### 2. Escoger los Factores para estructurar una Matriz

A continuación entre estos temas de **mayor grado de importancia e incertidumbre** se forman parejas que tengan alguna limitación o característica común. Con 3-4 parejas es suficiente para crear los escenarios. De cada pareja un tema se sitúa en el eje de las X y el otro en el eje de las Y, poniendo en cada extremo del eje la situación

en que se cumple la sentencia y la situación contraria. Por cada pareja de temas obtendremos 4 espacios estratégicos diferentes que en definitiva son cuatro posibles futuros en los que se basará la discusión.

### 3. Rellenar cada Cuadrante de la Matriz

Desarrollo de los espacios estratégicos: reflexión sobre las limitaciones que implica cada posible escenario y discusión en común.

### 4. Escritura del Escenario

Hacer una descripción breve de cada escenario describiendo las principales **oportunidades** y **amenazas** y dotarlo de un nombre evocativo.

### 5. Indicadores Alerta

Identificar para cada escenario unos **indicadores alerta** que de suceder en el futuro nos indicarían que nos acercamos a una u otra situación.

### 6. Opciones Estratégicas

Medidas o acciones de carácter estratégico que se pueden tomar en función de las limitaciones que supone cada escenario.

### 7. Acciones Robustas

Con la colección de todos los escenarios desarrollados se identifican las medidas de carácter estratégico más flexibles que se adaptan bien a varios escenarios.

## CREACIÓN DE ESCENARIOS DE FUTURO SOBRE TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO Y MATERIALES COMPUESTOS

Este documento es el resultado de la sesión de Escenarios que tuvo lugar en las instalaciones de la Fundación ASCAMM el pasado 16 de Marzo de 2000. En esta jornada se elaboraron tres escenarios sobre el futuro del sector tratado en el estudio de Prospectiva Tecnológica llevado a cabo en el ámbito de las *Tecnologías de Transformación de Piezas de Plástico y Materiales Compuestos*.

Para la realización de dicho estudio se ha empleado la metodología *Delphi*. Esta metodología se basa en un cuestionario elaborado por un panel de expertos y cumplimentado por personas conocedoras de la temática tratada en el mismo. Gracias a los resultados obtenidos con la aplicación del cuestionario *Delphi*, en el que estuvieron implicadas más de 100 personas, tenemos a nuestra disposición una selección de hipótesis de futuro especializadas sobre las tendencias tecnológicas que, a juicio de la mayoría de los expertos consultados, tienen una mayor probabilidad de materializarse a corto-medio plazo.

Para elaborar e interpretar de forma más completa esta información se empleó la metodología de creación de Escenarios de futuro. De este modo, el Panel de Expertos debatió, de forma conducida, sobre el futuro del sector en tres aspectos fundamentales: diseño y etapas preliminares en el desarrollo de una pieza; calidad y productividad de los procesos de transformación y tendencias medioambientales y políticas de tratamiento de residuos.

Así, el estudio de Prospectiva Tecnológica realizado no solo nos ha permitido detectar unas tendencias tecnológicas clave para el futuro del sector, sino que además nos proporciona una amplia y diversa visión de lo que el futuro nos puede ofrecer en cada aspecto, destacando las oportunidades y amenazas que afectan a cada posibilidad lo cual, en definitiva, nos proporciona una visión privilegiada que, en cualquier caso, nos permitirá actuar con anticipación.

**ESCENARIO A : DISEÑO**

Este escenario es el fruto de enfrentar dos tendencias tecnológicas que se han revelado como clave en el estudio de prospectiva realizado:

**Tema 1:** *Implantación de las técnicas de Rapid Prototyping y Rapid Tooling como rutina, mediante el desarrollo de software y sistemas de prototipado de piezas con materiales de prestaciones similares a los definitivos.*

**Tema 2:** *El desarrollo y mejora del software de diseño y simulación permitirá detectar prematuramente fallos en la transformación, analizar el ciclo de vida completo, evaluando el coste total del producto (incluyendo desensamblaje y reciclado) y eliminará la necesidad de realizar prototipos, al permitir estudiar el comportamiento de la pieza en condiciones reales.*

La confrontación directa de estos dos temas ha dado lugar a cuatro espacios estratégicos:

**Prototipado Físico**

El desarrollo de las tecnologías que permiten la obtención rápida de prototipos o de moldes capaces de fabricar series cortas será tal que las máquinas de Rapid Tooling y Rapid Prototyping serán como impresoras de oficina, capaces de fabricar de forma sencilla y rápida el prototipo de cualquier diseño, en el material plástico definitivo y con unas buenas propiedades mecánicas. Esto cambiará los conceptos clásicos de producción con una clara tendencia hacia la producción personalizada.

**OPORTUNIDADES**

- Producción personalizada, sustitución inmediata de elementos
- Producción rápida y barata de modelos tangibles usados para evaluar el producto en etapas muy tempranas del proceso de diseño.
- Creación de objetos que sirven como versiones funcionales para ciertos ensayos y como patrón en la fabricación de moldes.
- Agilidad en la etapa de diseño: disminución del time to market

**AMENAZAS**

- Imposibilidad de utilizar el material plástico definitivo en RP.
- Falta de rapidez y precisión
- La construcción de los elementos es laminar, este moldeo por capas tiene aún unas escasas propiedades físicas y las piezas resultantes está aún muy lejos de tener las mismas prestaciones que las convencionales
- Existe una clara limitación en cuanto a tamaño de pieza
- Se precisan técnicos especializados y conocimiento de la técnica.
- Elevadas inversiones para la adquisición de equipos.

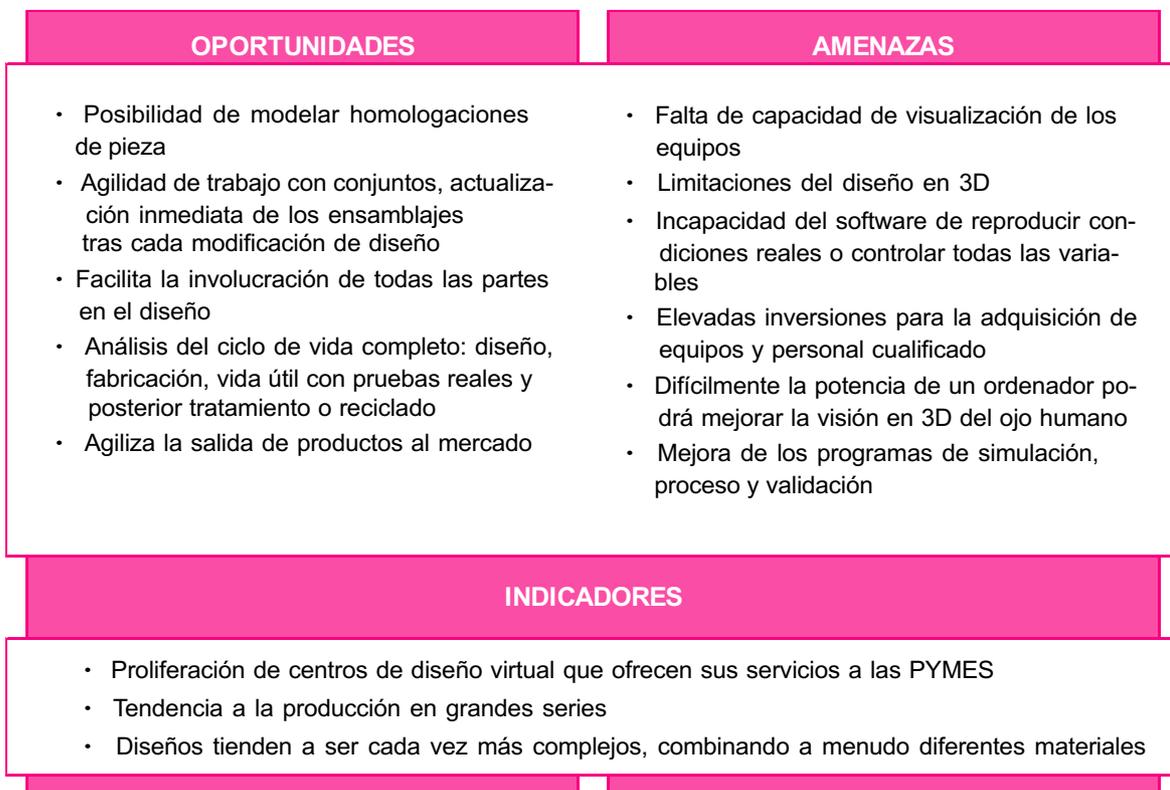
**INDICADORES**

- Tendencia a la producción directa y personalizada para aplicaciones específicas
- Reducción del coste de las máquinas de RP y RT
- Aparición de empresas pequeñas y flexibles capaces de ofrecer este tipo de servicios

## **Prototipado Virtual**

Se prevé un futuro en el que la realización de prototipos físicos queda obsoleta y completamente reemplazada por el prototipado virtual, gracias al desarrollo de software de elevada potencia a precios asequibles y de sencilla manipulación. Estos equipos permiten enfrentarse a un nuevo diseño de manera virtual pudiendo no sólo visualizar la pieza, sino también estudiar su comportamiento en condiciones reales, modelar todo el proceso de homologación, realizar ensayos

virtuales y reproducir el ciclo de vida completo antes de la producción. De este modo es posible detectar y corregir fallos, ajustar el diseño y hacer las modificaciones pertinentes sin fabricar ni una sola pieza con el consiguiente ahorro de tiempo, dinero y material. En el desarrollo de grandes series y producciones complejas es posible visualizar y corregir el perfecto ensamblaje de todos los componentes de un conjunto y prever las interacciones.



## **Conjuntos físicos-ensamblados virtuales**

En este espacio estratégico se produciría el desarrollo simultáneo de ambas tecnologías. Por un lado se obtendría el prototipo físico del conjunto, entendido como una única pieza, pero en realidad compuesta de múltiples piezas perfectamente ensambladas gracias al Virtual Prototyping. Llegar a esta situación supondría una mayor accesibilidad a equipos en cuanto a coste y manejabilidad por un lado y a la mejora del diseño en 3D por el otro. En definitiva, superar todas las limitaciones que presentan cada una de estas tecnologías, y desarrollar aquellos aspectos donde tiene más potencial.

## **La «Varita Mágica»**

El no poder superar las limitaciones que presentan las dos tecnologías anteriores conduce al nacimiento y desarrollo de una nueva y revolucionaria tecnología mucho más potente que las anteriores y que irónicamente hemos llamado de la «*varita mágica*». Con ella de alguna forma podremos convertir rápidamente las ideas del cliente en productos materiales, con la posibilidad de fabricar conjuntos o familias más que piezas individuales. Aunque este futuro es hoy por hoy impensable se ha de tener en cuenta que hace 30 años obtener piezas físicas partiendo de un fichero de la forma que lo hace ahora cualquier técnica de RP era poco menos que ciencia-ficción.

## **ESCENARIO B : CALIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS**

El desarrollo de este escenario parte del concepto de asegurar la calidad de los procesos productivos mediante el control sobre la pieza fabricada o bien sobre el proceso. La discusión se ha basado en los siguientes grupos de tendencias tecnológicas clave:

**Tema 32:** Generalización de los métodos de control no destructivos a piezas terminadas y conjuntos en servicio (tecnologías de emisión acústica, rayos X, etc.)

**Tema 3:** Aumentará de la fiabilidad en los procesos productivos, con una calidad final con cero defectos, debido a una elevada capacidad de involucración de todas las partes en la definición del producto y a la creación de una metodología de acabado en el diseño.

**Tema 29:** Utilización generalizada de sensores específicos de aplicación directa en utillajes y moldes (Smart Tools)

**Tema 30:** Aplicación generalizada de sistemas de control inteligentes que permiten ajustar el

proceso de fabricación automáticamente en cada inyectada mediante el control de los parámetros de inyección, a través de un molde sensorizado y medidas continuas de la viscosidad del material, lectura de variaciones de color en cada inyectada, etc.

La disertación en este campo ha generado los siguientes espacios estratégicos:

### **Control sobre el proceso**

Crece el mercado de los sensores y la versatilidad de los mismos así como la capacidad de los fabricantes para sensorizar moldes e incorporar sistemas lógicos a las máquinas que permitan actuar sobre la producción y modificar los parámetros necesarios para una producción sin defectos. El control sobre el proceso eliminará la necesidad de efectuar controles sobre la pieza acabada consiguiendo así una notable agilidad en la producción con ahorro de tiempo, material y personal.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad de la producción</li> <li>• Elimina la necesidad de realizar control de calidad posterior</li> <li>• Ahorro de piezas, material y reducción de la generación de desechos.</li> <li>• Máxima calidad y estabilidad de la producción.</li> <li>• Ahorro de tiempo en la homologación de piezas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca confianza del cliente: exigencias de calidad</li> <li>• Poco desarrollo e implantación de sistemas lógicos</li> <li>• Aumento de la preparación y cambio de mentalidad de los moldistas</li> <li>• Evolución de las reglamentaciones que exigen control sobre la pieza acabada sobre todo si es de responsabilidad</li> <li>• Control de calidad no estandarizado</li> </ul>
INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del mercado de sensores más baratos, versátiles y de fácil instalación y mantenimiento</li> <li>• Tendencia hacia el aumento de la eficacia, mejora de las técnicas de producción como resultado de mejoras tecnológicas y una bajada de precios</li> <li>• Elevada automatización de las fábricas y reducción de plantillas</li> </ul>	

### **Control sobre la pieza**

El desarrollo de los ensayos no destructivos será tal que se implantarán estos controles en línea, sin que este control continuo suponga pérdida

de piezas. Permitirán así mismo tener controlada el 100% de la producción, lo cual es de especial relevancia en la fabricación de piezas de responsabilidad.



### **Calidad Total**

Se busca una fabricación con 0 defectos combinando ambas tecnologías, se trabaja con procesos inteligentes mediante la sensorización de moldes y utillajes y sistemas lógicos que controlan y corrigen la producción lo que permite reducir de forma considerable el muestreo, pero este no se suprime para así aumentar las garantías del cliente y además garantizar la seguridad en caso de tratarse de piezas de seguridad. Las técnicas END permiten controlar una serie de parámetros pero no todos. El desarrollo de sensores lleva así mismo a automatizar procesos y permite controlar en línea sobre la pieza como resultado de una fabricación inteligente. Se trata por tanto de control sobre el control. Las técnicas END también serán imprescindibles en la verificación del buen funcionamiento del sistema de fabricación inteligente.

### **No calidad**

Este espacio estratégico nos indica un futuro a priori poco probable, en el que las elevadas exigencias en cuanto al precio de los productos obliga a prescindir de los controles de calidad a favor de otras prestaciones como puede ser un mínimo "time to market". El nicho de mercado que cubre la fabricación de piezas de plástico esta destinado a la producción de piezas baratas de "no-responsabilidad" en las que las exigencias de tiempo de fabricación y precio prevalecen sobre la repetibilidad y la calidad de las piezas. En aquellos sectores o aplicaciones en los que las exigencias de calidad, repetibilidad y prestaciones sean elevadas el plástico será sustituido por otros materiales.

## **ESCENARIO C: MEDIAMBIENTAL**

El debate entre los temas que marcan claras tendencias hacia el reciclado originado, entre otras cosas, por la escasez de recursos petrolíferos, enfrentado a la revalorización energética como única vía de eliminación de residuos, ha originado el tercer escenario.

**Tema 8:** Exploración de nuevas materias primas, diferentes a las derivadas del petróleo y de la carboquímica, como fuente de suministro para la fabricación de materiales plásticos y compuestos.

**Tema 40:** La tecnología de transformación experimentará desarrollos importantes por la tendencia clara hacia el ahorro de material por razones de coste, reducción de peso y reducción de productos desechables.

**Tema 56:** Se prohibirá la incineración de residuos plásticos si con ello no se obtiene recuperación de energía

**Tema 52:** Regeneración y revalorización de materiales reciclados gracias al desarrollo de elastómeros y materiales compuestos fácilmente reciclables

**Tema 53:** Gran desarrollo en la utilización de materiales recuperados con aplicaciones diferentes a las originales.

**Tema 54** La evolución de las reglamentaciones sobre los residuos sólidos urbanos (RSU) obligará a utilizar material plástico reciclado en la fabricación de envases y embalajes lo que conllevará cambios sustanciales en los procesos: diseños de pieza afines a las características de los nuevos materiales; utilización de un único material en los envases de dos o más componentes; desarrollo de embalajes retornables; mayor fiabilidad y regularidad en la calidad del plástico reciclado.

**Tema 55** Optimización y mejora de los procesos de marcaje, separación, lavado y reciclado

de residuos plásticos post-consumo mediante la identificación en origen de los moldeados y la automatización del proceso, para lo que previamente se reducirá el número de tipos a utilizar.

La confrontación de estos dos grupos de temas ha dado lugar a un interesante debate como resultado del cual se han definido cuatro espacios estratégicos

### **Reciclado**

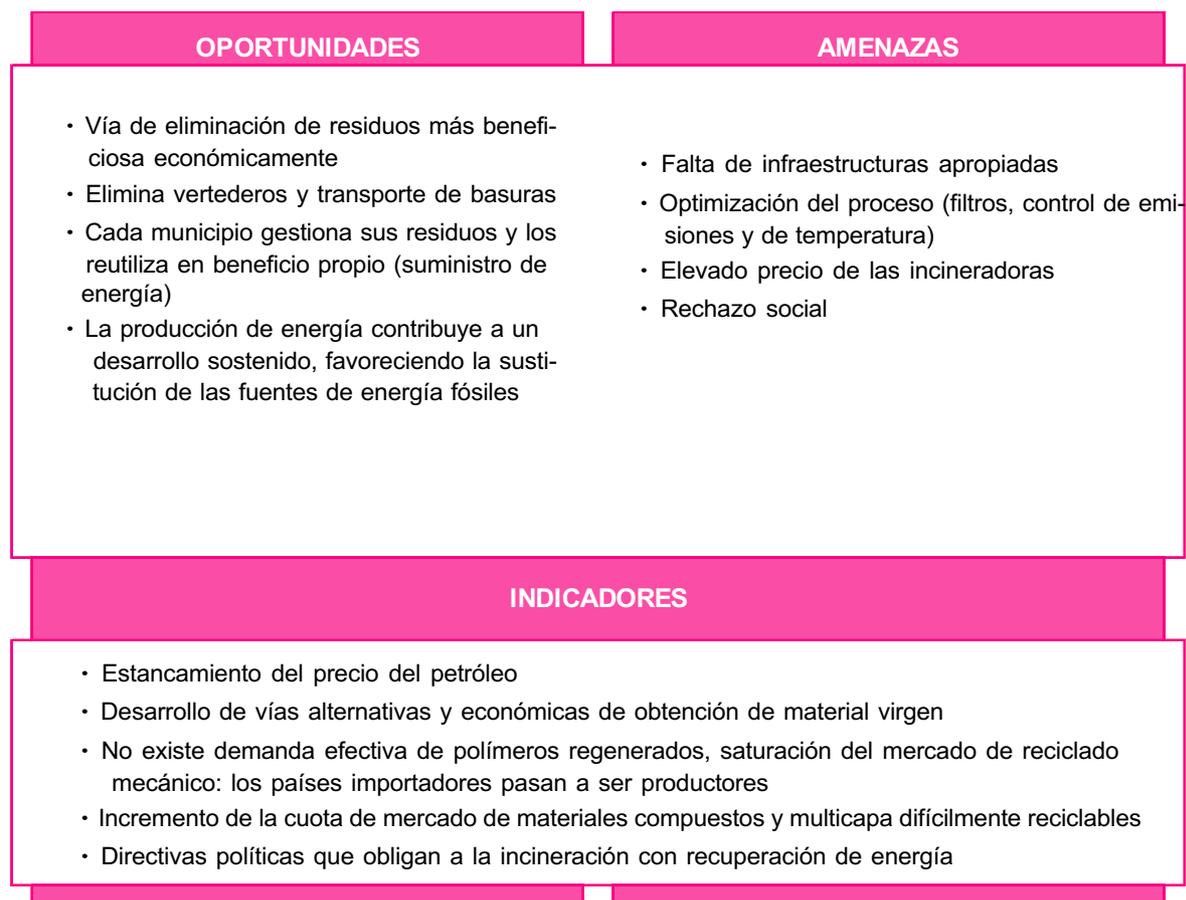
Existe una clara tendencia hacia el reciclado debido a dos causas diferentes: por un lado, el aumento del precio del crudo origina un incremento del precio de la materia prima virgen y se desarrollan vías para obtener material reciclado a precios asequibles. Por el otro lado, la cada día mayor generación de residuos plásticos impulsa a la creación de políticas de gestión de residuos que obligan a la revalorización de este material, pero una creciente presión social contra la incineración deja como única alternativa el reciclado y la extensión del uso de materiales biodegradables. Sectores como el eléctrico, electrónico y la automoción también se ven afectados por legislaciones similares a la RSU. La obligación de utilizar material reciclado conlleva cambios sustanciales en los procesos, desarrollo de nuevas alternativas en el uso de material recuperado, mejora de la logística de recogida y métodos de separación y reciclado tanto mecánico como químico que aseguren una producción de material reciclado abundante, de calidad constante con propiedades predecibles. Por otro lado, se produce una flexibilización de las legislaciones tipo FDA que actualmente prohíben el uso de material reciclado en contacto con alimentos. Así mismo, se acentúa la clara tendencia al ahorro del material por razones de coste, reducción de peso y de material desechable así como al uso de una pequeña variedad de materiales empleados y altamente optimizados desde la fase de diseño para su reciclado y tendencia a la fabricación de artículos monomaterial.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerte incremento de demanda de material reciclado por ser más barato que el material virgen</li> <li>• Incremento en las aplicaciones de material reciclado</li> <li>• Reciclar está socialmente bien visto y sirve como marketing del producto</li> <li>• Establecer niveles cualitativos estándar que permitan la utilización de material reciclado o virgen en base a criterio de adecuación a la función</li> <li>• Mejora de los esquemas de reciclado para evitar el gasto de desplazarlo a vertederos</li> <li>• Desarrollo de materiales biodegradables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa logística de recogida del heterogéneo flujo de residuos plásticos.</li> <li>• Mejora de los sistemas de separación y reciclado con objeto de conseguir material reciclado en cantidad suficiente y de calidad constante</li> <li>• Impredecible calidad e insuficiente producción continua del material plástico reciclado, existe un marcado desequilibrio entre la cantidad de residuos plásticos disponibles para el reciclado y la demanda de productos hechos con plásticos reciclados</li> <li>• Poca confianza en el uso de material reciclado, cambio de mentalidad de usuarios</li> <li>• Excesiva rigidez de ciertas disposiciones legislativas en cuanto al uso de material reciclado (por ejemplo FDA)</li> <li>• Se ha de diseñar la pieza teniendo en cuenta que posteriormente será reciclada</li> <li>• Poca uniformidad del mercado debido a la diferencia de legislaciones de los diferentes países</li> </ul>
INDICADORES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del precio del petróleo y escaso desarrollo de vías alternativas de obtención de materia prima barata</li> <li>• Crecimiento de la conciencia de la sociedad en lo concerniente a los efectos medioambientales</li> <li>• Tendencia clara hacia el ahorro de material por razones de coste, reducción de peso y de material desechable</li> <li>• Fuerte presión social contra las incineradoras</li> <li>• Los sectores eléctrico/electrónico y automoción quedan incluidos en normativas tipo RSU y las legislaciones obligan a todos los miembros de la cadena de producción y distribución a tener objetivos ambiciosos de reciclado</li> <li>• Tendencia a reducir al máximo la variedad de materiales empleados.</li> </ul>	

### **Incineración**

La diversidad de materiales plásticos empleados así como la extensión en el uso de materiales compuestos y multicapa y el poco desarrollo de métodos para reciclarlos, hacen que la incineración resulte ser la vía más beneficiosa económicamente para la eliminación de residuos. Por otro lado, el estancamiento del precio del crudo o el desarrollo de otras vías de obtención de material

virgen lleva a que el material virgen siga resultando más económico que el reciclado. Una vez superado el actual rechazo social que provocan las incineradoras, éstas se implantarán en todos los municipios con un doble beneficio: evitar el tan caro transporte de basuras y los residuos serán una fuente de energía continua para los propios municipios.



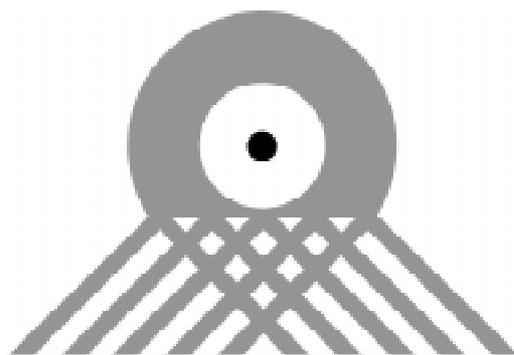
### **Revalorización**

Se impone la revalorización de los residuos plásticos debido a un espectacular aumento en el precio del petróleo y el escaso desarrollo de recursos alternativos. La aprobación de directivas políticas obliga a la revalorización de recursos ya sea energética o mediante reciclado mecánico o químico. Partiendo de la premisa de que una correcta política de gestión de residuos debe asegurar la efectiva mejoría del ambiente o reducir al mínimo su degradación sin consumir más recursos de los que pueda generar, los procesos serán técnicamente mejorados y se establecerán niveles cualitativos estándar que permitan la utilización de material reciclado o virgen en base

a criterio de adecuación a la función. Para ello no solo es necesario la optimización de procesos de separación y reciclado sino también de disponer de las infraestructuras adecuadas para recuperar y reutilizar la energía.

### **Fuentes alternativas**

Fuentes alternativas de energía y de obtención de materia prima de origen muy barata hacen que el reciclado no tenga sentido económicamente, y se potencian vías alternativas a la incineración para deshacerse de los residuos (desarrollo de nuevos termoplásticos biodegradables con más aplicaciones)



**ENERGÍA:**  
***ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE CONVERSIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES***

### III.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente unos 2000 millones de habitantes del planeta no tiene acceso a la energía comercial. Según las predicciones, en el año 2020 la población mundial que cuenta hoy con 5.900 millones de habitantes habrá aumentado en un 40%. Las proyecciones realizadas por la EIA (Energy Information Administration, U.S. DOE), publicadas en marzo de 2000 en el informe "International Energy Outlook 2000", prevén un crecimiento del 60% en el consumo energético mundial en el período de 1997 a 2020. La mayor parte de este aumento se producirá en los países en vías de desarrollo, particularmente Asia, América Central y Sudamérica, mientras que los países industrializados contribuirán en un 30% a este incremento.

Como consecuencia de este consumo energético es de esperar un incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> antropogénico, el gas de invernadero con mayor influencia en el calentamiento de planeta. Sin tener en cuenta la aplicación del Protocolo de Cambio Climático de Kioto, se estima que la cifra mundial de emisiones de CO<sub>2</sub> podría alcanzar valores de 10 billones de toneladas en el año 2020. El mayor aumento corresponderá a países en fase de desarrollo, donde las economías emergentes producirán mayores tasas de crecimiento en la demanda de energía. El crecimiento de las emisiones en los países industrializados alcanzaría 1,1 billones de toneladas en el citado periodo de 1990 al 2020.

El compromiso del protocolo de Kioto, acordado en 1997, exige implantar las medidas necesarias para la reducción de los límites de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> y mitigar su efecto sobre el cambio climático, (5% de reducción global en emisiones respecto a los niveles de 1990 en el periodo del 2008 al 2012)

La utilización de combustibles sólidos y líquidos supone un 77,5% de las emisiones de CO<sub>2</sub> estimadas en un total de 6.518 millones de toneladas de carbono. (U.S Department of Energy, 1996).

En 1997 los países de la UE consumieron el 16% de la producción de energía mundial mientras que solo produjeron un 8%, lo que convierte al conjunto de la UE en un importador de energía, variando los valores según el tipo de combustible y el país.

Junto a la necesidad de reducir las emisiones, otro factor a tener en cuenta es la liberalización del mercado energético que obligará a las empresas suministradoras a una reducción de costes para poder ofertar un producto cada vez más competitivo.

En España :

De acuerdo con el escenario sobre tendencias del Plan de Fomento de las Energías Renovables (IDAE, 1999) se estima que el aumento de

la demanda energética para el año 2010 será del 25% sobre los valores de 1999.

En base a las estimaciones de 1996 sobre las emisiones de carbono provenientes de los combustibles fósiles, España ocupa el lugar 22 a nivel mundial, produciendo 63 millones de toneladas. La emisión total en 1997 de los 15 países de la UE fue de 893 millones de toneladas, que suponen 2,3 toneladas de carbono por persona. En España esta emisión per capita es más baja, 1,6 toneladas, un valor con pocas variaciones desde mediados de los años 70.

Como el resto de los países de la Unión Europea, España firmó el Protocolo de Kioto el 29 de abril de 1998 comprometiéndose a conseguir una reducción global en el ámbito de los países de la Unión del 8% .

La producción de energía a partir de combustibles fósiles supone en nuestro país alrededor de un 30% de la producción total.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística, en 1997 el saldo de intercambios internacionales de energía eléctrica, importación menos exportación sobre la producción total, fue de - 0,3.

El proceso de liberalización eléctrica iniciado en el año 1997, con la promulgación de la ley del Sector Eléctrico, ha producido importantes cambios en el sector y exige mayor calidad y menor coste en el suministro eléctrico.

Todos los datos expuestos confirman la necesidad de aumentar la eficiencia en el consumo de

energía para una mejor utilización de los recursos energéticos y conseguir la reducción del impacto ambiental, sin que ello afecte a la economía o al nivel de vida. Entre las diversas medidas necesarias para conseguir estos objetivos, el avance y progreso en las TECNOLOGÍAS DE CONVERSIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES se perfila como indispensable, dada su explícita repercusión en el aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico y su influencia en la utilización de los recursos fósiles disponibles.

Es requisito imprescindible identificar las mejoras que hay que realizar en las tecnologías existentes, generar el impulso que necesitan para conseguir su implantación generalizada y detectar las nuevas tecnologías que deben desarrollarse. Asimismo, es necesario determinar las áreas científicas y tecnológicas que requieren apoyo preferente para servir de soporte al desarrollo de estas tecnologías. Esto debe hacerse conociendo la posición en que nos encontramos, para poder decidir las actuaciones más favorables que sean capaces de impulsar el desarrollo requerido.

Considerando el largo periodo necesario para disponer de las nuevas tecnologías, es aconsejable estudiar su futuro ahora, para encaminar los proyectos adecuadamente y estar preparados para conseguir que sean viables cuando sean imprescindibles. La información que presentamos en este estudio recoge la opinión de los expertos del sector sobre el futuro de estas tecnologías y pretende ayudar en la orientación de los proyectos de I+D+I, hacia resultados que puedan aportar beneficios económicos y medioambientales en el futuro.

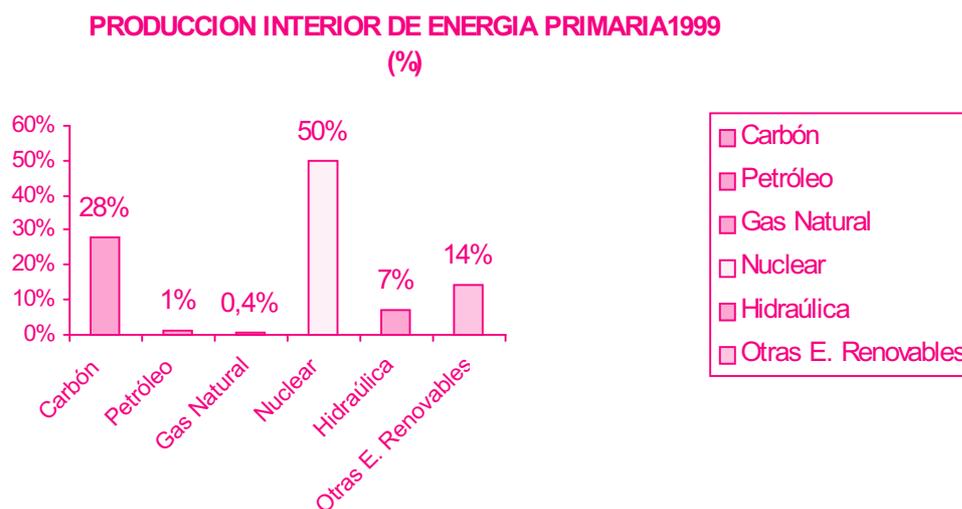
Nombre	Tecnología	Eficiencia de Conversión a energía eléctrica(%)	Estado del Arte			
			Investigación	Desarrollo	Demostración	Comercial
PCFC	<b>Combustión de Carbón Pulverizado</b> Pulverised Coal-fired Combustion	35 - 38				X
PPCC	<b>Combustión Presurizada Carbón Pulverizado</b> Pressurized Pulverized Coal Combustion	40 - 50	X	X		
CFBC	<b>Combustión en Lecho Fluidizado Circulante</b> Circulating Fluidised Bed Combustion	35 - 37				X
PFBC	<b>Combustión en Lecho Fluidizado Presurizado</b> Pressurized Fluidized Bed Combustion	42- 45				X
IGCC	<b>Gasificación del Carbón en Ciclo Combinado</b> Integrated Gasification Combined Cycle Coal	45 - 55			X	X
USCB	<b>Calderas ultra-supercríticas</b> Ultra Supercritical Boilers	45 - 55			X	X
ABGC	<b>Ciclo de Gasificación por Aire Circulante</b> Air Blowing Gasification Cycle	43 - 50	X	X		
GCC	<b>Ciclo Combiando de Gas Natural</b> Gas Combined Cycle	55 - 60				X
FC	<b>Pilas de Combustible - Fuel Cells</b>	55 - 65				
PEMFC	<b>Membranas Poliméricas – Proton Exchange Membrane FC o Polymer Electrolyte Membrane– Solid Polimer FC</b>		X	X	X	
PAFC	<b>Acido fosfórico – Phosforic Acid Fuell Cell</b>			X	X	X
MCFC	<b>Carbonatos Fundidos – Molten Carbonate FC</b>		X	X	X	
SOFC	<b>Óxidos sólidos – Solid Oxid Fuell Cells</b>		X	X		
<b>Otras</b>						
UCG	<b>Gasificación Subterránea del Carbón</b> Underground Coal Gasification	ND	X	X		
CL	<b>Licuefacción del carbón</b> Coal Liquefaction	ND	X	X		
GTL	<b>Transformación de Gas en Líquidos</b> Gas to Liquid Tecnology	ND	X			

ND: No Disponible

### III.1.2 Producción de Energía primaria en España.

En el año 1999 el total de energía primaria producida fue de 30.828 ktep y su distribución a

partir de las diferentes fuentes energéticas se representa en el siguiente gráfico, en el que observamos un porcentaje próximo al 30% para energía producida a partir de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural).



Fuente: MINER-DGE

En cuanto a la energía eléctrica, los últimos datos en el mes de enero de 2000 son de 16.393 Gwh de producción bruta peninsular. La generación térmica convencional aporta el 49,9% de la producción, frente a un 34,6% de nuclear y 15,5% de hidráulica. Es destacable que en el sistema eléctrico español la electricidad procedente de las instalaciones en régimen especial, (térmica, hidráulica y otras renovables) ha experimentado un gran crecimiento en los últimos años alcanzando en el mes de enero de 2000 un volumen de energía de 2.467 Gwh (65% correspondiente a producción térmica, 25% a hidráulica y 10% a otras renovables)

La dependencia de las importaciones del petróleo, aunque ha disminuido desde los años 70, sigue siendo un factor importante en los planes energéticos sujeto a las variaciones de precio del mercado y con repercusiones económicas. El gas natural, cuyo consumo ha aumentado en las últimas décadas, es el combustible para el que se prevé un crecimiento mayor en los próxi-

mos años. Las reservas nacionales son muy limitadas por lo que la mayor parte se compra a compañías extranjeras, transportándose por redes de gasoductos internacionales y de distribución. España es el segundo importador de gas natural licuado de la UE y cuenta con tres terminales de regasificación. Con respecto al carbón, el 95% se utiliza en la generación de electricidad pero su utilización ha disminuido debido a las reglamentaciones ambientales.

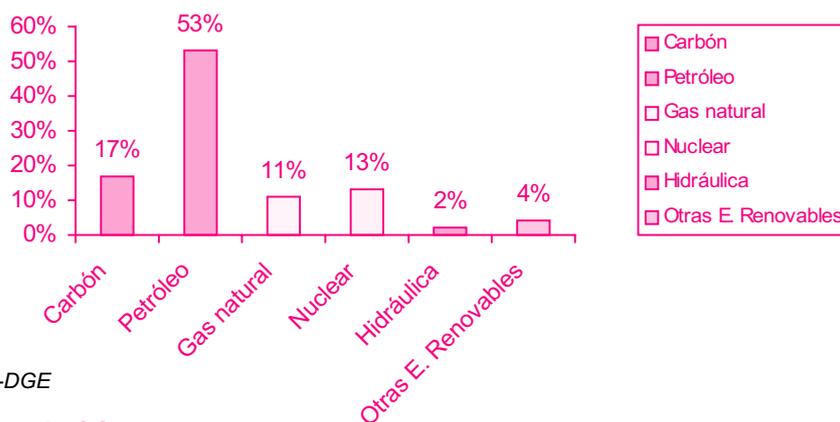
### III.1.3 Consumo de Energía en España

La demanda de energía está centrada en cuatro áreas clave: generación eléctrica, transporte, calefacción, refrigeración e iluminación, de los sectores residencial y de servicios, e industrial. El sector servicios consume un importante porcentaje de energía. El crecimiento de la economía implica la instalación de nuevos y numerosos equipos, produciendo un incremento en el

consumo, que requerirá de la introducción de tecnologías de mayor eficiencia para atender la demanda. El transporte, causa de importantes impactos medioambientales, exigirá una mejora en los motores de los vehículos. En el sector

industrial se prevé un crecimiento en el consumo de gas natural y el lanzamiento de las tecnologías de revalorización de residuos, que pueden suponer una ventaja importante para el coste final de producto.

### Consumo de Energía Primaria 1999



Fuente: MINER-DGE

### III.1.4. Emisiones de CO<sub>2</sub>

La siguiente tabla presenta las emisiones de CO<sub>2</sub> históricas y las previstas para las próximas décadas según las diferentes regiones del planeta.

La distribución es proporcional a la demanda energética, o al incremento previsto para cada zona.

Región	Emisiones de CO <sub>2</sub> (millones de toneladas)			
	1990	1997	2010	2020
Países Industrializados	2859	3039	3563	3928
Países del Este Europeo y Unión Soviética	1337	878	992	1151
Países en Desarrollo				
Asia	1067	1522	2479	3380
Oriente Medio	229	297	422	552
Africa	180	214	292	380
América Central y del Sur	174	225	399	617
Total	1650	2258	3592	4929
<b>Total Mundial</b>	<b>5846</b>	<b>6175</b>	<b>8147</b>	<b>10.008</b>

Fuente: Datos históricos: *International Energy Annual 97 - Energy Information Administration (EIA) DOE*;  
Previsiones: *World Projection System 2000 - (Energy Information Administration)*

## III. 2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE TEMAS

El primer paso en la selección de los temas que iban a formar parte del cuestionario Delphi consistió en un análisis, realizado por el equipo de prospectiva del CIEMAT, de los ejercicios de prospectiva desarrollados en otros países. Se seleccionaron los trabajos posteriores a 1990 recopilando la información disponible y analizando los temas y resultados relevantes relativos a combustibles fósiles en las áreas de energía y medio ambiente. Asimismo, se revisó el desarrollo posterior de los ejercicios en cada uno de los países y las lecciones aprendidas. Los ejercicios analizados han sido:

- Los estudios basados en el método Delphi realizados en Japón en 1992 y 1997, Alemania 1993 y 1998, el ejercicio conjunto de Japón y Alemania en 1994, los de Francia y el Reino Unido en 1995.
- Los resultados de los ejercicios de prospectiva de Austria en 1998 y de Irlanda en 1999.
- Los análisis de tecnologías críticas desarrollados en USA en 1995 y 1998, así como el proyecto de tecnologías claves de Francia en 1994 y su continuación, "Technologies Clés 2005", iniciado en 1999.
- Los estudios del Department of Energy (USA) relacionados con los combustibles fósiles y la reducción de las emisiones de carbono:
  - Scenarios of US Carbon Reductions: Potential Impact of Energy Technologies by 2010 (septiembre 1997)
  - Technology Opportunities to reduce US Greenhouse Gas Emissions (octubre 1997)
  - Vision 21 Program Plan. Clean Energy Plants for the 21<sup>st</sup> Century (abril 1999)
- Los informes elaborados por el "Department of Trade and Industry" (DTI) en el Reino Unido donde se recogen y desarrollan las conclusio-

nes y líneas de actuación del ejercicio Delphi 1995:

- Foresight Research Development and Demonstration Priorities for Cleaner Coal Power Generation Technology (mayo 1999)
- Foresight Research Development and Demonstration Priorities for Gas Turbine and Advanced Combined Cycle Technology (octubre 1999)
- Cleaner Coal Technologies (Department of Trade and Industry, DTI 1999)

Para enmarcar el escenario energético futuro se han considerado las tendencias y previsiones recogidas en "International Energy Outlook" (EIA marzo 2000)

Con esta información el equipo de prospectiva del Ciemat elaboró una lista inicial de temas, formando el primer borrador del cuestionario que se presentó al Panel de Expertos para su discusión.

### III.2.1. El Panel de Expertos

De acuerdo al desarrollo de la metodología Delphi la siguiente fase del estudio consistió en establecer un Panel de Expertos encargado de elaborar los temas del cuestionario y de contribuir al análisis de los resultados de la consulta.

El Panel estaba formado por 15 expertos de reconocido prestigio en el sector, reuniendo representantes de la Industria (5), Centros de Investigación y Tecnológicos (5) Universidad (4) y Administración (1). Todos ellos fueron contactados previamente informándoles de las actividades de OPTI, el papel del Ciemat como responsable del sector de la energía y su compromiso como expertos del Panel, invitándoles a participar en una reunión que se celebró el 23 de septiembre de 1999.

En dicha reunión se informó de la estructura organizativa y objetivos del Observatorio y de los

estudios realizados en la primera fase del proyecto. Asimismo, cumpliendo con la labor de difusión de la cultura de la prospectiva, se realizó una presentación de los conceptos, la metodología utilizada, y de los resultados de las experiencias más relevantes realizadas en otros países.

Tras la presentación del cuestionario base, se incitó a los expertos a expresar ideas y comentarios, factores críticos, prioridades y preocupaciones de presente y de futuro en el sector. La discusión se centró en el análisis de la validez de los temas propuestos, modificando forma o contenido, o añadiendo otros temas hasta enumerar los 43 que formaron el cuestionario. La redacción definitiva se consensuó basándose en lo discutido en la reunión y los intercambios de opinión realizados por el correo electrónico.

El panel consultivo, es decir los expertos a los que se les enviaría el cuestionario, también salió definido de esta reunión. El listado inicial, elaborado a partir de las bases de datos de la Dirección Comercial de I+D del Ciemat, se completó en el proceso de conminación, por el que los componentes del panel incluían a otros expertos que en su opinión debían participar en la consulta.

Una vez realizada la consulta, se celebró una segunda reunión del Panel de Expertos el día 6 de abril de 2000 a la que asistieron 10 de los convocados. Para facilitar el análisis, se presentaron los resultados en un diagrama temporal con una selección de los temas de mayor relevancia por su grado de importancia, impacto en el desarrollo industrial y en la calidad de vida, en el que además podía verse la posición de España expresada en una escala cromática.

La información se completó mostrando una comparativa del resultado de los temas más emblemáticos con los obtenidos en otros ejercicios internacionales. Además se discutieron distintos escenarios que presentaban visiones alternativas de lo que puede suceder y así poder identificar las acciones más relevantes. Como incertidumbres críticas se tuvieron en cuenta los factores económicos, el tipo de desarrollo o las posibles políticas de I+D+I.

Este soporte, junto al interés y valiosa colaboración de los expertos, facilitó la discusión de los resultados, y generó interesantes debates que, tras la revisión de su compilación por los expertos mediante correo electrónico, quedan plasmados en este informe.

### III.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi

Los objetivos del estudio de detectar las posibilidades tecnológicas existentes en el sector de Combustibles Fósiles se abordaron tratando de identificar tecnologías en tres áreas:

- Tecnologías que permitan aumentar la eficiencia energética disminuyendo la cantidad de energía que es necesario consumir por unidad económica producida (intensidad energética).
- Tecnologías capaces de producir energías más limpias reduciendo la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido por unidad de energía utilizada (intensidad de carbono).
- Tecnologías que permitan la eliminación del CO<sub>2</sub> de las emisiones antes de alcanzar el medio ambiente o faciliten su almacenamiento.

Los 43 temas del cuestionario pueden agruparse según las siguientes áreas temáticas:

- Escenario económico (4)
- Reducción de emisiones (5)
- Tecnologías avanzadas
  - Ciclo combinado (3)
  - Gasificación (2)
  - Lecho fluidizado (3)
  - Supercríticas (2)
  - Catálisis (2)
- Tecnologías diversas de uso limpio del carbón (6)
- Transformación de combustibles sólidos (3)
- Gas (4)
- Pilas de Combustibles (3)
- Refino (6)

Estas son las áreas identificadas por el Panel de Expertos como críticas en el desarrollo del sector y en las que se ha centrado este estudio.

### III.3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

En esta clasificación por grado de importancia, adquieren protagonismo las hipótesis de carácter general que constituyen factores decisivos en la materialización de escenarios de futuro, como por ejemplo el precio del petróleo (temas 2 y 3), las reservas de combustibles fósiles (tema 4) y las hipótesis sobre normativas y legislación (tema 5).

También obtienen relevancia los temas relativos a tecnologías avanzadas, como el desarrollo de pilas de combustible, gasificación del carbón, centrales eléctricas de ciclo combinado, sistemas expertos y procesos avanzados de catálisis, que aunque no se han considerado a juicio

de los expertos por su importancia sobre el desarrollo industrial y calidad de vida, se juzgan como esenciales para un adecuado desarrollo del sector.

Otra apreciación importante es la referente a la relación directa entre la posición y el horizonte temporal: los temas cuya materialización se prevé en un horizonte cercano son aquellos en los que la posición de España es más favorable. Obsérvese en el diagrama final del apartado de conclusiones el cambio de color de rojo (favorable) a verde (muy desfavorable), que avanza parejo al horizonte temporal.

#### III.3.1. Materialización 1999-2004.

Nº de Tema	Tema	Índice Grado Importancia
37	Desarrollo de nuevas tecnologías de refino para la producción de carburantes / combustibles menos contaminantes.	3,7
43	Utilización práctica de sistemas expertos para gestión automatizada de procesos en plantas con mejoras notables de eficiencia y rendimiento.	3,7
12	Instalación de centrales eléctricas de ciclo combinado avanzado (turbinas de gas y vapor) con gas natural.	3,7
8	Utilización generalizada de sistemas avanzados de combustión de baja emisión de NOx (quemadores, otras medidas primarias en plantas de proceso y plantas generadoras).	3,7
32	El desarrollo de mejores tecnologías para la licuefacción del gas natural reduce los costes en un 25%.	3,6
20	Utilización práctica de plantas de demostración para estudiar los límites de escalación de las tecnologías de uso limpio del carbón.	3,4
28	Utilización generalizada de sistemas de valorización / inertización de los subproductos procedentes de la utilización de combustibles fósiles.	3,4
29	Utilización de gas natural para refrigeración industrial y climatización.	3,3
41	Utilización de coque de petróleo en centrales térmicas e IGCC.	3

Encabezan el listado los temas 37, 43, 12, 8 y 32 con un índice de importancia superior al 3,5. Obsérvese la relevancia del tema 43 y del 32 que también son valorados por su impacto sobre el desarrollo industrial y el tema 8 sobresaliente en su impacto sobre la calidad de vida. Estos temas son comentados en el apartado número 4.

La realización de la mayoría de estas hipótesis depende prioritariamente de la cooperación entre industria y centros de investigación en proyectos de desarrollo que permitan su utilización práctica o generalizada, y secundariamente de la colaboración con empresas exteriores. Como excepción, la instalación de tecnologías de ciclo combinado (12) y el desarrollo de tecnologías de licuefacción del gas natural (32), para las que se considera prioritaria la colaboración con empresas europeas, y el tema referente a climatización y refrigeración a partir de gas natural (29) cuya realización depende de los estímulos fiscales de la Administración.

En este horizonte temporal se prevé la **utilización generalizada de centrales eléctricas de ciclo combinado avanzado (turbinas de gas y vapor) utilizando gas natural. (Tema 12)**. La disponibilidad en los últimos años de gas natural a bajo precio y las ventajas en cuanto a emisiones de este combustible, han llevado a la instalación de centrales con turbinas de gas en ciclo abierto y en ciclo combinado, en el que se consiguen mejoras de rendimiento mediante el aprovechamiento de los gases de combustión para producir vapor en una caldera de recuperación térmica, que es posteriormente utilizado en una turbina de vapor. El rendimiento conjunto del ciclo alcanza el 50%. En España está en estudio la instalación de 10 grupos de este tipo.

La tecnología de ciclo combinado continúa su desarrollo y los últimos sistemas consiguen una notable mejora de rendimientos, mediante turbinas de gas de alta temperatura (1500°C) y con mayor potencia que las actuales. El coste de instalación puede llegar a ser un 50% menor que el de una central clásica y menor también su periodo de construcción. Estas ventajas, junto a su menor impacto medioambiental, sitúan estos sistemas avanzados en posición de lanzamiento inmediato, que podría verse retrasado por razones económicas, y que depende de una mejora en la posición de España en cuanto a sus capacidades científica, de producción y comercialización de estos sistemas avanzados, valoradas como desfavorables por los expertos. Se recomienda la colaboración con empresas exteriores.

Otro tema, considerado de importancia en este periodo, es el referente al **desarrollo de nuevas tecnologías de refino que permitan obtener combustibles para automoción menos contaminantes (Tema 37)**. Esta hipótesis implicaría la modificación de los procesos de separación y conversión del crudo, aprovechando productos que se elaboran en la propia refinería y aumentando así la eficiencia de la planta. Es posible pensar en combustibles alternativos que sustituirían progresivamente a la gasolina y al diesel, reduciendo la dependencia del petróleo y disminuyendo las emisiones. Sin embargo, estos desarrollos deben explorarse simultáneamente al estudio de las necesarias modificaciones que deben hacerse en los motores actuales.

## III.3.2. Materialización 2005-2009.

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
2	El precio del barril de petróleo se duplica sobre el actual.	4
5	El 50% de las órdenes para las nuevas plantas energéticas de carbón en la OECD requieren Tecnologías de carbón limpias.	3,7
9	Utilización práctica de técnicas de desulfuración de combustibles fósiles, cada vez más sofisticadas incluidas las biológicas (biodesulfuración).	3,7
1	Cumplir la cuota de reducción de emisión de CO <sub>2</sub> .	3,7
34	Primera utilización comercial de pilas de combustible para transporte y automoción.	3,7
10	Utilización práctica de un generador de potencia de ciclo combinado (gas-fired) con una eficiencia neta superior al 60%.	3,7
35	Utilización generalizada de pilas de combustible en combinación con sistemas de cogeneración.	3,7
8	Utilización generalizada de sistemas avanzados de Combustión de baja emisión de NOx (quemadores, otras medidas primarias en plantas de proceso y plantas generadoras).	3,7
17	Incorporación de las tecnologías avanzadas de control de emisiones a los procesos de combustión en lecho fluidizado.	3,6
36	Desarrollo de nuevas tecnologías de refinó para producción de combustibles más eficientes.	3,5
30	Producción de combustibles líquidos a partir de gas natural.	3,5
11	Instalación de centrales eléctricas de ciclo combinado (turbinas de gas y vapor) utilizando la gasificación del carbón.	3,5
23	Aplicación generalizada en los procesos industriales de técnicas de combustión catalítica.	3,4
28	Utilización generalizada de sistemas de valorización / inertización de los subproductos procedentes de la utilización de combustibles fósiles.	3,4
38	El desarrollo de nuevos motores requerirá cambios sustanciales en la Industria del refinó.	3,3
7	Establecimiento y aplicación de normativas para el control de emisiones de materia particulada con tamaño inferior a 2,5 micras.	3,2

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
18	Utilización práctica para producción de electricidad de centrales ultra-supercriticas (ej. con presión de vapor de entrada mayor de 300 bar y temperatura superior a 625°)	3,2
21	Utilización generalizada de repotenciación de plantas energéticas.	3,1
15	Utilización generalizada de las técnicas de combustión en lecho fluidizado a presión atmosférica.	3
25	Utilización generalizada de las técnicas de pirólisis para la obtención de combustibles líquidos	2,8
42	Utilización generalizada de éteres (p.ej. Di-metil éter) como sustitutos de diesel.	2,8
27	Utilización práctica de pizarras y arenas bituminosas (oriemulsión) para producción de energía.	2,6

Los temas 1 y 9 están comentados en el apartado 4.2.2 por su valor del impacto sobre la calidad de vida y el entorno en el período del 2005 al 2009.

**El precio actual del barril del petróleo** y el gran incremento previsto para los próximos años (**Tema 2**), es el tema considerado por los expertos como el de mayor importancia global teniendo en cuenta la totalidad de los temas propuestos, alcanzando el Índice de Grado de Importancia más alto (4). Constituye sin duda un factor de fuerza que determina la evolución de las tecnologías de conversión de combustibles fósiles hacia sistemas más efectivos y de mayor rendimiento, y la utilización de diferentes técnicas y fuentes energéticas para producción eléctrica. El precio del barril del petróleo, y sus repercusiones en el sistema económico y político, determinan la materialización de los diferentes escenarios energéticos de futuro. Esta misma hipótesis se planteó en el estudio de prospectiva sobre energías renovables, realizado en 1998 con un horizonte temporal hasta el 2014. Las últimas variaciones en los precios del crudo modifican el resultado del actual estudio.

El segundo tema en orden de importancia, en este periodo temporal del 2005 al 2009, se refiere a la **generalización del establecimiento**

**de normativas en la OCDE, con exigencia de implantación de tecnologías de carbón limpias para nuevas plantas energéticas (Tema 5)**. Para poder cumplir estas normativas será necesario el esfuerzo en el desarrollo y demostración de dichas tecnologías. Esto corrobora la conveniencia de la materialización del tema 20, comentado en el apartado 4.1.1, referente a temas de impacto sobre el desarrollo industrial en el horizonte temporal del 1999 a 2004, que aconseja la utilización práctica de las plantas de demostración de tecnologías de uso limpio del carbón, medida esencial para su definitiva incorporación al mercado.

Aparecen como realizables en este periodo dos de las hipótesis propuestas, referentes a la tecnología de **pilas de combustible (Temas 34 y 35)**, uno de los sistemas más prometedor en cuanto a alternativa de futuro, por su alta eficacia y mínima emisión de contaminantes. Para la mejor comprensión de estos temas se introducen, antes de comentar los resultados, algunos conceptos sobre el fundamento básico de la tecnología y su estado de desarrollo.

Las pilas son generadores electroquímicos que transforman un combustible externo directamente en electricidad. El tipo de combustible que pueden utilizar es muy variado: hidrógeno, gas

natural, metanol, gas procedente de la gasificación del carbón o de la biomasa, de vertedero o biogas. Los mercados potenciales de aplicación son el transporte, el uso estacionario para generación distribuida (500 a 1 MW), la cogeneración (25 – 50 MW), la aplicación en repotenciación de plantas y la generación centralizada en plantas de 100 a 500 MW.

Los proyectos de investigación y desarrollo se centran actualmente en los siguientes tipos de pilas:

- Las de membrana polimérica, prometedoras para su aplicación en automoción y aplicaciones estacionarias (de baja potencia), que se prevé puedan ser competitivas una vez madure la tecnología. Se está invirtiendo mucho esfuerzo a nivel mundial en su desarrollo. Canadá es líder, con aplicaciones comerciales disponibles y colaboración en consorcios empresariales con EEUU para su total desarrollo de mercado. Es necesario reducir el coste y mejorar su disponibilidad. A nivel europeo existen actualmente dos suministradores uno en Italia y otro en Alemania para este tipo de pilas.
- Las de ácido fosfórico, ampliamente estudiadas y validada su fase de demostración: en EEUU se han implantado plantas de demostración en uso estacionario para diversas aplicaciones y existen actualmente unas 200 unidades instaladas superando la fase pre-comercial. Japón, país sobresaliente en todo lo referente a pilas, tiene una planta de 11 MW funcionando. A escala mundial se estima un total de 400 unidades instaladas con una potencia aproximada de 44 MW.
- Las pilas de carbonatos fundidos son actualmente las utilizadas para aplicaciones de uso estacionario. España en colaboración con Italia ha desarrollado una pila de este tipo de 100 kW, la mayor de este estilo en Europa. Se demostró su viabilidad en la planta de ensayos de San Agustín de Guadalix con un récord de ope-

ración de 1000 horas y fue probada con éxito en Italia en una planta de cogeneración. Actualmente se trabaja en un proyecto europeo para el desarrollo de unidades de 500 kW. En EEUU y Japón se han instalado plantas de 1 y 2 MW. Sin embargo la experiencia demuestra que estos sistemas presentan problemas de corrosión en cátodo y sellado. En consecuencia, de no superar este problema mediante estudio de nuevos materiales, una vez desarrolladas las pilas de óxidos sólidos, estarán en clara desventaja y podrían ser desplazadas por estas últimas para este tipo de aplicaciones.

- Las de óxidos sólidos se perfilan como el modelo más apropiado para su aplicación en uso estacionario. Sin embargo queda mucho trabajo por hacer para el desarrollo de nuevos materiales y la ingeniería de estos sistemas.

Respecto a los tres temas propuestos en este estudio para su evaluación de viabilidad de futuro, sorprende su relativa irrelevancia en cuanto a desarrollo industrial y calidad de vida, si bien aparecen calificados por los expertos como de alta importancia global.

En cuanto a la **aplicación en transporte (Tema 34)** el periodo 1999 - 2004 resulta una fecha realista para la implantación de esta tecnología, como puede deducirse de los trabajos que se están desarrollando en todo el mundo. En Europa ya existen prototipos y en EEUU están funcionando autobuses con estos sistemas, Francia espera conseguir la comercialización de un vehículo antes del año 2010, U.K ha iniciado un proyecto para la construcción y evaluación de la comercialización de una pila de membrana polimérica para propulsión de un autobús,... En España varias industrias del automóvil han mostrado gran interés en el lanzamiento de pilas poliméricas, proponiendo su desarrollo a través de la colaboración con centros de investigación. Precisamente ésta es la medida recomendada según los resultados del estudio, que sitúan a España en una posición intermedia para la realización de este tema.

Con el mismo grado de importancia aparece en la clasificación el **tema 35 «Utilización generalizada de pilas de combustible en combinación con sistemas de cogeneración»**, lo que hace suponer un desarrollo en paralelo. De hecho esta tecnología está ya en fase de demostración. Es de esperar también para este periodo la implantación de las primeras aplicaciones en uso estacionario.

La generación centralizada con pilas de combustible se prevé en un horizonte más lejano, del

2010 al 2015, y se comenta en el apartado 3.3.

Los expertos opinan que el lanzamiento de las tecnologías de pilas de combustible, en las diferentes aplicaciones, depende de la colaboración con empresas exteriores y la cooperación entre industria y centros de investigación. Actualmente España está involucrada en los principales proyectos europeos para su desarrollo, con participación de centros de investigación y empresas; un buen camino para llegar a la consecución de los objetivos propuestos en las fechas previstas.

## III.3.3. Materialización 2010-2015

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
33	Generación eléctrica a escala industrial con centrales de pilas de combustible.	3,8
24	Utilización práctica de mejores tecnologías de catálisis que permitan que el 30% de los procesos de alta presión / temperatura existentes sean reemplazados por alternativas de baja presión / temperatura.	3,5
39	Utilización práctica de bacterias (procesos biológicos) para el tratamiento del crudo previo al proceso de refinado (eliminación del azufre y metales).	3,3
6	Utilización práctica de una técnica que permita almacenar o eliminar el dióxido de carbono producido por las centrales de combustibles fósiles de carbón.	3,2
31	Desarrollo de tratamiento de gas natural para su transformación en hidratos.	3
40	Desarrollo de Tecnologías basadas en biocatálisis que permitan un craqueo selectivo del residuo de destilación atmosférica del crudo para producir gasoleo menos contaminante y mas eficiente.	2,9

Obsérvese, en la clasificación de los temas por grado de importancia para este periodo, la coincidencia con los clasificados como de gran impacto sobre el desarrollo industrial (Temas 24, 39, 31 y 40) o sobre la Calidad de Vida (Tema 6) que se discuten en 4.3.1.

El **tema 33, generación eléctrica a escala industrial con centrales de pilas de combustible**, consigue un segundo puesto en la clasificación por Grado de Importancia para la totalidad de los temas. Hay que considerar una cierta desventaja para su materialización, derivada de la probable competencia en los escenarios energéticos de futuro, de las centrales de generación distribuida con las centralizadas. La Posición de España para su ejecución en el periodo del 2010

al 2015 se considera favorable. En Europa esta aplicación se ve a más largo plazo, según los resultados de Prospectiva de diferentes experiencias internacionales (Foresight U.K., Delphi Francia, Futures). Hay que considerar que los estudios citados son del año 95 y que la opinión ha podido variar en función de los desarrollos producidos. El tema de pilas de combustible evoluciona muy rápido y los plazos se acortarán en proporción al esfuerzo invertido en su desarrollo, impulsado por la consideración de estas tecnologías como una excelente alternativa para evitar la contaminación y favorecer el ahorro energético.

Respecto al estado actual en generación centralizada, cabe señalar que el Departamento de Energía de EEUU ha finalizado la construcción de la primera planta del mundo híbrida de pila de combustible /turbina, que será instalada próxi-

mamente en California y que actualmente constituye uno de los métodos más revolucionarios, limpios y eficaces de producción de electricidad, con una eficiencia del 55% frente al 35% de una

planta convencional de carbón y al 50% de las turbinas de gas. Esta planta es el resultado de treinta años de programas de colaboración entre gobierno y empresas.

### III.3.4. Materialización más allá del 2015.

Nº de Tema	Tema	Índice Grado Importancia
4	Las reservas de Crudo y Gas Natural conocidas cada día mayores, garantizan el actual «status energético para las próximas décadas.	3,7
13	Utilización generalizada de la producción de energía eléctrica a partir de la gasificación del carbón.	3,3
19	Incorporación de los conceptos supercríticos de generación de vapor a los procesos avanzados de generación de energía.	3,2
16	Utilización generalizada de las técnicas de combustión en lecho fluidizado presurizado.	3,1
42	Utilización generalizada de éteres( p.ej. Di-metil éter) como sustitutos de diesel	2,8
26	Utilización práctica de una técnica de licuefacción del carbón.	2,7
22	Utilización generalizada de cámaras de combustión presurizadas en calderas de carbón pulverizado.	2,7

En este periodo resulta relevante el tema de escenario energético referido a **las reservas de crudo y gas natural (Tema 4)**. Este hecho fue materia de debate en la Reunión de Expertos. Se considera a este respecto que, cada año, la tecnología permite la explotación de yacimientos que anteriormente no eran tecnológicamente viables o no resultaban rentables. Esta circunstancia, unida al desarrollo de tecnologías de producción de nuevos combustibles, basados en el refinado del crudo o en la conversión del gas en líquidos, abre nuevas posibilidades para el suministro energético. Las limitaciones detectadas para su materialización son económicas y tec-

nológicas, englobando sus repercusiones en el mercado y en la necesidad de continuar desarrollando técnicas más sofisticadas de detección y explotación.

Respecto al **tema 13**, comentar que la **gasificación del carbón para producir energía eléctrica** es en la actualidad tema de investigación, desarrollo y demostración, ya que presenta una gran eficiencia de generación unido a una tasa de emisiones muy baja. Así, en las plantas de ciclo combinado (IGCC) el carbón se gasifica bajo presión y el gas combustible se

quema en una turbina, generando alrededor de 2/3 de la electricidad de la planta. Los gases calientes de la turbina pueden usarse para generar vapor que es, a su vez, utilizado en una turbina convencional para producir el resto de la energía de la planta.

Los desarrollos de turbinas de gas avanzadas permitirán aumentar las eficiencias actuales,

pero siguen existiendo problemas técnicos por resolver antes de demostrar sus posibilidades de comercialización a gran escala. Además es necesario reducir los costes de inversión, superiores a las plantas convencionales de carbón, aunque los costes de operación son relativamente bajos. El lejano periodo de materialización del tema, más allá del 2015, se enmarca con el papel que jugará el carbón como combustible de futuro y que se discute en el apartado 4.4.1.

### III.3.5. Materialización NUNCA.

Nº de Tema	Tema	Índice Grado Importancia
3	El precio del barril de petróleo se reducirá el 50% sobre el actual.	3,8
14	Utilización práctica de la gasificación subterránea del carbón a gran escala.	2,1

El tema 3 encabeza junto con el 2, comentado anteriormente, el listado de los temas clasificados por grado de importancia. Este tema 2 plantea la situación opuesta a la enunciada en el 3 y su materialización está prevista para el periodo 2005-2009. De nuevo aparece esta hipótesis económica que, a juicio de los expertos, es esencial y determinante en la evolución del sector y factor de fuerza de escenarios de futuro. En este caso, se supone que no es posible una reducción a la mitad de precio del barril de petróleo. A pesar de la fuerte componente política de los precios del crudo, no podemos obviar la previsible disminución de reservas en aras del aumento del consumo del petróleo, variaciones en de los costes de explotación, incertidumbres coyunturales o la influencia de las nuevas tecnologías en la evolución de los precios.

Respecto al tema 14, cabe destacar la pesimista visión de los expertos respecto a la materialización del tema, quizás provocada por las difi-

cultades de las pocas acciones emprendidas para la aplicación práctica de esta tecnología. La gasificación del carbón constituye una tecnología idónea que permitiría la producción de gas combustible, que puede ser quemado para producción de electricidad, utilizado como fuente de hidrógeno para pilas de combustible o para cualquier proceso químico, o procesado como gas para plantas industriales. Además, presenta el atractivo de evitar los procesos de minería convencional, operación difícil y potencialmente peligrosa incluso con la maquinaria actual, y reducir las repercusiones medioambientales de las explotaciones a cielo abierto.

El proyecto UGE (Underground Gasification Europe) en el que han participado Bélgica, Reino Unido y España con financiación adicional del programa Thermie de la UE, tenía el objetivo de producir gas de buena calidad a partir de carbón en profundidades entre 500 y 600 metros. Los resultados han demostrado la posibilidad de

perforar pozos con la precisión requerida consiguiendo un funcionamiento estable y el control del proceso.

Sin embargo, las dificultades asociadas a la estructura de los depósitos y la necesidad de depurar los líquidos que se producen hacen actualmente difícil este proceso tecnológica y económicamente. Los resultados de la experiencia UGE

han sido suficientemente esperanzadores como para recomendar la continuidad de las acciones. En sentido, actualmente existe un estudio para la realización de una aplicación de este tipo en el Reino Unido. No hay que olvidar que las tecnologías asociadas a la gasificación subterránea del carbón pueden tener aplicaciones en otras áreas, donde las técnicas de minería convencional presenten dificultades o no sean aplicables.

### III.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL Y LA CALIDAD DE VIDA EN EL HORIZONTE TEMPORAL.

Esta clasificación corresponde a la elaborada en el diagrama presentado en las conclusiones, que selecciona los temas prioritarios para cada horizonte temporal a partir de su valor del índice de grado de importancia e impacto sobre las variables consideradas.

En este apartado se comentan uno a uno los temas de mayor impacto sobre el Desarrollo Industrial y Calidad de Vida agrupados por el periodo en el que está prevista su materialización. Se incluyen observaciones sobre su posición actual y la opinión de futuro de los expertos.

#### III.4.1. Materialización 1999-2004

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
32	El desarrollo de mejores tecnologías para la licuefacción del gas natural reduce los costes en un 25%.	73%	3,7
43	Utilización práctica de sistemas expertos para gestión automatizada de procesos en plantas con mejoras notables de eficiencia y rendimiento.	61%	3,8
20	Utilización práctica de plantas de demostración para estudiar los límites de escalación de las tecnologías de uso limpio del carbón.	60%	3,5

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
28	Utilización generalizada de sistemas de valorización / inertización de los subproductos procedentes de la utilización de combustibles fósiles.	62%	3,4
8	Utilización generalizada de sistemas avanzados de Combustión de baja emisión de NOx (quemadores, otras medidas primarias en plantas de proceso y plantas generadoras.)	61%	3,7

### III.4.1.1. Análisis de cada uno de los Temas de Impacto sobre el Desarrollo Industrial

**Tema 32: El desarrollo de mejores tecnologías para la licuefacción del gas natural reduce los costes en un 25%.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización		
3	3	3	3	63%	40%

La hipótesis plantea que las mejoras en el proceso de licuefacción supondrán una reducción en el coste. Resulta curioso en este tema el alto valor obtenido en cuanto a la capacidad de España para el tratamiento de licuefacción del gas, dado que actualmente el gas se licúa cerca de los centros de producción para facilitar el transporte, mientras que en España solo se regasifica.

Son pocas las aplicaciones posibles que consuman directamente el gas licuado. La tecnología está disponible a nivel internacional, sobre todo en EEUU y UK. Se interpreta, según los resultados, que nuestro país está cualificado para en cualquier momento asimilar la tecnología y producir gas licuado, salvando la limitación tecnológica con el asesoramiento de empresas exteriores.

**Tema 43: Utilización práctica de sistemas expertos para gestión automatizada de procesos en plantas con mejoras notables de eficiencia y rendimiento.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización		
2	3	3	2	47% / 40%	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos 37%

Tema cuya materialización supondrá sin duda un impacto importante sobre el desarrollo industrial y que además aparece en la clasificación en cuarto lugar, según grado de importancia global. La utilización de sistemas expertos simplifica la operación y mejora el rendimiento de los procesos que se desarrollan en todo tipo de plantas. Sorprende la escasa consideración sobre la capacidad científica y tecnológica en sistemas expertos en nuestro país. Existen actualmente de-

sarrollos de programas que han sido diseñados por profesionales españoles a la medida de las necesidades. Conviene tener presente que el acertado desarrollo de estos sistemas, está ligado al conocimiento real de los procesos de producción. Es importante saber trasladar el conocimiento adquirido en producción a la ciencia e investigación, incorporándolo al diseño de sistemas expertos.

**Tema 20: Utilización práctica de plantas de demostración para estudiar los límites de escalación de las tecnologías de uso limpio del carbón.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económica	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
3	3	2	3	62%	61%

Este tema es clave para disponer de un adecuado desarrollo industrial del sector y conseguir los objetivos energéticos de futuro. El previsible incremento de la demanda energética mundial provocará un incremento notable del consumo de energía de origen fósil. Se considera de importancia fundamental incentivar al máximo sistemas innovadores encaminados a la mejora de los rendimientos de transformación, con nuevos ciclos térmicos que permitan en un futuro aprovechar en forma eficiente los recursos limitados. El adecuado desarrollo de estas tecnologías de largo período de implantación con soluciones actualmente viables, aunque existen posibilidades de mejora en técnicas específicas, tiene una limitación claramente económica que dificulta su penetración en el mercado.

Las plantas de demostración permiten integrar distintas tecnologías y estudiar su eficiencia global, su impacto ambiental y los costes, resul-

tando esenciales para poder disponer de plantas a escala comercial cuando sean requeridas en un futuro próximo. La I+D puede no tener una rentabilidad inmediata, pero sí a largo plazo. En este sentido, el Panel de Expertos consideró de vital importancia el aprovechamiento de las plantas de demostración existentes, teniendo en cuenta que estas instalaciones no son sólo de producción, sino que hay que considerar también el beneficio que aportan en cuanto al desarrollo y avance de nuevas tecnologías.

La materialización del tema está intrínsecamente subordinada al apoyo decidido de la Administración a la explotación e instalación de plantas de demostración, que permitan el avance en el desarrollo de estas tecnologías limpias del carbón que, en un futuro, pueden ser la clave para el cumplimiento de las normativas medioambientales y para garantizar el suministro energético.

### III.4.1.2 Análisis de cada uno de los Temas de Impacto para la Calidad de Vida y Entorno.

#### Tema 28: Utilización generalizada de sistemas de valorización / inertización de los subproductos procedentes de la utilización de combustibles fósiles

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Económica	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
3	3	3	3	35%	71%

La posición de España en ciencia, tecnología e innovación para implantar la revalorización de subproductos es favorable. Actualmente ya se utilizan los residuos de combustión, escorias y cenizas, para diversas aplicaciones. Queda por realizar el estudio de aprovechamiento de cenizas generadas en lecho fluidizado, lo que supone sinergia de esfuerzos entre industria e investigación.

La revalorización se plantea como una de las mejores soluciones para conseguir la disminución del impacto de este tipo de residuos sobre el medio ambiente, y se pronostica su uso generalizado en el año 2009, comenzando en la actualidad con las primeras aplicaciones. Como limitación al desarrollo, aparece la económica seguida de las tecnológicas con un valor comparable (27%), reflejando la necesidad de disponer de mejores tecnologías en ciertas aplicaciones.

#### Tema 8: Utilización generalizada de sistemas avanzados de combustión de baja emisión de NOx (quemadores, otras medidas primarias en plantas de proceso y plantas generadoras.)

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y económicas	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
3	2	2	2	41% / 49%	38%

Por exigencia medioambiental, los nuevos proyectos de centrales, o los de cualquier instalación de repotenciación, han de incluir sistemas de eliminación de NOx. Las técnicas utilizadas actualmente para reducir los NOx incluyen la instalación de quemadores de baja emisión, la in-

yección de aire secundario o la inyección de reactivos. Se continúa explorando en sistemas más sofisticados y eficaces.

En principio es factible la inmediata materialización de esta hipótesis, si bien la implantación

generalizada de estos sistemas avanzados está limitada por cuestiones económicas y tecnológicas. La instalación de estos equipos encarece el coste de las centrales, tanto nuevas como en servicio, pero hay que considerar el beneficio

medioambiental que supone. Se necesitará un esfuerzo en mejorar la capacidad de producción y comercialización y el estímulo económico o fiscal de la Administración para hacer realidad esta hipótesis.

#### III.4.2. Materialización 2005-2009

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
25	Utilización generalizada de las técnicas de pirólisis para la obtención de combustibles líquidos.	61%	2,8
21	Utilización generalizada de repotenciación de plantas energéticas.	59%	3,1

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
7	Establecimiento y aplicación de normativas para el control de emisiones de materia particulada con tamaño inferior a 2,5 micras.	71%	3,3
17	Incorporación de las tecnologías avanzadas de control de emisiones a los procesos de combustión en lecho fluidizado.	58%	3,6
1	Cumplir la cuota de reducción de emisión de CO <sub>2</sub> .	58%	3,8
9	Utilización práctica de técnicas de desulfuración de combustibles fósiles, cada vez más sofisticadas incluidas las biológicas (biodesulfuración).	56%	3,8

### III.4.2.1. Análisis de cada uno de los Temas de Impacto sobre el Desarrollo Industrial

#### Tema 25: Utilización generalizada de las técnicas de pirólisis para la obtención de combustibles líquidos.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización		
3	2	2	1	45%	Cooperación industria-centros investigación 63%

Se espera la utilización generalizada de las técnicas de pirólisis para producción de combustibles de alta calidad en un horizonte de 10 años, una vez superadas las dificultades tecnológicas que adquieren protagonismo frente a las econó-

micas, influidas por el precio del barril de petróleo. No debe olvidarse la probable importancia que pueden tener medidas de tipo legislativo que impongan la producción de combustibles de alta calidad con mínimo contenido en azufre.

#### Tema 21: Utilización generalizada de repotenciación de plantas energéticas

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización		
3	3	3	2	Económicas 43%	Cooperación con empresas exteriores 44%

La posición de España es buena respecto a los países europeos para acometer la repotenciación de plantas energéticas, figurando en cuarto lugar en la lista de temas en los que esta variable es más favorable. La hipótesis hace referencia no sólo al cambio de sistemas de combustión sino también a la introducción de otros sistemas que reviertan en la mejora del rendimiento (acople de una turbina de gas suplementaria a una central de fuel o de carbón, y el aprovechamiento de los gases de escape). La sinergia en la utilización de diversas energías es un aspecto

muy relevante que ha de considerarse. No se necesitan el desarrollo de nuevos equipos y es una técnica totalmente factible y comercial en la actualidad, sólo es necesario implementar la ingeniería. El sustituir las viejas calderas por las de nuevas tecnologías de lecho fluido, supondría la modernización de las centrales existentes alargando la vida de la instalación

En cuanto a las limitaciones para la materialización de este tema, a juicio del Panel de Expertos,

además de la económica resultante en el estudio, hay que considerar la medioambiental. La repotenciación debería ir acompañada de sistemas

de limpieza de gases y la utilización de calderas más eficientes, para cumplir las exigencias impuestas por la normativa medioambiental.

**III.4.2.2. Análisis de cada uno de los Temas de Impacto sobre la Calidad de Vida y Entorno**

**Tema 7: Establecimiento y aplicación de normativas para el control de emisiones de materia particulada con tamaño inferior a 2,5 micras**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y Económicas	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
3	3	2	2	36% / 43%	37%

Tema estrella en cuanto a impacto sobre la calidad de vida y entorno, con el mayor porcentaje de respuesta. La emisión de partículas, unida a las de óxidos de nitrógeno y azufre, son grandes preocupaciones medioambientales. No hay que olvidar que la materia particulada puede transportar otros compuestos orgánicos persistentes, con el peligro que esto conlleva. Constituyen así un punto crítico que determina la calidad de los combustibles: en la medida en que la legislación exija más especificaciones en cuanto a emisiones, forzará al productor a modificar y mejorar la calidad del combustible.

En opinión de los expertos, resulta acertada la ubicación de este tema en el horizonte temporal señalado. Actualmente no hay una especificación determinada en cuanto a emisión de partículas de este tamaño, ya que no existe instrumentación de campo que permita la medición en continuo. Si existe la posibilidad de medir otros parámetros relacionados con su emisión. Para el año 2005 el “Programa Auto-oil”, cuyo objetivo es conseguir que el impacto de la combustión de combustibles de automoción sea el mínimo, prevé nuevas especificaciones para el diesel que

implican la reducción de poliaromáticos, que se ha demostrado, inciden directamente en la emisión de partículas.

En este horizonte a cinco años vista, se considerará este tema sobre todo en el sector de automoción donde dará lugar a medidas drásticas, por el problema que produce la alta concentración de partículas en las grandes ciudades europeas. La dinámica actual hace pensar que en el 2005 se cumplan las especificaciones.

En producción eléctrica no hay especificaciones, aun así se prevén limitaciones en este ámbito, lo que supondría una modificación en la calidad del combustible líquido.

La previsible materialización de este tema en cinco años constituye un corto periodo de tiempo, por lo que hará falta un desarrollo tecnológico para poder adecuarnos a las nuevas normativas. Este tema está entre los diez primeros en los que la posición de España es más favorable, lo que acompañado de medidas que fomenten la

cooperación entre industria y centros tecnológicos, y de un buen estímulo administrativo, nos

sitúa en buen punto de partida para superar las limitaciones tecnológicas y económicas que conlleva.

### Tema 17: Incorporación de las tecnologías avanzadas de control de emisiones a los procesos de combustión en lecho fluidizado.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y Económicas	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
3	2	2	2	35% / 46%	47%

La combustión en lecho fluidizado permite el aprovechamiento de combustibles pobres, como residuos y carbón de mala calidad, en términos aceptables en cuanto a su eficiencia de combustión e impacto medioambiental. Es una tecnología limpia en sí misma, ya que opera a temperaturas de com-

bustión relativamente bajas que reducen la formación de NOx y que permite la inyección en el lecho de reactivos de absorción química. Aun así, este tipo de combustión admite mejoras en los procesos de depuración de humos, mediante la incorporación de conceptos avanzados.

### Tema 1: Cumplir la cuota de reducción de emisión de CO<sub>2</sub>

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y Económicas	Estímulos económico/fiscales de la Administración
3	2	2	2	35% / 46%	42%

El cumplimiento de esta hipótesis es difícil. Para atender al previsible crecimiento de la demanda, el suministro energético seguirá en el futuro basado fundamentalmente en la utilización de combustibles fósiles, de influencia directa en las emisiones de CO<sub>2</sub>. El cumplimiento de los objetivos impuestos, en cuanto a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, está especialmente asociada a la eliminación de los impactos causados por la utilización de combustibles fósiles y esto supone:

- Nuevas tecnologías limpias
- Una mejora de la eficiencia basada en el diseño de plantas con mayor rendimiento.

- Eliminación de NOx, SOx y CO<sub>2</sub> de los gases de combustión
- Almacenamiento de CO<sub>2</sub> y otros gases de invernadero.

Es necesario un esfuerzo en innovación para encontrar soluciones tecnológicas que aporten una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> realmente efectiva, sin provocar efectos en la economía. En esto, los protagonistas son la industria y los centros de investigación, aunando esfuerzos para conseguir éxitos comerciales.

El compromiso de nuestro país a cumplir los objetivos de reducción del CO<sub>2</sub>, supondría un

impulso definitivo a las tecnologías limpias de conversión de combustibles fósiles y está determinado por cuestiones legislativas. Esto sería posible en el horizonte temporal del 2005 al 2009.

La opinión sobre esta hipótesis puede compararse con los resultados del estudio de prospectiva

sobre energías renovables. En los dos estudios es un tema considerado de gran importancia por su impacto sobre la calidad de vida, existiendo limitaciones económicas que requieren el apoyo de la administración. Sin embargo aparecen diferencias en la fecha de realización que es más cercana en el caso del presente estudio.

**Tema 9: Utilización práctica de técnicas de desulfuración de combustibles fósiles, cada vez más sofisticadas incluidas las biológicas (biodesulfuración).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y Económicas	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
3	3	2	2	42% / 52%	43%

Aunque el azufre se puede eliminar con el tratamiento de los gases de combustión, actualmente se están investigando técnicas de eliminación previas en el tratamiento del combustible. Se encuentra relacionado con dos temas (39 y 40) calificados de alto impacto sobre el desarrollo industrial y cuya materialización se prevé en el periodo del 2010 al 2015, basados también en la implementación de tecnologías biológicas, co-

mentadas en el apartado 4.3.1. La posición de España es buena en ciencia y tecnología, pero el esfuerzo económico que habría que realizar no se justifica actualmente. Aun así, la innovación en procesos de desulfuración viene impulsada por las exigencias medioambientales y, al ritmo actual de desarrollo, el tema puede materializarse antes de la fecha prevista por los expertos.

**III.4.3. Materialización 2010-2015**

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
40	Desarrollo de Tecnologías basadas en biocatálisis que permitan un craqueo selectivo del residuo de destilación atmosférica del crudo para producir gasoleo menos contaminante y mas eficiente.	87%	2,9
39	Utilización práctica de bacterias (procesos biológicos) para el tratamiento del crudo previo al proceso de refinado (eliminación del azufre y metales).	70%	3,3
24	Utilización práctica de mejores tecnologías de Catálisis que permitan que el 30% de los procesos de alta presión / temperatura existentes sean reemplazados por alternativas de baja presión / temperatura.	67%	3,6
31	Desarrollo de tratamiento de gas natural para su transformación en hidratos.	62%	3

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Índice Grado Importancia
6	Utilización práctica de una técnica que permita almacenar o eliminar el dióxido de carbono producido por las centrales de combustibles fósiles de carbón.	61%	3,2

### III.4.3.1. Análisis de los Temas de Impacto sobre el Desarrollo Industrial

**Tema 40: Desarrollo de Tecnologías basadas en biocatálisis que permitan un craqueo selectivo del residuo de destilación atmosférica del crudo para producir gasóleo menos contaminante y más eficiente.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y Económicas	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
3	3	2	2	42% / 52%	43%

La implantación de estas tecnologías de futuro, actualmente en fase de investigación y sobre las que se están desarrollando distintos programas, influiría decisivamente en la infraestructura y en la industria de tratamiento de crudo. Hay que tener en cuenta que las plantas de refino han de incluir complejos sistemas de tratamiento para la eliminación de azufre, que en el caso de aplicarse estas tecnologías, incluso podrían realizarse "in situ" previamente al proceso de refino, simplificando el proceso de post-tratamiento. En este caso, surgiría en el futuro un nuevo concepto de Planta de refino, reestructurando sus instalaciones para la producción de combustibles de alta calidad.

Según se refleja en los resultados del estudio, la biocatálisis tiene una limitación tecnológica. El

Panel de Expertos hace hincapié en este hecho comentando el problema de pérdida de producto generado en el proceso de colado de crudo tratado biológicamente.

Respecto a los sistemas de tratamiento de crudo, se hace notar que aunque no se descarta una posible evolución en la catálisis convencional, la curva de desarrollo de estos sistemas parece haber llegado actualmente a su límite. En este sentido la implantación de las tecnologías de biocatálisis puede ser un camino innovador y efectivo. El esfuerzo en investigación y desarrollo, en cooperación con la industria petrolera, es indispensable para el avance de este tipo de tecnologías, superando las dificultades identificadas y mejorando nuestra posición.

**Tema 39: Utilización práctica de bacterias (procesos biológicos) para el tratamiento del crudo previo al proceso de refinado (eliminación del azufre y metales).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y Económicas (mismo porcentaje)	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos y colab. Empresas Exteriores
2	1	1	1	47%	45% /40%

Este es otro tema que abarca las tecnologías de biocatálisis y al que pueden ser aplicados los comentarios del tema 40 analizado anteriormente. Para poder garantizar niveles de azufre en gasolina y diesel de 10 ppm, ha de producirse a 5 ppm, y esto entraña una notable dificultad con los sistemas de catálisis convencionales actuales. El tratamiento previo al proceso de refinado mediante procesos biológicos selectivos, sim-

plificaría el proceso de hidrotratamiento en el refinado para reducción de azufre y sería muy ventajoso económica y medioambientalmente. Con un esfuerzo en investigación y desarrollo podría llegar a aplicarse esta tecnología en el horizonte temporal señalado en el estudio (más allá del 2015). Obsérvese nuestra posición desfavorable para la implantación de esta tecnología.

**Tema 24: Utilización práctica de mejores tecnologías de catálisis que permitan que el 30% de los procesos de alta presión / temperatura existentes sean reemplazados por alternativas de baja presión / temperatura.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
3	3	1	2	59%	51%

La aplicación de mejores tecnologías catalíticas permite aumentar la eficiencia de los procesos disminuyendo la energía que consumen. Paralelamente, es posible mejorar la selectividad de las reacciones que se desarrollan, disminuyendo la producción de residuos y las emisiones.

A pesar de su importancia los procesos catalíticos no están suficientemente bien entendidos y los modelos de que se dispone para explicar la acción catalítica son limitados en alcance y grado de aplicabilidad. Es necesario desarrollar estudios sobre la catálisis a nivel molecular para pro-

fundizar en los conocimientos actuales y desarrollar teorías y modelos más generales.

El horizonte temporal indica un intervalo entre el 2005 y el 2015 reflejando la necesidad de mantener los esfuerzos actuales. La posición de España es satisfactoria en ciencia, tecnología e innovación pero desfavorable en comercialización y producción. Los expertos recomiendan realizar un esfuerzo estableciendo vías de cooperación entre la industria y los centros de investigación, que permitan superar las limitaciones tecnológicas.

**Tema 31: Desarrollo de tratamiento de gas natural para su transformación en hidratos**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL Tecnológicas y Económicas (mismo porcentaje)	MEDIDA MÁS RECOMENDADA Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos y colab. Empresas Exteriores
	Innovación	Producción	Comercialización		
2	1	2	2	50%	40%

Los hidratos de gas son estructuras cristalinas parecidas al hielo en las que la red de moléculas de agua contiene moléculas de gas atrapadas.

La tecnología de transformación de gas natural en hidratos, (NHG, Natural gas hydrate), tiene aplicaciones potenciales en numerosos campos como la recuperación de compuestos orgánicos volátiles (COV), la eliminación de CO<sub>2</sub> mediante su captura, el procesado de corrientes gaseosas, la desalinización y tratamiento de aguas, etc., pero la más interesante es la transformación para su transporte y almacenamiento.

Esta tecnología compite con la transformación de gas en hidrocarburos líquidos (GTL) y la tecnología de licuefacción mediante compresión, aunque las aplicaciones potenciales de una y otra son distintas. Así la tecnología GTL es económicamente más justificable para el aprovechamiento de gas en zonas próximas a los centros de utilización y/o campos de extracción de gran tonelaje. Para el caso de campos pequeños y alejados en los cuales no parece muy rentable

la instalación de líneas de conducción, puede resultar económicamente más atractiva la utilización de tecnologías de gas hidratado para su transporte. Si tenemos en cuenta que la mayoría de la producción de gas natural se encuentra en esta última situación (campos pequeños y alejados) se comprende que la tecnología de hidratos de gas natural puede ser una buena alternativa futura al GTL y al gas comprimido.

Sin embargo, esta tecnología está en fase de desarrollo a nivel de laboratorio, (NTNU, Norwegian University of Science and Technology en Trondheim, Noruega). Actualmente los trabajos se dirigen a la elaboración de una planta piloto con capacidad para funcionar durante 2-3 años. Las principales dificultades residen en las bajas temperaturas necesarias en el proceso así como en la optimización de los costes. Aker Maritime y la Norwegian University of Science and Technology han formado una compañía (Natural Gas Hydrate AS) para la construcción de dicha planta piloto y la comercialización de dicha tecnología.

*III.4.3.2. Análisis de los Temas de Impacto sobre la Calidad de Vida y Entorno***Tema 6: Utilización práctica de una técnica que permita almacenar o eliminar el dióxido de carbono producido por las centrales de combustibles fósiles de carbón.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL Tecnológicas y Económicas (mismo porcentaje)	MEDIDA MÁS RECOMENDADA Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
	Innovación	Producción	Comercialización		
3	2	2	1	48%	38%

Es tecnológicamente factible su materialización en este periodo y España estaría en principio preparada científicamente para iniciar su desarrollo, pero faltan aplicaciones específicas de la tecnología. La mejora en nuestra capacidad de comercialización de estos tipos de sistemas vendrá determinada por las exigencias legislativas.

Si se quieren conseguir plantas avanzadas de futuro, con mínimo impacto ambiental en cuanto a emisiones, será vital la incorporación de estas tecnologías. Es previsible la aparición de un nuevo concepto tecnológicamente viable que permita dar un salto cualitativo en los sistemas de eliminación de CO<sub>2</sub>.

#### III.4.4. Materialización más allá del 2015

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el desarrollo industrial	Índice Grado Importancia
26	Utilización práctica de una técnica de licuefacción del carbón.	64%	2,8
22	Utilización generalizada de cámaras de combustión presurizadas en calderas de carbón pulverizado.	62%	2,7

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Índice Grado Importancia
42	Utilización generalizada de éteres ( p.ej. Di-metil éter) como sustitutos de diesel	56%	2,8

##### III.4.4.1. Análisis de cada uno de estos Temas

#### Tema 26: Utilización práctica de una técnica de licuefacción del carbón

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y Económicas	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos
3	2	1	1	48% / 45%	54%

Los resultados de las experiencias realizadas hasta el momento en técnicas de licuefacción del carbón, reflejan el alto coste del proceso por lo que no puede pensarse en su utilización práctica a medio plazo.

Sin embargo, a la vista de un futuro con limitaciones en el suministro de combustibles líqui-

dos ligeros y dadas las grandes reservas de carbón disponibles, sería conveniente mantener las actividades de desarrollo de la tecnología. En este sentido la explotación de la planta de demostración europea, (Point of Air, U.K.), puede permitir el progreso técnico necesario para abaratar el coste y mejorar el proceso de producción, suponiendo un beneficio a largo plazo.

**Tema 22: Utilización generalizada de cámaras de combustión presurizadas en calderas de carbón pulverizado**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos y colab. Empresas Exteriores
2	2	2	2	52%	43%

La materialización de este tema en el horizonte temporal más lejano suscita la polémica sobre el uso del carbón en el futuro energético. Recordemos que el tema 26 referente a las tecnologías de licuefacción del carbón y el 13 a su gasificación, también aparecen en este periodo.

La utilización del carbón a lo largo de la historia ha sufrido "oleadas", determinadas por la disponibilidad o el coste de otros combustibles, y hoy en día por el factor medioambiental. Actualmente se ha producido una caída en el uso del carbón como fuente energética. No existen en la Europa Occidental nuevos proyectos de centrales de carbón. Sólo en Alemania oriental existe un proyecto de una planta de lecho fluido a presión y en Checoslovaquia un proyecto de central de combustión de carbón pulverizado con tratamiento de gases. Sí existen proyectos en Estados Unidos y en Japón. Otros países con crecimiento en la demanda (China, Tailandia, Indonesia) tienen previstas grandes inversiones en nuevas centrales convencionales de carbón. Europa occidental, con gran demanda e infraestructura, dedica sus nuevos proyectos a la producción eléctrica a partir de gas natural. Las reservas probadas al ritmo actual de consumo garantizan su disponibilidad en un larguísimo periodo de tiempo. Las reservas mundiales totales

de carbón se estiman en 1.088 billones de toneladas, suficiente para el suministro de unos 200 años.

Parece probable que, como refleja el estudio con la aparición de este tema de utilización generalizada que sirve de indicador, en el 2015 se vuelva al uso del carbón como uno de los combustibles protagonistas para el suministro de energía eléctrica. Esto podría producirse por una falta de disponibilidad de otros combustibles, provocado por el incremento del consumo y el agotamiento de recursos (gas y petróleo) con su correspondiente incremento en el precio.

En cuanto a la posición de España en este tipo de tecnología es más bien desfavorable y hay una barrera tecnológica para la materialización del mismo. Es de resaltar la relación con el tema 20, comentado con anterioridad, que aconseja la implantación de plantas de demostración, medida que junto a las recomendadas en este tema y referidas a la cooperación entre centros de investigación e industria (inherente a la implementación de plantas de demostración) y a la colaboración con empresas extranjeras, puede impulsar adecuadamente estas tecnologías y estar preparados para este posible futuro.

## III.4.4.2. Análisis de los Temas de Impacto sobre la Calidad de Vida y Entorno

**Tema 42: Utilización generalizada de éteres (p.ej. Di-metil éter) como sustitutos de diesel**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros investigación
2	1	2	2	42%	48%

Actualmente se están desarrollando programas de investigación y desarrollo sobre combustibles avanzados para automoción, alternativos a los actuales. Se pretende determinar cuales serán los que tendrán la mayor viabilidad comercial en los próximos 10 años. Entre los que se están estudiando (gas natural comprimido, propano, metanol o etanol) el dimetil éter (DME, dimethyl ether) se considera una posible vía de sustitución especialmente atractiva en el caso de los motores diesel. Por su composición y estructura, produce una emisión de partículas muy baja y no da lugar a la formación de hidrocarburos poliarómicos ni otros compuestos como tolueno o benceno. Los primeros ensayos se realizaron en 1990 en Dinamarca y actualmente se esta evaluando su coste y disponibilidad.

Sin embargo, la utilización generalizada de éteres como sustitutos al diesel, es una hipótesis centrada en un horizonte cercano, que genera controversia debido al caso del terc-butil metil eter, (MTBE, Methyl Tertiary Butyl Ether), un aditivo usualmente añadido a la gasolina para aumentar su contenido en oxígeno y reducir sus emisiones.

En California se implantó en 1992 un programa para la mejora de la calidad del aire en las ciudades que incluía la reformulación de la gasolina, eliminando el plomo e introduciendo productos para mejorar el índice de octano. Se eligió como aditivo el MTBE por su bajo coste y se ha utilizado desde entonces contribuyendo de manera importante a la reducción de la contaminación. Posteriormente se ha comprobado que es un producto que se degrada mal y contamina los acuíferos subterráneos y el suministro de agua potable. En este sentido, constituye un buen método para la identificación de fugas y derrames de gasolina pero, a su vez, produce un impacto medioambiental no deseado. En 1999 la *California Energy Commission* publicó un estudio donde se evaluaban los aditivos alternativos al MTBE, los beneficios medioambientales de cada uno de ellos, junto con el coste y horizonte temporal necesario para la sustitución. En base a este estudio, la administración norteamericana decidió prohibir totalmente la utilización de este producto y similares (TME) a partir del año 2003. Dada esta situación la sustitución del diesel por un éter no parece muy probable.

### III.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

El porcentaje de respuesta de los expertos respecto del impacto de la materialización de las hipótesis propuestas sobre el empleo no es significativo, sin superar en ningún caso el 30%. Esta máxima puntuación corresponde además a dos temas (El nº 3: « El precio del barril de petróleo se reduce el 50% », y el nº 14: «gasificación subterránea de carbón a gran escala») que coinciden también en cuanto a que los expertos piensan que nunca van a ocurrir.

Por supuesto que si se materializaran algún día, en contra de la opinión generalizada, influirían en la generación de puestos de trabajo, pero la importancia de las variables referidas a la Calidad de Vida y el Desarrollo industrial (49% sobre el Desarrollo industrial para el tema 3 y 48% sobre Calidad de Vida para el tema 14) posiblemente enmascaran la referente al empleo y esto puede ocurrir con otras hipótesis de las propuestas.

El tema 3 aparece acompañado de su opuesto, con materialización del 2005 a 2009, en un porcentaje similar para el impacto sobre el empleo. Ambas hipótesis, ya comentadas por su importancia como factor de fuerza de un posible escenario de futuro, podrían suponer una modificación en el marco regulatorio del mercado energético, que causaría una posible variación de fuentes energéticas y sistemas de conversión, con el consiguiente desarrollo industrial que en

este caso influiría directamente en la generación de puestos de trabajo.

Es tema de discusión la relación directa entre el impacto sobre el desarrollo industrial y el del empleo. En este sector las tecnologías están bien consolidadas por lo que, en general y salvo tecnologías específicas cuya evolución significara una revolución en los procesos o en las infraestructuras de producción, su desarrollo no lleva implícito un crecimiento en el empleo. En algunos casos las nuevas tecnologías de impacto sobre el desarrollo industrial se basan en el desarrollo de sistemas de automatización que sustituyan a las personas en las tareas más pesadas o repetitivas, influyendo negativamente en la creación de empleo.

Los nuevos desarrollos de las tecnologías limpias de conversión de combustibles fósiles se refieren en muchos casos a la mejora de tecnologías de proceso en líneas de producción ya existentes, que influyen en algunas ocasiones en la calidad del empleo por mejora de las condiciones de trabajo. La generación de puestos de trabajo puede surgir por la implantación de nuevas tecnologías y su repercusión en sectores relacionados que exigirá nuevas cualificaciones y especialidades.

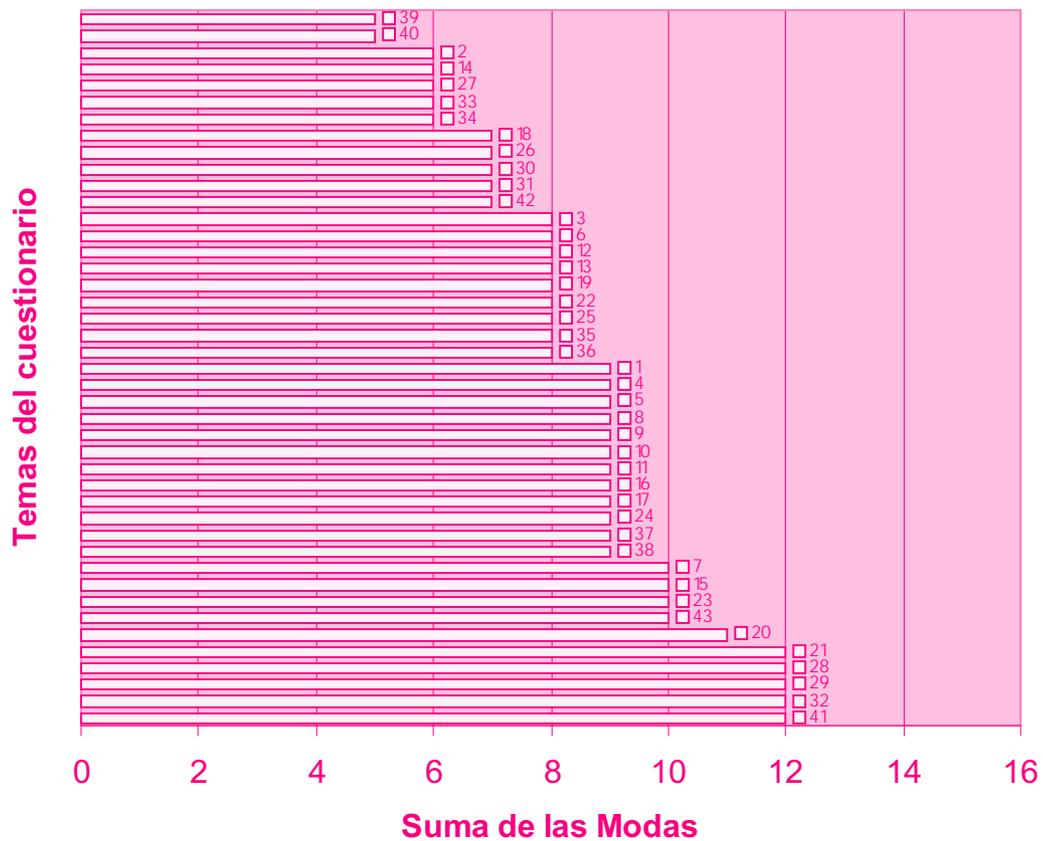
No existe ningún tema que suponga generación de puestos de trabajo en el horizonte temporal del 1999 a 2004 y en el comprendido entre 2010 a 2015.

### III. 6. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE

El índice de posición ha sido elaborado según se explica en el apartado de metodología. Para la interpretación de los resultados se han esta-

blecido los siguientes sub-intervalos de variación para este índice:

- IP = [4-6]: Posición muy desfavorable.
- IP = [7-9]: Posición desfavorable.
- IP = 10: Posición media.
- IP = [11-13]: Posición favorable.
- IP = [14-16]: Posición muy favorable.



Se puede observar en la figura que:

- Solo seis de los temas (14% del total) alcanzan una puntuación igual o superior a 11, indicando que España se encuentra en una posición globalmente favorable en cuanto a sus capacidades para conseguir su materialización.
- Cuatro temas (9%) con un valor de 10, reflejan una posición media.
- Un total de 26 temas (61%) se sitúan en el intervalo de valor entre 7 y 9, lo que advierte de una posición desfavorable. Hay que hacer notar que este valor corresponde a la suma de cada una de las capacidades, detectándose siempre una posición más fa-

vorable en ciencia y tecnología que en innovación, producción y comercialización, que evidencia un problema clave del sector.

- Finalmente, siete de los temas (16%) tienen un valor inferior a 7, lo que indica que nos encontramos en una posición de partida muy desfavorable para intentar su realización, sugiriendo que deben tomarse las medidas apropiadas para detectar las causas de esta situación.

En la siguiente tabla se recogen los seis temas en los que se ha detectado una posición más favorable (índice de posición igual o superior a 11).

Nº de Tema	Tema	Índice de Posición	Fecha de Materialización
20	Utilización práctica de plantas de demostración para estudiar los límites de escalación de las tecnologías de uso limpio del carbón.	11	Hasta 2004
21	Utilización generalizada de repotenciación de plantas energéticas.	12	2005 – 2009
28	Utilización generalizada de sistemas de valorización / inertización de los subproductos procedentes de la utilización de combustibles fósiles.	12	2005 - 2009
29	Utilización de gas natural para refrigeración industrial y climatización	12	Hasta 2004
32	El desarrollo de mejores tecnologías para la licuefacción del gas natural reduce los costes en un 25%.	12	Hasta 2004
41	Utilización de coque de petróleo en centrales térmicas e IGCC.	12	Hasta 2004

Se observa coincidencia entre la clasificación de temas en función de la posición de España y la realizada según la variable relativa a impacto sobre desarrollo industrial y calidad de vida. Así los temas 20, 21 y 32 son tecnologías consideradas como prioritarias según su impacto sobre el desarrollo industrial, y el 28 por su impacto sobre la calidad de vida. (Obsérvese el diagrama incluido en el apartado de conclusiones).

Aparecen en esta tabla dos temas relativos a la utilización del gas natural, el 29 y el 41, que no han sido seleccionados en ninguna de las clasificaciones realizadas.

**El tema 29, relativo a la refrigeración industrial y climatización utilizando gas natural,** se usará ampliamente en la década entrante, en combinación con plantas de cogeneración. Actualmente dicho uso está restringido a plantas

de elevada potencia pero se espera que, en un corto plazo, se realizarán plantas de refrigeración que funcionen con pequeños motores a gas, micro turbinas o pilas de combustible.

El sistema para producción de frío se realiza generalmente mediante ciclos de absorción, y la tecnología está disponible comercialmente. El aumento del rendimiento de estas plantas depende de las mejoras en las siguientes áreas:

- Disminución de las temperaturas de partida del proceso.
- Producción de refrigeración a más baja temperatura (hasta  $-60^{\circ}\text{C}$ )
- Reducir el consumo de agua, así como el desarrollo de plantas refrigeradas por aire (torres de refrigeración secas)

Otro campo que se está desarrollando a gran velocidad es el uso de excedentes térmicos de la industria química y petroquímica para la refrigeración a bajas temperaturas. En un plazo de 5 años los estudios de aprovechamiento de residuos térmicos en el sector químico podrían conducir a la instalación de plantas de refrigeración por absorción.

El potencial de desarrollo para España es elevado, especialmente si se acentúa la colaboración con empresas europeas líderes en este sector como base para el desarrollo de tecnologías propias.

Si observamos la evolución de los temas a lo largo de las líneas de tiempo, siguiendo el grado de madurez de las siguientes tecnologías, podemos deducir, como se comentó al principio del informe, que nos encontramos en una mejor posición para abordar los temas a corto plazo que a largo.

Una llamada de atención ante estos resultados: la excelente posición en que nos encontramos para abordar la realización de estos temas en cuanto a todas las capacidades evaluadas, el ser considerados temas prioritarios por su predominante impacto en el desarrollo industrial, y su previsible realización inmediata, advierten de la urgencia en la aplicación de las medidas oportunas para rentabilizar estas circunstancias tan propicias. Las medidas recomendadas para la mayoría de los temas aquí expuestos son la cooperación entre industria y centros de investigación, tan reiterada a lo largo del informe, y la colaboración con empresas extranjeras.

### III.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Resumen de los datos relevantes del estudio

- Porcentaje Global de Respuesta: **39%**
- Cambios en la 2ª ronda: **29%** de los temas
- No se detecta diferencias entre las opiniones en función del campo de actividad de los expertos
- Características de los expertos:
  - Edad: el 80% de **30 a 60 años**.
  - Sexo: **76% varones**
  - Procedencia profesional: mayoría de expertos pertenecientes a Centros de I+D 38% seguido de empresas 35%
- Nivel de Conocimiento de los expertos consultados: 41% **nivel medio**

#### Resultados generales

Los resultados señalan que la mayoría de los temas, un 90%, ha sido considerado por los expertos como de **alta o media importancia**. De esta forma se estima que la realización de las hipótesis propuestas tendrá importantes repercusiones en el sector de las nuevas tecnologías de conversión de combustibles fósiles y gran alcance social y económico.

La mayoría de los temas propuestos, un 67%, ocurrirán entre **la fecha actual y el año 2009**.

La materialización de los temas, entendida como su introducción en el mercado energético de un posible escenario futuro, repercutirá prácticamente en **partes iguales en el Desarrollo Industrial y la Calidad de Vida y Entorno**, considerando los expertos que tendrán una **influencia mínima sobre el Empleo**.

Debe tenerse en cuenta al interpretar este resultado, que el estudio tiene un marcado carácter

industrial y pretende establecer criterios para definir prioridades en este ámbito, lo que determina la selección inicial de las hipótesis propuestas.

La POSICIÓN DE ESPAÑA para acometer el desarrollo de los temas, en comparación con otros países de la Unión Europea se considera:

- **Favorable** en cuanto a la **Capacidad Científica y Tecnológica**
- **Desfavorable** en cuanto a la **Capacidad de Innovación, Producción y Comercialización**

Esta posición desfavorable refleja los problemas del sector para llevar a la práctica la comercialización de tecnologías avanzadas. El escenario actual de liberalización de los mercados no favorece la búsqueda de soluciones al problema, ya que el aumento de la competencia hace que la industria abandone la I+D+I y se preocupe de la solución a corto plazo. No se debe olvidar que la Innovación no es sólo responsabilidad de la industria, condicionada por la necesidad de hacer negocio. Es necesario la aplicación de medidas administrativas que incentiven la innovación, facilitando la introducción de nuevos productos y desarrollos en el mercado.

Se considera que las principales LIMITACIONES que pueden frenar la aplicación de las Tecnologías Avanzadas de Conversión de Combustibles Fósiles son de índole:

**Económico** (entendidas como la imposibilidad de realizar el tema a un coste competitivo)

y

**Tecnológico**. (entendida como la no existencia de una base tecnológica suficiente para su realización en España)

La madurez en la base científica y tecnológica que indicaban los resultados para la posición, no está soportada por una adecuada financiación que sirva de apoyo para alcanzar el desarrollo tecnológico necesario.

En cierta forma esta situación es un reflejo de la entidad y tamaño de las empresas del sector en España, que implica la necesidad de asociarse para desarrollar un producto y ser rentables y competitivos a nivel internacional.

Hay que tener en cuenta que las limitaciones detectadas deben verse como condicionantes del sector pero no como barreras infranqueables ya que, disponiendo del soporte científico y desarrollo tecnológico adecuados, existe la posibilidad de superarlas. Resaltar la importancia de la viabilidad económica en la implantación de las tecnologías: la viabilidad tecnológica no supone el uso generalizado de la tecnología, ya que su posibilidad sólo será real si es económicamente factible. No hay que olvidar que la limitación económica puede superarse con una política de desarrollo adecuada que suponga la reducción de costes.

Con respecto a las limitaciones asociadas a cambios en **Legislación** o el desarrollo de nuevas normativas, aunque menos condicionantes que las citadas anteriormente, pueden adquirir relevancia en algunos casos, como por ejemplo la legislación sobre exigencias en emisiones que determinará la calidad de los combustibles, el desarrollo de catalizadores más activos en el tratamiento de los mismos y la implantación de tecnologías más limpias y sistemas avanzados de reducción de contaminantes.

Las limitaciones **medioambientales** tampoco aparecen como determinantes. Por supuesto el motor de las tecnologías avanzadas es precisamente el impacto medioambiental, expresado en las exigencias legislativas impuestas.

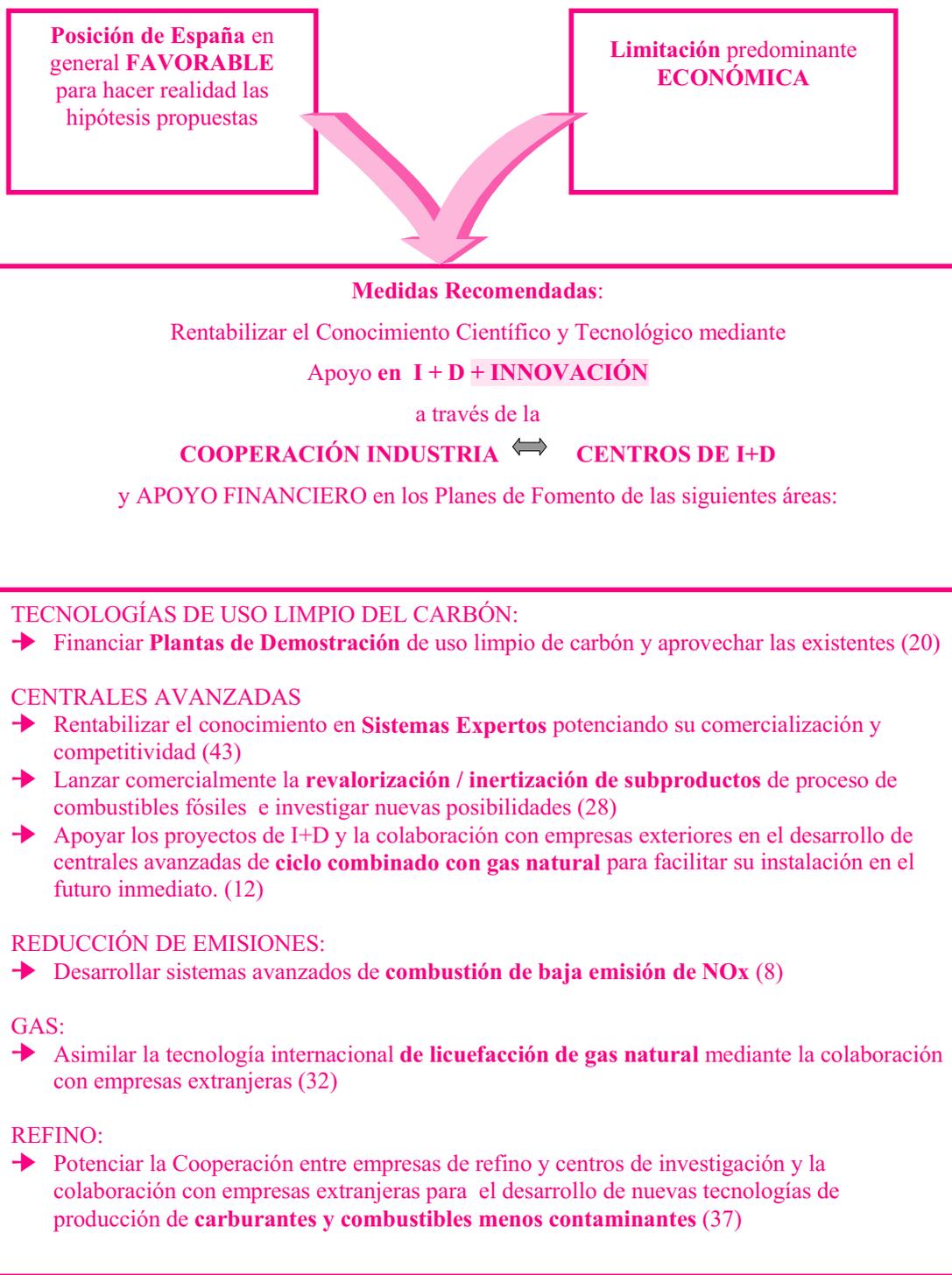
La MEDIDA MÁS RECOMENDADA es la **Cooperación entre la Industria y los Centros de Investigación y Tecnológicos**. Este resultado es congruente con la posición de nuestro país en capacidad científica y tecnológica y las dificultades detectadas para la innovación y comercialización. En el escenario actual esta colaboración es imprescindible, ya que las inversiones necesarias en las empresas para abordar los gastos en innovación en el nuevo escenario competitivo de mercado, impiden abordar desarrollos en solitario.

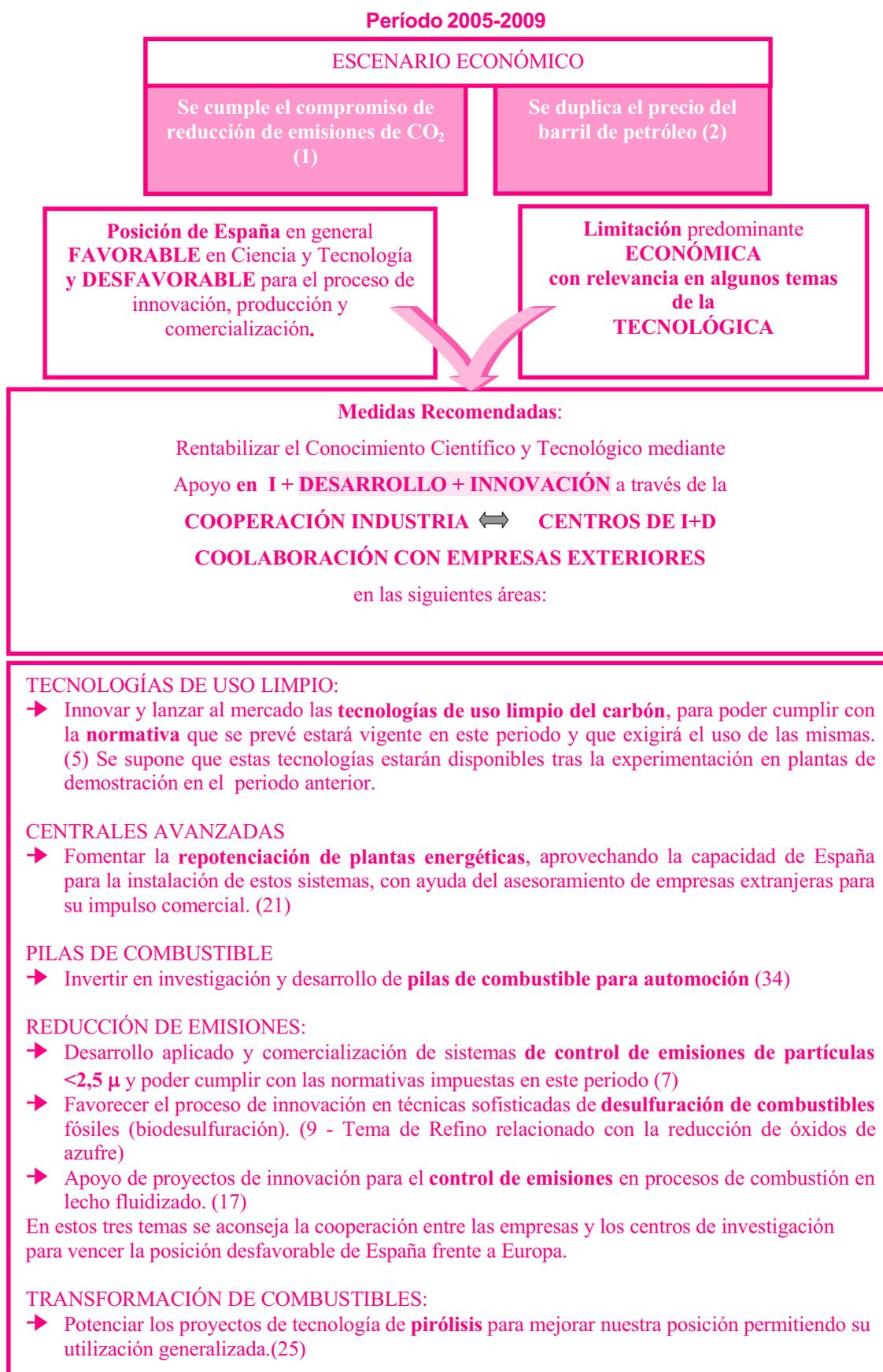
Por otro lado una de las consecuencias de la globalización y la liberalización de los mercados ha sido el retroceso de la colaboración entre las empresas, particularmente las exteriores, consecuencia de las actividades de distintos "lobbies" en defensa de sus intereses y acaparando el reparto del mercado.

Las tecnologías de conversión requieren la existencia de plantas de demostración para implementar su potencialidad y demostrar su viabilidad tecnológica y económica. Esto requiere incentivación económica o de tipo fiscal por parte de los responsables de las políticas científicas y tecnológicas, que deben actuar para acercarse a las demandas de la industria. Se necesitan medidas de la Administración que incentiven las vías de comunicación entre todos los actores del sector, para crear la infraestructura necesaria que haga surgir contactos provechosos y aprovechar el potencial existente.

***IDENTIFICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS  
PRIORITARIAS PARA CADA HORIZONTE  
TEMPORAL***

## Período 1999-2004





## Período 2010-2015

**Posición de España en general MUY DESFAVORABLE** en cuanto a potencial científico, capacidad de innovación, tejido industrial con capacidad de producción y comercialización.

**Limitación ECONÓMICA y TECNOLÓGICA** en porcentajes muy parecidos

**Medidas Recomendadas:**

Apoyo en **INVESTIGACIÓN + DESARROLLO + I** a través de la  
**COOPERACIÓN INDUSTRIA ↔ CENTROS DE I+D**  
**COLABORACIÓN CON EMPRESAS EXTERIORES**  
 en las siguientes áreas:

**CENTRALES AVANZADAS**

- ➔ Promover la investigación en mejores **tecnologías de catálisis** que permitan procesos de baja presión y temperatura, rentabilizando la capacidad científica y de innovación. (24)

**PILAS DE COMBUSTIBLE**

- ➔ Continuar en el esfuerzo de I+D de **pilas de combustibles** en su aplicación en **generación eléctrica** a escala industrial. (33).

Se observa en esta tecnología una continuidad en el desarrollo a lo largo del tiempo, reflejándose la transición de componentes individuales a sistemas integrados. La posición de partida es desfavorable en cuanto a capacidad científica e innovación y muy desfavorable en producción y comercialización, lo que sugiere la magnitud del esfuerzo requerido, dada la importancia de este tipo de sistemas.

**REDUCCIÓN DE EMISIONES:**

- ➔ Fomentar la investigación en tecnologías de **almacenamiento de CO<sub>2</sub>**. (6)

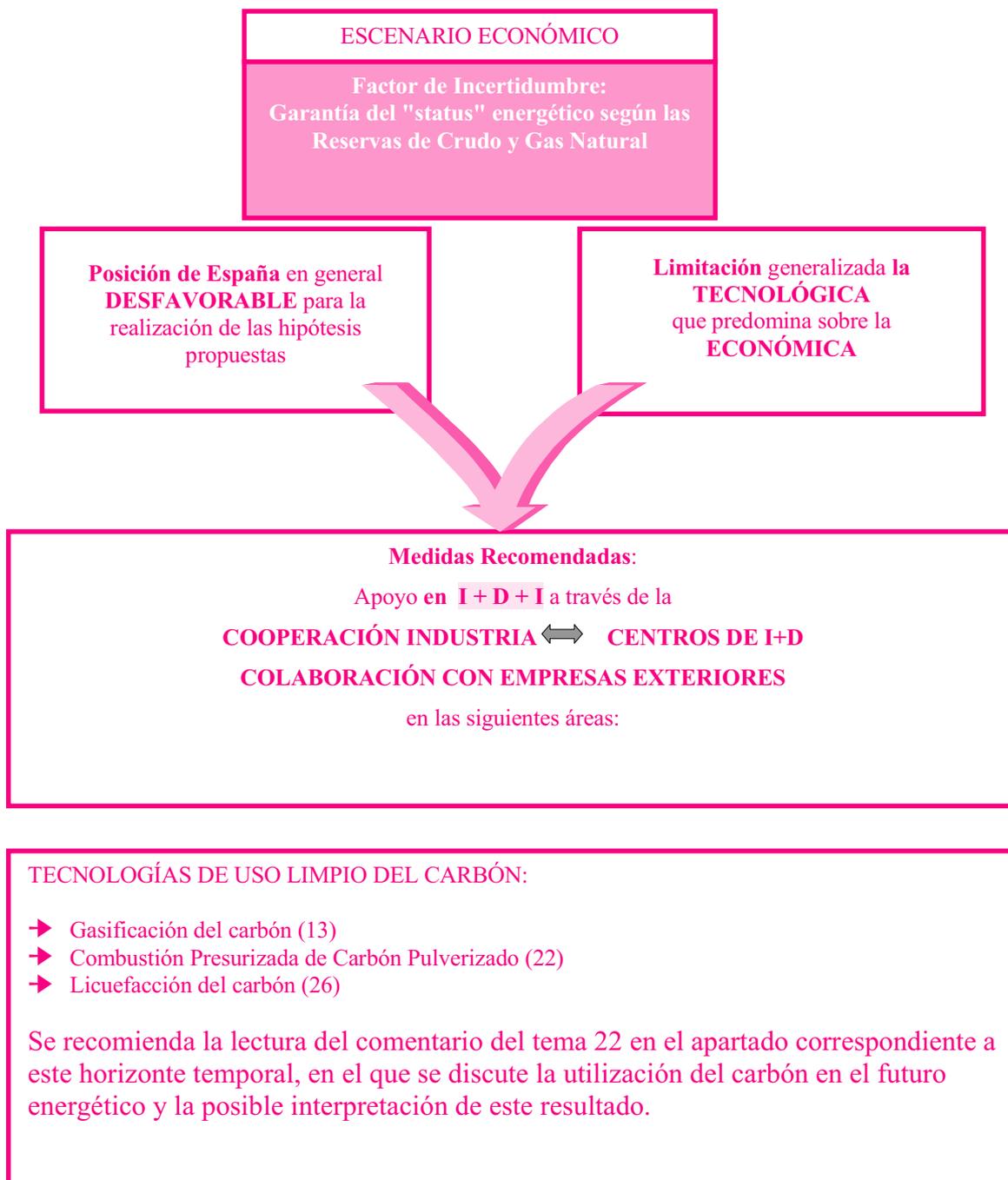
**GAS:**

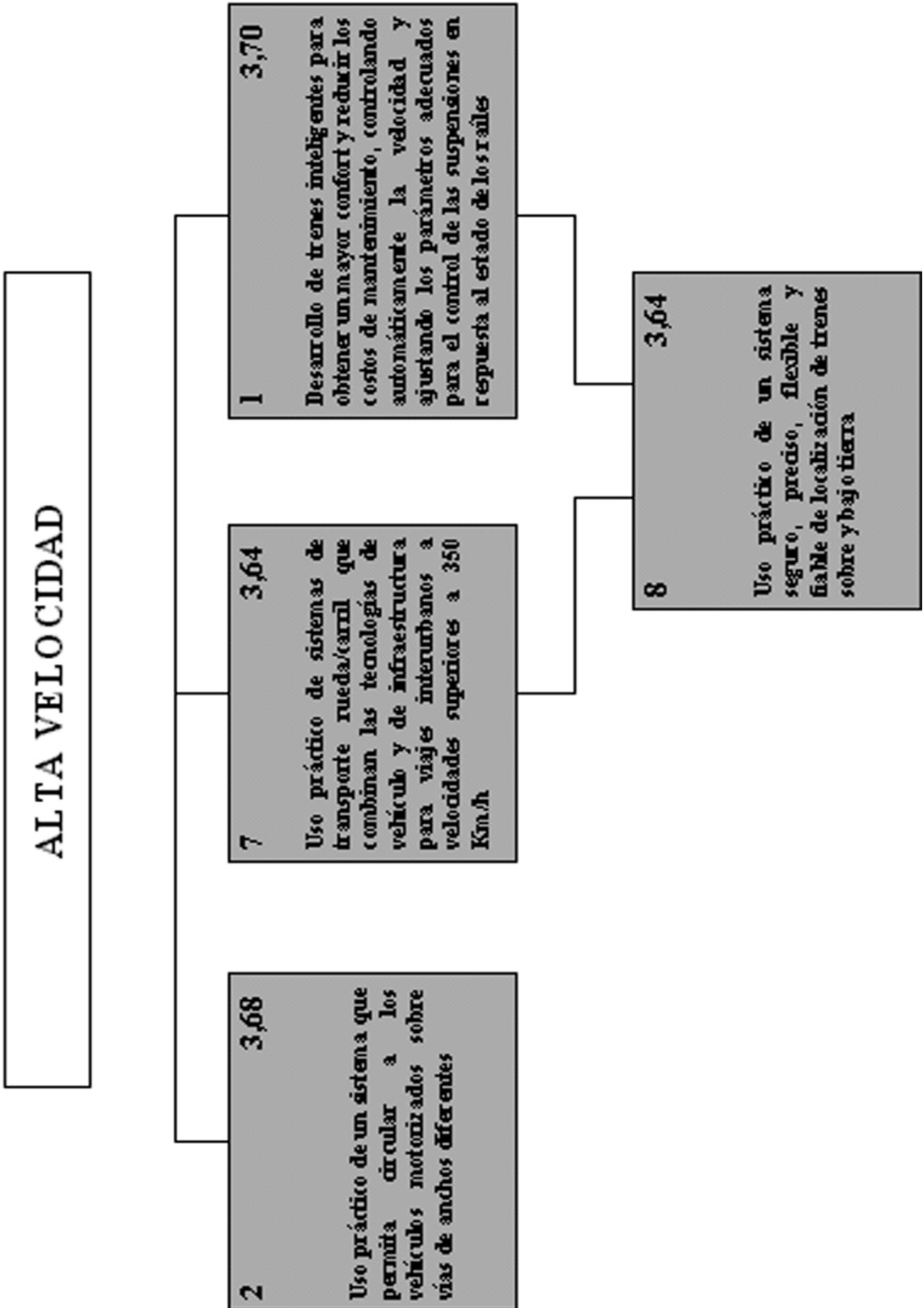
- ➔ Atención a los proyectos de I+D para el tratamiento de gas natural e **hidratos** (31)

**REFINO:**

- ➔ Investigación básica en **Biocatálisis** para eliminación de azufre y metales en el proceso de refinado. (39)
- ➔ Investigación básica en **procesos biológicos** que permitan el **craqueo** selectivo del crudo para producir gasóleo (40)

## Período &gt; 2015







**MEDIO AMBIENTE INDUSTRIAL:  
*ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE AREAS  
DE APLICACIÓN DE LOS EQUIPOS  
MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGÍAS  
CONCURRENTES***

## IV. 1. INTRODUCCIÓN

La tecnología es un factor decisivo en el desarrollo de un país y su avance se materializa en el sector de los Bienes de Equipo, siendo su nivel un indicador fiable del grado de desarrollo alcanzado, hasta tal punto, que se la considera una industria estratégica, con incidencia directa sobre el empleo estable y cualificado.

Desde el punto de vista ambiental, se puede definir la **Ecoindustria** como la industria de Bienes de Equipo que, además de considerada poco agresiva al Medio Ambiente, toma de otras muchas de sus especialidades los elementos de corrección, análisis o vigilancia para aplicarlos a esta nueva función.

Por otra parte, las actuaciones correctoras medioambientales son, en la actualidad, una de las inversiones más habituales e importantes que deben realizar los clientes de las empresas fabricantes de Equipos Medioambientales para continuar con su actividad productiva.

Partiendo de esta base, el estudio de prospectiva actual pretende **identificar las principales áreas de aplicación para los equipos medioambientales y las tecnologías concurrentes en los próximos 10 años**, con el objeto de dar una información cualitativa al sector sobre las tendencias que influirán en el desarrollo de los equipos medioambientales y su interrelación con las tecnologías emergentes.

### IV.1.1. El sector de los Bienes de Equipo en España

España, clasificada como potencia industrial media, desarrollada y situada entorno al noveno puesto, dispone de una producción de Bienes de Equipo que hace posible la existencia de una industria generalizada y de unos servicios básicos acordes con sus necesidades.

España es miembro de pleno derecho de la Unión Europea desde 1.986. Como consecuencia, los fabricantes españoles de Bienes de Equipo han tenido que responder al reto que supone conseguir un nivel de competitividad que les permita mantener su participación en el mercado interno y salir, con éxito, a los mercados exteriores.

El destino de nuestras exportaciones es mayoritariamente los países de mayor desarrollo tecnológico y económico, donde la competencia se juega en términos estrictos de calidad, fiabilidad y precios, sin la intervención de otras variables como podrían ser financiaciones preferenciales o afinidades políticas o culturales.

Esto no ha supuesto una menor dedicación a mercados tradicionales como el iberoamericano, que representa del orden del 12 % de la exportación y una presencia creciente en nuevos mercados como es Lejano Oriente.

Tras la dura crisis que afectó a la economía española en los primeros años de la década de los 90, la industria española de los Bienes de Equipo ha acometido con éxito una reestructuración, que le ha llevado a batir sus máximos históricos de producción, mediante:

- Una especialización creciente que responde a las demandas emergentes.
- Un incremento de la exportación de instalaciones y plantas completas.
- La tecnificación de la producción.
- Apuesta decidida por la excelencia en la calidad y seguridad de los productos.
- Aumento sostenido de la productividad.
- Nuevo enfoque de las PYMES orientadas hacia un mercado global.
- Formación continua de los trabajadores de la empresa a todos los niveles.

Las ventas a la UE corresponden básicamente a equipos y maquinaria individualizados y se realizan a través de un buen número de PYMES que tienen establecidos acuerdos de colaboración o distribución con otras empresas en los países destino, operaciones de mayor envergadura capitaneadas por empresas españolas de mayor tamaño o las ventas que efectúan las filiales españolas de empresas multieuropeas a través de las redes de las casas matrices o directamente.

Por otro lado, gana cada año importancia la contratación de plantas o instalaciones complejas a las que se acude, a veces, bajo la coordinación general de una ingeniería procesista y/o una gran empresa que suministra los equipos principales y aglutina al resto de los participantes o una asociación de empresas.

El coste empresarial obtenido por hombre y año durante 1.998 estuvo en el entorno de los 5,7 – 5,3 millones de pesetas / hombre - año, lo que nos sitúa en el tramo medio – alto de los países de la UE, mientras que la facturación por hombre y año alcanza como media del sector fabricante 25,19 millones, valor que resiste la comparación con la media de los países más industrializados. La Productividad Neta, es decir, la facturación por hombre descontando costes laborales, está ya próxima a los veinte millones.

Sin embargo, en España la actividad estrictamente comercial de las empresas del sector tiene un peso sobre la facturación total mayor que la propia de los grandes países avanzados. Es decir, en la facturación se incluye un valor considerable correspondiente a la venta de productos que no han sido sometidos a transformación alguna, productos simplemente comercializados.

Según datos difundidos por SERCOBE, la caída de la demanda exterior es la causa de la ralentización del crecimiento de la producción de los Equipos Medioambientales. Pese a ello, en 1.998 la industria española facturó 3,860 billones de pesetas, un 12,3 % más que en el ejercicio anterior, siendo este crecimiento ligeramente inferior a los registrados en años anteriores (en 1.995 el sector aumentó un 16,7 % de su facturación).

En el cuadro adjunto se resumen los datos sectoriales de los últimos años de la industria de los Equipos Medioambientales:

Concepto	1994	1995	1996	1997	1998
Producción Bruta	2321,7	2708,9	3017,8	3437,2	3860,0
Exportaciones	1540,7	1710,7	1995,4	2406,5	2476,2
Importaciones	2273,2	2637,2	3229,1	3782,8	4236,7
Consumo Aparente	3054,2	3635,5	4251,4	4813,5	5620,5

### IV.1.2. Los Equipos Medioambientales en España

El sector medioambiental en España se ha ido consolidando paulatinamente siguiendo las directrices marcadas por el mercado europeo. Se puede ver claramente el desarrollo sostenido que experimenta dicho sector. Desconocido hace diez años, actualmente mueve un volumen de negocio superior a 600 mil millones de pesetas anuales, dando trabajo a casi 155.000 personas.

Cerca del 75% de esta cifra de mercado medioambiental corresponde al gasto generado por el Sector Público (482 mil millones en 1990), el resto se reparte dentro del sector privado. En el marco de la UE, la cuota de mercado de España supone un 4% y ocupa un sexto puesto precedida de Alemania (36%), Francia, Reino Unido, Italia y Holanda (6%).

Por sectores, el dominio nacional es casi total entre las constructoras y las empresas de aguas y muy elevado entre las grandes consultoras. En las grandes firmas de ingeniería, las auditorías, industria de bienes de equipo, procesos de gestión ambiental, electrónica e informática de control y productos químicos o bacteriológicos para la industria, se da una mayor presencia foránea.

En la actualidad, existe bastante tecnología propia en depuración de aguas y en tratamiento de residuos sólidos urbanos e industriales, pero en áreas como el tratamiento de residuos y reciclaje industrial, la depuración de gases y vertidos industriales o la descontaminación de suelos, se debe importar la mayor parte de la tecnología aplicada.

#### ESTRUCTURA DE LA ECOINDUSTRIA ESPAÑOLA

Número de empresas	450 a 500
Empleo directo	35.000 a 40.000
Capacidad de producción:.....300/400.000 mill. de ptas. Año	
- Fabricación de bienes de equipo e Instalaciones de corrección.....	55%
- Ingeniería, Consultoría, Auditoría y Servicios.....	30%
- Gestión de Residuos.....	15%
Fabricantes de equipos e instalaciones	250 a 300 empresas - Empresa tipo: Empleo: 80 a 100 personas Facturación: 2.000/2.500 millones
Ingeniería y Consultorías	150 a 200 empresas - Empresa tipo: Empleo: 50 a 70 personas Facturación: 800/1.000 millones
Gestores autorizados De Residuo Tóxicos y Peligrosos	90 a 100 empresas - Empresa tipo: Empleo: 40 a 80 personas

(Todos los datos económicos y de producción incluidos en este documento han sido obtenidos de distintas publicaciones de SERCOBE).

Según datos facilitados por SERCOBE, Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo, actualmente existen en España entre 450 y 500 empresas dedicadas a la ecoindustria, generando empleo directo de cerca de 40.000 personas.

Se estima que poseen una capacidad de producción de 300 a 400.000 millones de ptas. al año, de los cuales, y según la estructura que Sercobe entiende en el seno de la ecoindustria española, un 55 % corresponden a la fabricación de bienes de equipo e instalaciones, 30% a Ingeniería, Consultoría, Auditoría y Servicios, y 15% a Gestión de Residuos.

Se contabilizan de 250 a 300 empresas fabricantes de equipos e instalaciones con usos medioambientales. Emplean una media de 80 a 100 personas y generan de 2.000 a 2.500 millones de pesetas.

Existen alrededor de 150 ó 200 ingenierías y consultorías especializadas en los Equipos Medioambientales, con una media de 50 a 70 empleados y una facturación de 800 a 1.000 millones de pesetas.

Finalmente, se calcula entre 90 y 100 los gestores autorizados de Residuos Peligrosos, cuya plantilla oscila entre las 40 y 80 personas.

## EQUIPOS MEDIOAMBIENTALES EN ESPAÑA

(Cifras en millones de pesetas)

	Cons. Aparente	Producción	Exportación	Importación
<b>Total</b>	<b>158.000</b>	<b>128.000</b>	<b>45.000</b>	<b>73.000</b>
B.E. Mecánicos	86.000	70.000	27.000	43.000
B. E. Eléctricos y Electrónicos	72.000	58.000	18.000	30.000

Grado de utilización de la capacidad productiva en los tres últimos años, aprox. 70/75%

(Todos los datos económicos y de producción incluidos en este documento han sido obtenidos de distintas publicaciones de SERCOBE).

## IV.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE TEMAS

### IV.2.1. El Panel de Expertos

Para la consecución del Estudio de prospectiva sobre las Areas de Aplicación de los Equipos Medioambientales y Tecnologías Concurrentes, se seleccionó un panel de expertos de la industria, la ciencia, la tecnología y el sector académico con reconocido prestigio dentro del área de estudio. El Panel se formó con 11 expertos provenientes de las áreas anteriormente indicadas según la siguiente configuración:

- 1 de centros tecnológicos
- 2 de Consultorías e Ingenierías
- 1 de la Administración
- 1 de Asociaciones sectoriales
- 4 de la industria

El panel de expertos se formó con el objetivo de colaborar en el proceso de prospectiva. Su tarea se centró en validar grupos de temas, temas y factores ejemplo y proponer otros nuevos durante la elaboración de la encuesta. Al mismo tiempo, los componentes del Panel se han incluido en el panel de encuestados (contestando al cuestionario), han intervenido en la selección del panel de encuestados y han colaborado en la elaboración de las conclusiones finales a partir de los resultados obtenidos en el cuestionario Delphi.

### IV.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi.

Los temas o hipótesis de futuro del cuestionario fueron seleccionados siguiendo una metodología de trabajo que consistió en una primera entrevista personal con cada experto en la que, una vez explicados los objetivos del estudio, se realizó un ejercicio de identificación de los factores críticos de competitividad como aproximación a la elaboración de las hipótesis de futuro o temas del cuestionario Delphi. Una vez confeccionada la información extraída de esta primera sesión, se solicitó la realización de una propuesta de 10-15 temas a cada integrante del Panel de Expertos. Se recogieron todas las propuestas y se incluyeron en un documento que contenía 80 temas. En octubre se celebró una reunión con todos los miembros del Panel para la elaboración y selección definitiva de los temas que constituyen el cuestionario Delphi. El número de temas quedó reducido a 35. Se eliminaron preguntas sobre el mismo tema, se fusionaron preguntas en un mismo tema y se eliminaron algunos temas por considerarse menos importantes. Finalmente, se perfeccionó la redacción de los temas y se dispusieron en un orden de consulta de forma que guardaran una secuencia lógica para el experto a la hora de responder.

### IV. 3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

A continuación se listan los 35 temas sobre el futuro probable de las áreas de aplicación de los equipos medioambientales consultados en el cuestionario Delphi. La clasificación se ha realizado por períodos que constan de cinco años, en base a la fecha de materialización pronosti-

cada para cada tema del Delphi por los expertos participantes en el estudio. Dentro del mismo período los temas se han ordenado según el valor del índice de Grado de Importancia obtenido por cada tema en la encuesta Delphi.

#### IV. 3.1. Materialización 1999-2004.

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
6	Existe un número suficiente de técnicos con conocimiento y formación específica en bienes de equipo.	3,67

Únicamente uno de los temas consultados se materializará antes del 2004. El tema nº 6, al ser un tema asociado a la formación, no presenta

grandes limitaciones por lo que se le ha pronosticado un plazo corto de materialización.

Materialización **2005-2009.**



## IV. 3.2. Materialización 2005-2009.

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
3	La Administración cumple y hace cumplir de forma exhaustiva la legislación ambiental.	4
1	Definición de unos valores claros de límite de emisión y carga contaminante específicos para cada actividad y proceso industrial por parte de la legislación Española sobre contaminación atmosférica, adaptada a la de los países Europeos.	3,93
24	Implantación de Sistemas de Minimización de Residuos, que modifica las características de Residuos y Efluentes finales generados, y abre nuevas expectativas de recuperación.	3,88
29	Amplio uso de tecnologías para clasificación y separación de residuos sólidos urbanos (RSU), de cara a su reciclado.	3,88
26	Reducción de más del 10% de las pérdidas en las distintas redes debido al seguimiento y control sistemático de las fugas producidas en todas las redes de suministro y abastecimiento de agua (agrícola, industrial y doméstico).	3,86
25	Amplio uso de combustibles derivados de residuos, peligrosos y no peligrosos, fabricados de acuerdo a especificaciones de calidad bien definidas, como combustibles secundarios en instalaciones industriales o energéticas convencionales (cementeras, papeleras, acerías, centrales térmicas, etc.).	3,82
19	Desarrollo de técnicas avanzadas de tratamiento debido a la problemática asociada al tratamiento de aguas residuales de carácter industrial, que permiten la eliminación de contaminantes refractarios a sistemas convencionales.	3,79
14	Desarrollo conjunto de equipos e instalaciones para la corrección medioambiental (final de línea) y las tecnologías de procesos limpios.	3,78
27	Amplio uso de las agua depuradas procedentes de las E.D.A.R para distintos usos (jardinería, campos de golf, industria, etc).	3,76
28	Uso a gran escala de redes separadoras de aguas (pluviales, fecales e industriales) en las grandes ciudades.	3,73
13	Amplia implantación de tecnologías para el tratamiento de la contaminación atmosférica que no generan subproductos o las que generan subproductos recuperables.	3,73
20	Amplia aplicación de la incineración para la destrucción de los residuos peligrosos no valorizables.	3,69

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
21	Amplio uso de la tecnología de inertización para el tratamiento de los residuos peligrosos no valorizables.	3,67
11	Amplio uso de equipos e instalaciones de tratamiento "in situ" frente a plantas centralizadas.	3,66
17	Creación de nuevos sistemas de tratamiento para la aplicación de sistemas de recogida selectiva de residuos a otros sectores distintos al de RSU.	3,61
15	Puesta a punto de plantas piloto a nivel semi-industrial, basadas en tecnologías avanzadas de tratamiento que potencian el desarrollo de Bienes de Equipo Medioambientales a escala industrial.	3,58
5	Activación del mercado de la oferta tecnológica en base al conocimiento de las previsiones de inversión pública en proyectos de protección medioambiental.	3,57
30	Desarrollo de equipos e instalaciones de valorización energética de alto rendimiento.	3,5
2	Generación de un mercado de grandes dimensiones por el desarrollo normativo sobre Suelos Contaminados que propicia un nivel de desarrollo (I+D), permitiendo la incorporación de empresas nacionales a este mercado.	3,47
32	Amplio uso de tecnologías de gasificación y aprovechamiento energético de Residuos Orgánicos (industriales o agropecuarios).	3,37
10	Implantación generalizada de técnicas de detección y seguimiento vía satélite de contaminaciones y agresiones medioambientales generadas en los distintos medios (atmósfera, aguas continentales, aguas marinas, suelos, deforestación, etc)	3,33
12	Incremento de la fabricación e instalación de equipos para el tratamiento de olores a causa de la demanda social.	3,33
34	Desarrollo de herramientas de simulación capaces de determinar en tiempo real los focos de contaminación potenciales, su evolución predecible y las consecuencias que se puedan derivar.	3,32
8	Incorporación del caudal másico como parámetro para el control de las emisiones atmosféricas y efluentes de las industrias.	3,31
18	Utilización de tecnologías maduras existentes en el exterior como base para el mercado asociado al tratamiento y recuperación de Suelos Contaminados.	3,28

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
23	Desarrollo de tecnologías para la recuperación de materiales valorizables de los vertederos.	3,17
7	Amplia utilización de las tecnologías biológicas en los bienes de equipo.	3,13
4	Incremento de un 30% de la fabricación de bienes de equipo nacionales en base a las compras públicas.	3,10
33	Existe mercado para las materias primas secundarias obtenidas a partir de residuos industriales en el sector de la construcción y obra civil.	3,09
9	Los nuevos materiales tienen una importancia considerable en los equipos de protección medioambiental.	3,00
16	Los equipos para tratamiento de sedimentos contaminados suponen una fracción significativa en el mercado de bienes de equipo medioambiental.	2,96

Este período de materialización abarca la gran mayoría de temas que integran el cuestionario. 31 de los 35 temas consultados tienen un pronóstico medio-corto de materialización. Este fenómeno se explica por la dificultad existente, tanto a la hora

de plantear y seleccionar los temas del cuestionario por el Panel de Expertos, como al opinar y dar un pronóstico de materialización por los expertos participantes, en visualizar el futuro con un horizonte temporal superior a la década.

#### IV. 3.3. Materialización 2010-2015.

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
22	Obligación legal para todos los titulares de suelos contaminados con riesgos reales o potenciales comprobados a su descontaminación, haciéndose cargo de todos los costes de tratamiento.	3,79
31	Solo se permite la eliminación (vertido) de aquellos residuos no valorizables.	3,74

Los temas 22 y 31 presentan un período más prolongado para su materialización. Se han ubicado en el período 2005-2015 debido a que han obtenido el mismo porcentaje tanto en el ciclo 2005-2010 como en el 2010-2015. Ambos están asociados a problemáticas que tiene una solución a más largo plazo. En el problema de los

suelos contaminados intervienen factores económicos, tecnológicos y legislativos que demoran su solución. A su vez, la tendencia hacia el "vertido cero" asociado al tema nº 31, también presenta varios factores que dificultan y retrasan su materialización.

#### IV. 3.4. Materialización 2010-2015.

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
35	Uso práctico de sistemas dinámicos (activos) de control y depuración de humos que adaptan sus prestaciones a requisitos variables sobre emisiones en función de la calidad de aire existente en cada momento.	3,13

El tema nº 35 es el único que se ha pronosticado superando el horizonte temporal de la década. Este tema, asociado a sistemas avanzados de control y depuración de humos, se contempla a largo plazo. Según su valor del índice de importancia además, no es un tema prioritario.

#### IV. 3.5. Materialización más allá del 2015 y NUNCA.

Entre los 35 temas del Delphi consultados a los expertos, ninguno de ellos se materializará más allá del 2015. Del mismo modo, se puede decir que según la opinión de los expertos todos los temas se materializarán.

#### IV. 4. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

De los 35 temas sometidos a la opinión y valoración de los expertos en el cuestionario Delphi, los más relevantes se han seleccionado utilizando como parámetro el índice de grado de importancia. Se ha establecido un ranking según el valor del índice de grado de importancia y se han escogido los 13 temas prioritarios por su relevancia. Estos se tratan ampliamente en los capítulos 4, 5 y 6 desde el punto de vista de su impacto sobre el desarrollo industrial, sobre la

calidad de vida y entorno o sobre el empleo. De los 13 temas seleccionados por su importancia, seis tienen mayormente un impacto sobre el desarrollo industrial y se tratan en este capítulo. Estos últimos se materializan en la fecha 2005-2009. En la siguiente tabla se listan los temas más relevantes, ordenados por su impacto sobre el desarrollo industrial e índice de grado de importancia.

##### IV. 4.1. Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Índice Grado Importancia
14	Desarrollo conjunto de equipos e instalaciones para la corrección medioambiental (final de línea) y las tecnologías de procesos limpios.	55%	3,78
19	Desarrollo de técnicas avanzadas de tratamiento debido a la problemática asociada al tratamiento de aguas residuales de carácter industrial, que permiten la eliminación de contaminantes refractarios a sistemas convencionales.	54%	3,79
13	Amplia implantación de tecnologías para el tratamiento de la contaminación atmosférica que no generan subproductos o las que generan subproductos recuperables.	53%	3,73
24	Implantación de Sistemas de Minimización de Residuos, que modifica las características de Residuos y Efluentes finales generados, y abre nuevas expectativas de recuperación.	49%	3,88
1	Definición de unos valores claros de límite de emisión y carga contaminante específicos para cada actividad y proceso industrial por parte de la legislación Española sobre contaminación atmosférica, adaptada a la de los países Europeos.	44%	3,93
25	Amplio uso de combustibles derivados de residuos, peligrosos y no peligrosos, fabricados de acuerdo a especificaciones de calidad bien definidas, como combustibles secundarios en instalaciones industriales o energéticas convencionales (cementeras, papeleras, acerías, centrales térmicas, etc.).	44%	3,82

#### IV.4.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

### Tema 14: Desarrollo conjunto de equipos e instalaciones para la corrección medioambiental (final de línea) y las tecnologías de procesos limpios.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización		
3	2	3	2	Económicas/ Tecnológicas	Cooperación industria-Centros Tecnológicos/Estimulos económicos-fiscales de la Admón.

Hasta la llegada de los 90 los Equipos Medioambientales eran diseñados fundamentalmente para tratar la problemática a final de línea. Durante la última década, sin embargo, se introdujeron conceptos económicos y ecológicos, además de un nuevo desarrollo de normativa, a partir de la transposición de la legislación europea pertinente.

Los ejes básicos de la legislación se asentaban sobre la minimización de la generación de residuos y emisiones, el reciclado y valorización y como última opción el vertido en condiciones medioambientalmente seguras. En este marco se desarrolla la correcta gestión de los residuos y emisiones generadas y la internalización de sus costes. La introducción de estos nuevos conceptos lleva a la minimización y al desarrollo de procesos limpios como factores de incidencia económica y medioambiental.

Este tema ha sido valorado por los expertos como el más importante para el desarrollo industrial de este sector. El desarrollo conjunto de equipos para la corrección ambiental y las tecnologías de procesos limpios se configura como una acción clave para el desarrollo del sector de equipos medioambientales.

Las capacidades de España con respecto a los demás países en este campo han sido valoradas positivamente en el caso de las capacidades científica y tecnológica y de producción y en menor

medida las capacidades de innovación y comercialización. *Esta tendencia se repite en muchos de los temas tratados.*

Entre las limitaciones destaca la económica; debido a la incorporación de tecnologías avanzadas de coste elevado y la fabricación a medida de los equipos medioambientales.

La Directiva sobre el Control Integrado de la Contaminación será el elemento dominante en el escenario de futuro en el que se materializará el tema tratado, lo cual favorecerá el que el medio ambiente se considere un factor de competitividad y a la percepción del gasto medioambiental como inversión.

Las exigencias en cuanto a alcanzar niveles de concentración de emisiones llevará a la necesidad de combinación de más de una tecnología. En segundo lugar, las limitaciones son tecnológicas; las tecnologías multidisciplinares y las tecnologías avanzadas constituyen una oportunidad. Las tecnologías y desarrollos que apoyarán la materialización del tema 14 son principalmente las siguientes:

- Desarrollo de estudios de Benchmarking de las tecnologías utilizadas por las diferentes empresas y potenciación y validación de las mejores tecnologías disponibles (BAT's).

- Desarrollo de informática para la gestión de procesos industriales.
- Desarrollo de equipos de medición y control.
- Incorporación de la ingeniería medioambiental al desarrollo de tecnologías limpias.

Las medidas recomendadas requieren la cooperación entre la industria y los centros tecnológicos para vencer las limitaciones tecnológicas que se presentan y los estímulos económicos y fiscales de la administración a la implantación de tecnologías, al I+D y a las ecotasas.

**Tema 19: Desarrollo de técnicas avanzadas de tratamiento debido a la problemática asociada al tratamiento de aguas residuales de carácter industrial, que permiten la eliminación de contaminantes refractarios a sistemas convencionales.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas/ Tecnológicas	Cooperación industria-Centros Tecnológicos
3	3	3	3		

El incremento de la demanda de agua como consecuencia de la mayor industrialización, el aumento en los consumos de agua por habitante y para riego agrícola está produciendo problemas de escasez de agua, que provocan la necesidad del reciclado del agua contaminada para su reutilización en otras aplicaciones. El tema 19 abarca la problemática de las aguas industriales de carácter residual que no pueden ser tratadas a través de sistemas convencionales. El tratamiento y eliminación de contaminantes refractarios como por ejemplo los poliglicoles, componentes orgánicos procedentes de procesos de destilación de aceites e hidrocarburos...etc exige el desarrollo de sistemas avanzados y nuevas tecnologías que solucionen las carencias de los sistemas actuales. Este tema, siendo octavo por su grado de importancia, destaca sin embargo por el marcado impacto sobre el desarrollo industrial que provocará una vez que se materialicen los resultados. Los expertos opinan que el citado desarrollo tendrá lugar en el período 2005-2009. Las principales limitaciones que se deben superar para que el citado desarrollo tenga lugar son económicas, debido al elevado coste de las técnicas de tratamiento y las limitacio-

nes tecnológicas, que se manifiestan por la necesidad de desarrollo tecnológico en el campo del tratamiento de los contaminantes refractarios. Las tecnologías críticas que se desarrollarán con el objetivo de eliminar los mencionados contaminantes serán:

- *Tecnologías electroquímicas adaptadas con materiales de electrodo de alto poder oxidante.*
- *Tecnologías de tratamiento biológico a partir de la aplicación de la biotecnología, la ingeniería genética y la fabricación de Organismos Modificados Genéticamente (OMG).*
- *Desarrollo e implantación de técnicas de oxidación avanzada a través del empleo de altas frecuencias, combinaciones de técnicas químicas, catalizadores de plata, métodos de ionización,...etc*
- *Desarrollo de superoxidantes, coagulantes y reactivos químicos avanzados.*

**Tema 13: Amplia implantación de tecnologías para el tratamiento de la contaminación atmosférica que no generan subproductos o las que generan subproductos recuperables.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización		
2	2	2	2	Económicas/ Tecnológicas	Cooperación industria-Centros Tecnológicos/Estímulos económicos-fiscales de la Admón.

Los sistemas de tratamiento de emisiones basados en el traslado de la contaminación a otro medio (lodos, agua,..) están actualmente en regresión. Por el contrario, los de tratamientos de eliminación y recuperación están adquiriendo cada vez mayor importancia. A través de estos tratamientos se persigue la destrucción del contaminante o la recuperación del mismo en forma de energía o material recuperado.

La extensión en la implantación de tecnologías para el tratamiento de la contaminación tendrá una gran influencia sobre el desarrollo industrial. Sistemas de destrucción de contaminante como la oxidación catalítica, el plasma frío..etc, sistemas de recuperación como los sistemas criogénicos, y los sistemas de recogida de partículas se impondrán sobre sistemas como por ejemplo los húmedos.

En paralelo es previsible la adopción de medidas complementarias como:

- *Prohibición de la fabricación de determinados productos debido a los residuos, emisiones y vertidos que genera su proceso de producción.*
- *Desarrollo de productos sustitutivos de aquellos producidos con tecnologías de alto impacto contaminante.*
- *Aplicación de las tecnologías BAT para la reutilización y tendencia hacia el vertido cero.*

La materialización de este tema se producirá en un plazo medio-corto, durante el período 2005-2009.

La principal dificultad para la implantación generalizada de estos tratamientos es la limitación económica debido a que la implantación de estas tecnologías conlleva, en muchos casos, costes elevados. Se recomiendan los estímulos económicos /fiscales de la Administración para superar las dificultades económicas y la cooperación entre la Industria y los centros tecnológicos para superar las limitaciones tecnológicas.

**Tema 24: Implantación de Sistemas de Minimización de Residuos, que modifica las características de Residuos y Efluentes finales generados, y abre nuevas expectativas de recuperación.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización		
3	2	3	2	Económicas	Cooperación industria-Centros Tecnológicos

Los sistemas de minimización están directamente relacionados con la selección y/o tratamiento de las materias primas, las modificaciones del proceso y los tratamientos al final de línea. Esta medida que tiene su origen en la mejora del balance económico de la correcta gestión de los residuos y efluentes es a veces insuficiente si no se habilitan posibilidades de recuperación de los mismos. De esta manera, existe una marcada tendencia a la minimización de la generación de residuos y efluentes y en paralelo a dotar a estos de unos niveles de calidad que permitan su recuperación en el propio proceso o en otros. La implantación de sistemas de minimización de residuos y efluentes tiene como limitación principal para su materialización la barrera económica asociada a la necesidad de inversión por parte de las empresas en los sistemas mencionados y está influenciada por el balance económico global del proceso, siendo éste habitualmente negativo.

La medida más recomendada para la implantación de sistemas de minimización de residuos es la cooperación entre la industria y los centros

tecnológicos. Los expertos han manifestado la dificultad de materializar la implantación de los sistemas de minimización, a pesar de que exista capacidad tecnológica, a través de la alta valoración sobre la capacidad científica y tecnológica de España (superior a la media europea) y la baja valoración de las capacidades de innovación y comercialización. Las principales tecnologías asociadas a los equipos medioambientales que se desarrollarán e implantarán en relación con este tema serán las siguientes:

- *Desarrollo de equipos medioambientales para el pretratamiento de materias primas (corrientes de Foucault, electrostáticos, térmicos, químicos, visión artificial...)*
- *Desarrollo de equipos medioambientales de regeneración. Tecnologías y procesos para el aprovechamiento de residuos en el propio proceso.*
- *Tecnologías de separación, briqueteado, aglomerado, térmicas de regeneración, electroquímicas, de evaporación, cristalización, secado, pirolíticas...)*
- *Tecnologías de caracterización y analíticas.*

**Tema 1: Definición de unos valores claros de límite de emisión y carga contaminante específicos para cada actividad y proceso industrial por parte de la legislación Española sobre contaminación atmosférica, adaptada a la de los países Europeos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Admón.
2	2	3	2		

La medida legislativa contemplada en este tema introduce dos conceptos novedosos. Por un lado, establece cuales son los contaminantes específicos a tomar en consideración por cada actividad y proceso industrial y por otro lado, limita las posibilidades de dilución al exigir una definición de la carga contaminante.

La Directiva IPPC será el elemento dominante en el escenario de futuro en el que se materializará este tema que al ser de ámbito europeo homologará la medida recomendada.

Los temas asociados a la legislación se han valorado como los más importantes y se han considerado temas clave para el desarrollo del sector de equipos medioambientales. No obstante, el desarrollo de la normativa medioambiental tiene al mismo tiempo un gran impacto sobre la calidad de vida y entorno. Partiendo de una valoración media sobre las capacidades de España respecto a los demás países tal y como se observa en la tabla superior, el principal inconveniente es la necesidad de inversión económica por parte de las empresas.

Se recomienda a la Administración que estimule tanto económicamente, como fiscalmente esta dificultad económica asociada a los requisitos de una normativa más exigente.

Las tecnologías emergentes asociadas a este

tema son aquellas que permiten alcanzar los límites de emisión y carga contaminante definidos, bien mediante la selección de materias primas, modificación de los procesos productivos o por la aplicación de tecnologías de tratamiento a final de línea.

**Tema 25: Amplio uso de combustibles derivados de residuos, peligrosos y no peligrosos, fabricados de acuerdo a especificaciones de calidad bien definidas, como combustibles secundarios en instalaciones industriales o energéticas convencionales (cementeras, papeleras, acerías, centrales térmicas, etc.)**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Sociales/ Legislativas, Normativas	Cooperación industria-Centros Tecnológicos/Estimulos económicos-fiscales de la Admón.
3	3	3	3		

El uso de combustibles derivados de residuos como combustibles secundarios se ha valorado entre los seis temas más importantes del cuestionario Delphi con un índice de grado de importancia de 3,82. Este tema, vinculado a la valorización energética de residuos, tiene como marco lo que se denomina “desarrollo sostenible” en la gestión de residuos industriales. Este concepto de sostenibilidad en el campo de los residuos se ha plasmado en una serie de criterios en los que las acciones de minimización son priorizadas frente a las acciones de reciclado, valorización (energética y no energética) y a la eliminación del residuo. La política europea en materia de medio ambiente y la legislación medioambiental tienden a la consolidación de estos principios básicos a través del desarrollo de diferentes directivas. La normativa que rige la valorización energética de residuos, la directiva de coincineración, contempla la reutilización de combustibles secundarios como los neumáticos, los plásticos, la madera, los disolventes, los fondos de tanques de almacenamiento...etc. El uso de estos combustibles secundarios exige el desarrollo de equipos medioambientales tanto para la adecuación de estos residuos a los estándares de calidad requeridos (tecnologías de separación,

trituration, aglomeración, briqueteado, peletización, sistemas de alimentación a calderas, hornos y quemadores, así como para el tratamiento de las emisiones en el final del proceso que cumpla los límites impuestos por la legislación. Este desarrollo requiere, además de las exigencias medioambientales, una adecuación de las instalaciones mediante el uso de nuevos materiales y recubrimientos adaptados a las características del cambio de emisiones producidas. El elemento dinamizador para que este desarrollo tecnológico se materialice es el cumplimiento de la legislación y de la normativa que le afecta; concretamente la normativa contemplada en el tema 1. Existen además, prejuicios sociales asociados a esta práctica que hacen que las limitaciones principales para que la valorización de combustibles derivados de residuos se materialice sean sociales. Estas limitaciones pueden ser superadas a través del desarrollo y aplicación de herramientas como el ciclo de vida de los materiales (ACV).

Es un tema importante para el desarrollo industrial del sector, a pesar de las limitaciones sociales que inducen a un elevado porcentaje del impacto sobre la calidad de vida y el entorno.

#### IV.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL ENTORNO.

Entre los 35 temas que integran el cuestionario Delphi, los más relevantes se han seleccionado a través del índice de grado de importancia. Se han escogido los 13 temas principales, según el mencionado parámetro de selección, por su grado de importancia. De los 13 temas seleccionados, seis de ellos tienen sobre todo un impacto relativo a la calidad de vida y entorno y se tratan

en este capítulo. La fecha de materialización de estos temas se ubica en el período 2005-2009 para cuatro de ellos, mientras que la materialización de los dos restantes se ha pronosticado a más largo plazo 2005-2015. En las tablas adjuntas se listan los susodichos temas ordenados por su impacto sobre la calidad de vida y entorno e índice de grado de importancia.

##### IV.5.1. Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Índice Grado Importancia
28	Uso a gran escala de redes separadoras de aguas (pluviales, fecales e industriales) en las grandes ciudades.	71%	3,73
27	Amplio uso de las agua depuradas procedentes de las E.D.A.R para distintos usos (jardinería, campos de golf, industria, etc).	68%	3,76
26	Reducción de más del 10% de las pérdidas en las distintas redes debido al seguimiento y control sistemático de las fugas producidas en todas las redes de suministro y abastecimiento de agua (agrícola, industrial y doméstico).	62%	3,86
3	La Administración cumple y hace cumplir de forma exhaustiva la legislación ambiental.	56%	4,00

## IV.5.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 28: Uso a gran escala de redes separadoras de aguas (pluviales, fecales e industriales) en las grandes ciudades.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización		
3	2	3	3	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Admón.

El agua es un bien escaso en todo el planeta que unido a la desigual distribución de la misma y la contaminación gradual, que en muchas ocasiones restringe las posibilidades de su aprovechamiento, tiende a un encarecimiento paulatino. Este encarecimiento, motivado entre otros por los costes de tratamiento, ha inducido a la reutilización del agua. La separación de las redes de aguas se plantea como un primer paso hacia la reutilización de las aguas, de manera que se disminuya el volumen total de agua a tratar así como la intensidad de los tratamientos, adecuándolos a las características específicas de cada una de las corrientes y destinos de reutilización. La importancia que está adquiriendo el agua, debido a su escasez, se ha plasmado en la valoración de este tema como el más importante por su impacto sobre la calidad de vida y entorno.

La legislación contempla el saneamiento de todos los vertidos a cauces públicos para el año 2002. Esta normativa pretende alcanzar unos

niveles de descontaminación de todas las aguas antes de su vertido. La optimización de los costes de tratamiento será un objetivo prioritario, para lo cual, la separación de redes de las aguas pluviales, fecales e industriales es una medida recomendada. El principal impedimento para el uso generalizado de redes separadoras de agua en las grandes ciudades, es la inversión económica que requiere la instalación de las propias redes. Para lo que los expertos consultados opinan que la Administración debe destinar estímulos económicos y fiscales.

El uso a gran escala de redes separadoras de aguas potenciará el desarrollo de:

- Nuevas tecnologías de recuperación a partir de la separación de redes.
- Desarrollo de métodos y tecnologías específicas de tratamiento para cada una de las redes.
- Nuevas tecnologías de reutilización del agua en usos diversos. Almacenamiento bombeo.

**Tema 27: Amplio uso de las agua depuradas procedentes de las E.D.A.R para distintos usos (jardinería, campos de golf, industria, etc).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización		
3	3	3	3	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Admón.

Como consecuencia de la escasez progresiva del agua y el consecuente encarecimiento de la misma, la introducción del concepto de reutilización, ha recomendado la confección de redes separativas de aguas. La creación de redes separativas en cada una de las instalaciones es el primer paso hacia la reutilización de las aguas depuradas en aplicaciones de riego, industria, etc. No obstante, en el campo del tratamiento de las aguas residuales industriales, que se realiza en las EDAR, existen aún determinados efluentes, como las aguas residuales con alta carga orgánica no biodegradable, aguas ácidas, aguas cargadas de metales procedentes de emplazamientos industriales...etc respecto de los cuales las actuales tecnologías de tratamiento no están suficientemente contrastadas. Esta problemática, llevará al desarrollo de tecnologías de tratamiento que se engloban en un amplio abanico. La reutilización de las aguas industriales debe prever, además de la resolución de los tratamientos de las aguas residuales anteriormente citadas, tratamientos para la desinfección, la eliminación de olores, la desnitrificación de alta eficacia..etc como paso previo a su posterior reutilización en las aplicaciones mencionadas.

Este tema ha obtenido el segundo puesto por su impacto sobre la calidad de vida y entorno. Este

resultado continúa al hilo de la opinión emitida por los expertos respecto a los temas considerados como más importantes por su impacto sobre la calidad de vida y entorno, siendo estos los relacionados con la problemática del agua.

El mayor impedimento para la reutilización de las aguas depuradas es el elevado coste de los tratamientos existentes y la necesidad de una inversión económica que soporte el desarrollo de nuevas tecnologías de tratamiento. Los expertos recomiendan los estímulos económicos fiscales de la Administración para impulsar la reutilización del agua.

La necesidad de la extensión del tratamiento de aguas residuales propiciará la generación de un volumen importante de fangos, que demandará un desarrollo específico de tecnologías de tratamiento y valorización tales como, secado térmico, valorización energética (gasificación, cogeneración,...), biometanización y compostaje.

Asimismo, los procesos de tratamiento de las aguas residuales se deberán desarrollar adaptando sus características a la demanda del efluente final para los usos previstos y a la tratabilidad de los fangos.

**Tema 26: Reducción de más del 10% de las pérdidas en las distintas redes debido al seguimiento y control sistemático de las fugas producidas en todas las redes de suministro y abastecimiento de agua (agrícola, industrial y doméstico).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Admón.
3	3	4	3		

La problemática asociada a las pérdidas de agua en las distintas redes, está directamente relacionada con la realidad patente de la escasez paulatina del agua, tratada anteriormente en los temas 28 y 27. Las pérdidas de agua en las redes alcanza porcentajes entorno al 30-40%.

La resolución de esta problemática exige una mejora en el diseño de redes, introduciendo aspectos de solidez, una selección precisa de materiales según su durabilidad, la creación de instalaciones más duraderas, protegiéndolas por vía catódica y el mantenimiento del sistema y la

localización de fugas a través del desarrollo de tecnologías de inspección, control y detección. Todo esto nos lleva al concepto de durabilidad de redes; en el que se incluyen el diseño, mantenimiento, prevención, control y localización .

La limitación principal del tema y la medida recomendada por los expertos se repiten en la misma línea de los temas anteriormente tratados asociados a la problemática del agua.

### Tema 3: La Administración cumple y hace cumplir de forma exhaustiva la legislación ambiental.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Admón.
2	2	2	2		

El cumplimiento de la legislación medioambiental tanto por parte de la Administración, como por parte de la sociedad industrial se ha considerado el principal tema por su grado de importancia (Índice de Grado de Importancia: 4,00). La fecha de materialización prevista para el cumplimiento de la ley se ubica en el período 2005-2009. Este hecho es un factor clave que propiciará el desarrollo y crecimiento del mercado de equipos medioambientales, si bien los retrasos en el cumplimiento de la misma impedirán un crecimiento rápido en el corto plazo.

La función de hacer cumplir la legislación por parte de la Administración favorecerá el desarrollo de un amplio abanico de sistemas de detección, vigilancia, medición, información y control de la contaminación a distancia. Se desarrollarán tecnologías de control y vigilancia vía satélite, sistemas efectivos de información vía redes específicas a través de Internet, sistemas para tomar medidas en tiempo real..etc. Al mismo tiempo, esto propiciará el nivel de información de la sociedad y la participación en tiempo real de la

ciudadanía, un seguimiento y control de la calidad medioambiental del entorno y de las actividades económicas con impacto en el medio ambiente.

Por otro lado, y con el objeto de hacer cumplir la legislación de forma exhaustiva, se potenciará el papel de las entidades colaboradoras de la Administración en materia de verificación y certificación ambiental para el desarrollo de la inspección por una tercera parte independiente.

El citado desarrollo de sistemas requiere una inversión económica por parte de la Administración para hacer cumplir la legislación y por parte de las empresas para cumplir con los límites y exigencias impuestas por la normativa.

La medida más recomendada son los estímulos económicos fiscales de la Administración; no obstante, se recomiendan también otros apoyos de la Administración en los que se sobreentien- de la necesidad de legislación medioambiental.

## IV.5.2. Materialización 2010-2015

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
22	Obligación legal para todos los titulares de suelos contaminados con riesgos reales o potenciales comprobados a su descontaminación, haciéndose cargo de todos los costes de tratamiento.	63%	3,79
31	Solo se permite la eliminación (vertido) de aquellos residuos no valorizables.	60%	3,74

## IV.5.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 22: Obligación legal para todos los titulares de suelos contaminados con riesgos reales o potenciales comprobados a su descontaminación, haciéndose cargo de todos los costes de tratamiento.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Admón.
3	3	3	2		

Existe un pasivo de suelos contaminados por el desarrollo industrial que se produce a partir de los años 60, en los que la productividad era el objetivo fundamental. Durante ese periodo los aspectos medioambientales no eran tomados en consideración y los recursos naturales fueron sometidos a un uso intensivo. El suelo fue uno de los receptores de la contaminación producida bien por vertidos directos, deposición de residuos o por decantación de emisiones a la atmósfera. Existen dificultades objetivas para la aplicación de la medida descrita en el tema 22, debido a la dificultad de fijar la responsabilidad del suelo contaminado. La rotación de las diferentes actividades industriales en un mismo emplazamiento dificulta la fijación de responsabilidades, más si tenemos en cuenta que muchas de las industrias han desaparecido física y societariamente. Este tema es relevante por su impacto sobre la

calidad de vida y entorno y se ha valorado además como el séptimo por su grado de importancia. El plazo de materialización se ha fijado en un horizonte temporal superior a la gran mayoría de temas tratados, debido a la falta de legislación en este ámbito y el precio elevado de los costes de recuperación.

Actualmente el criterio que rige la fijación de responsabilidades del contaminante se basa en la premisa de "quien contamina, descontamina" primando en paralelo las políticas de prevención de la contaminación. La solución temporal actual para suelos contaminados, teniendo en cuenta que en general se trata de grandes volúmenes, la elevada incidencia económica de los tratamientos que requieren, y que muchas tecnologías de tratamiento se encuentran todavía en fase

de demostración, es el aislamiento o confinamiento del suelo; en espera de que se desarrolle el estado de la tecnología y se produzca un abaratamiento de los costes. Las capacidades científica y tecnológica, de innovación y de producción en este tema se han valorado por encima de la media europea; es decir que las tecnologías de regeneración de suelos existen y están en el mercado, pero su comercialización y uso a gran escala presenta dificultades. Los inconvenientes para que la descontaminación de los suelos se materialice vienen marcados por la

necesidad de una inversión económica a grandes niveles. Se han manifestado, en segundo lugar, limitaciones legislativas y normativas por la falta de legislación al respecto.

El desarrollo de tecnologías de bajo coste (lavado de suelos, venteo, electroquímicas, biológicas,...) y de metodologías de análisis de riesgos que determinen el alcance de la descontaminación junto a las medidas de la prevención de la contaminación del suelo, se impondrán en el escenario futuro.

### Tema 31: Solo se permite la eliminación (vertido) de aquellos residuos no valorizables.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Sociales/ Legislativas, Normativas	Estímulos económicos-fiscales de la Admón.
3	2	3	2		

Este tema se ubica dentro del marco del concepto de “desarrollo sostenible” en la gestión de residuos. Las acciones de valorización son priorizadas ante la eliminación y disposición de los residuos. La valorización conlleva la definición de estándares de calidad y tecnologías que hagan económicamente viable dicha práctica y, en paralelo, un marco normativo que regule la incorporación de esos nuevos materiales total o parcialmente en sustitución de materias primas convencionales. Es decir, las limitaciones que presenta este tema son económicas principalmente, junto con las legislativas/normativas que impiden su materialización. El periodo de materialización definido por los expertos es prolongado (2005-2014) en comparación con la mayor parte de temas tratados. Sin embargo, existen inconvenientes asociados a la valorización, tanto energética como no energética, que plantean soluciones a más largo plazo.

Las acciones recomendadas para consolidar la valorización de residuos se pronuncian hacia dos

tipos de medida: una presión normativa por parte de la Administración que promueva el uso de materiales reciclados y desmotive el envío de residuos a vertederos y por otro lado, el desarrollo y aplicación de herramientas de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) que permitan evaluar de una forma global la competencia entre materias primas convencionales y secundarias, provenientes de residuos.

Las tecnologías críticas se orientarán en una doble dirección, hacia el reciclado y valorización de residuos evitando su vertido y hacia la seguridad de los vertederos.

El desarrollo tecnológico asociado al tema nº 31 es el siguiente:

- *Desarrollo de tecnologías en equipos medioambientales para obtener subproductos partiendo de residuos.*
- *Desarrollo de tecnologías de solidificación/estabilización de residuos peligrosos.*

- *Desarrollo de tecnologías (de molienda, aglomeración, sinterización, compatibilización, etc.) que permitan valorizar.*
- *Desarrollo de equipos medioambientales para transporte y manipulación de residuos (neumático, mecánico)*
- *Desarrollo de equipos medioambientales para caracterización "in situ" de residuos.*
- *Desarrollo de sistemas de gestión medioambiental.*
- *Desarrollo de tecnologías de detección de fugas de lixiviados en las capas de impermeabilización de vertederos.*
- *Desarrollo de tecnologías de impermeabilización de vertederos: láminas, geotextiles.*

#### IV.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

El impacto sobre el empleo de los 35 temas sometidos a la opinión de los expertos, en general, es bajo. Este factor relativo a la variable "impacto sobre", sale desfavorecido ante los otros dos factores: el desarrollo industrial y la calidad de vida y entorno. El empleo es, en muchas ocasiones, una consecuencia directa del desarrollo industrial por lo que a la hora de valorar el impacto que tendrá un tema, el em-

Este tema ha sido valorado por los expertos entre los cuatro temas principales según su grado de importancia, con un índice de 3,88. La amplia implantación de tecnologías para la clasificación y separación de RSU dependerá de una definición previa de estándares de calidad que permitan al material reciclado competir en el mercado. El empleo se engloba, supuestamente, dentro del desarrollo industrial. La consecuencia directa de este hecho es que el impacto sobre el empleo no se sobrepone a los impactos restantes en ninguno de los temas que conforman el cuestionario. No obstante, este capítulo trata el tema más importante por su impacto sobre el empleo de los 13 temas relevantes seleccionados.

##### IV. 6.1. Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Índice Grado Importancia
29	Amplio uso de tecnologías para clasificación y separación de residuos sólidos urbanos (RSU), de cara a su reciclado.	30%	3,88

##### IV.6.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 29: Amplio uso de tecnologías para clasificación y separación de residuos sólidos urbanos (RSU), de cara a su reciclado.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Admón.
3	3	3	3		

La ley de envases y residuos de envases obliga al reciclaje del 25% y 45% como máximo, en peso, de los envases para el 2001 y un mínimo del 50% de los mismos para el 2006. Las exigencias mar-

cadadas por esta normativa llevarán a la expansión de las tecnologías para la clasificación y separación de RSU, cuyo pronóstico de materialización se ha fijado en la fecha 2005-2009.

con las materias primas existentes. Una vez se hayan establecido unos requisitos de calidad para los materiales reciclados, entrarán de forma competitiva en el mercado y este hecho propiciará el desarrollo y uso de tecnologías de identificación y tecnologías que permitan la separación de residuos y tecnologías de posprocesado para la obtención de materias primas secundarias.

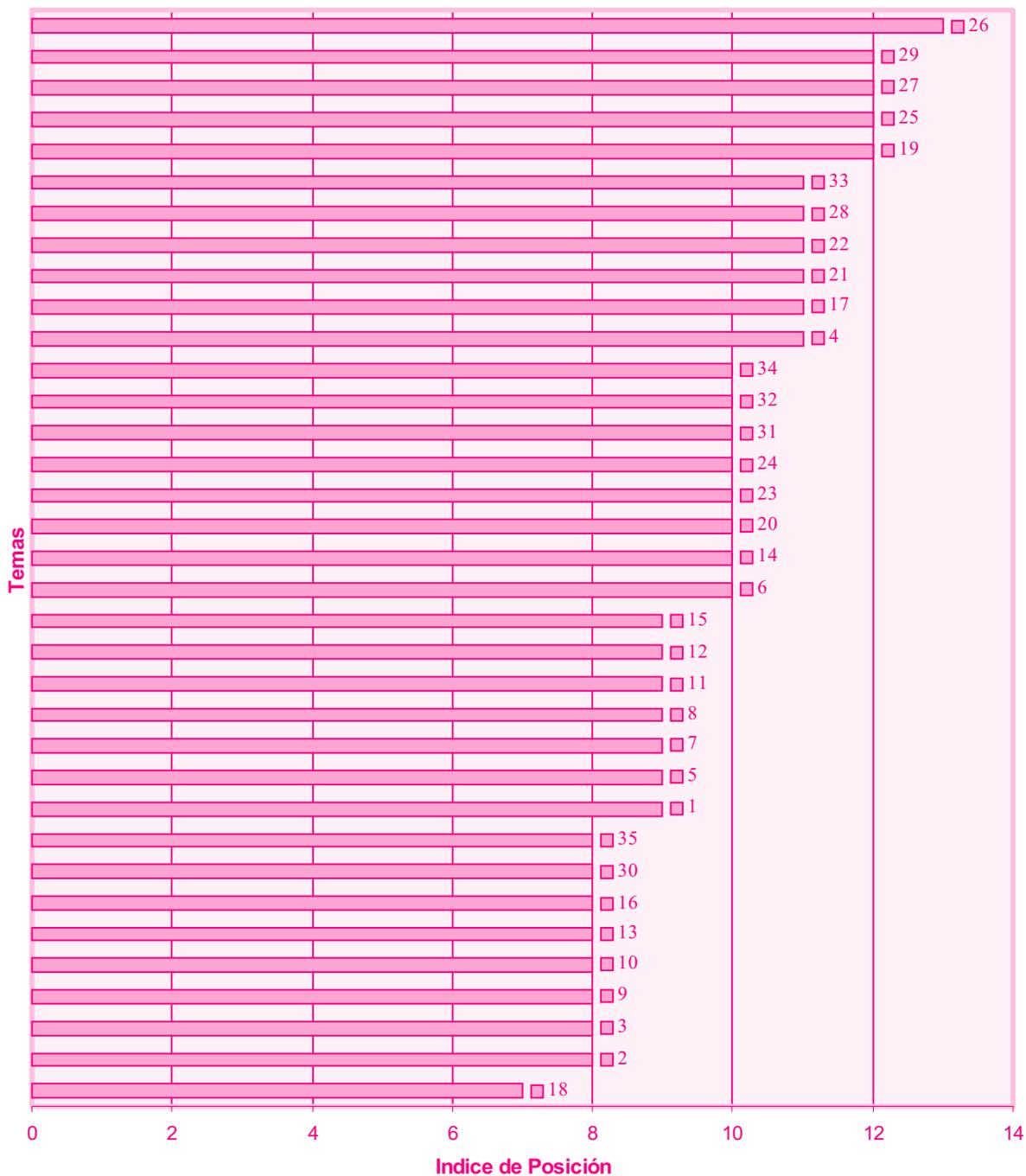
La limitación principal para la materialización de este tema es el factor económico. La creación de infraestructuras para la separación de residuos requiere una inversión económica conside-

rable que no será rentable ni competitiva si el material reciclado no encuentra su lugar en el mercado. La medida más recomendada para superar esta limitación económica son los estímulos, tanto económicos como fiscales de la Administración.

La implantación generalizada de la separación de RSU, generará toda una infraestructura para el procesamiento de los RSU, una vez separados por las distintas tecnologías. Este desarrollo fomentará la creación de empleo y es además cualitativamente importante para la calidad de vida y entorno.

### IV.7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE

Figura 7.1.



Para la selección de los temas del cuestionario en los que la posición de las empresas españolas es más favorable, se ha calculado un Índice de Posición (IP) resultante de la suma de las cuatro modas obtenidas para las cuatro capacidades propuestas en el cuestionario Delphi al juicio de los expertos. Los valores, para el IP, pueden variar en el intervalo [4-16], que corresponden al mínimo posible (cuatro valores de 1 en las cuatro modas) y al máximo posible (cuatro valores de 4 en las cuatro modas).

Para la interpretación de los resultados se han establecido los siguientes sub-intervalos de variación para este índice:

En la figura 7.1 se muestra un gráfico en el que se han representado los valores del índice de posición (IP) para cada uno de 35 los temas. El tema 18, asociado al uso de tecnologías extranjeras para el tratamiento de suelos, ha obtenido el valor inferior de IP de todos los temas tratados. Este dato es coherente con la actual situación de los suelos contaminados, ampliamente tratado en el tema 22. En contraposición, el tema 26 relacionado con la reducción y control de fugas ha obtenido el mayor IP (13). Este tema es el quinto en orden de importancia y se ha estimado que su materialización tendrá un elevado impacto en la calidad de vida y entorno.

**Temas en los que el Índice de Posición es igual o superior a 11**

Nº Tema	Tema	Índice de posición	Fecha de materialización
4	Incremento de un 30% de la fabricación de bienes de equipo nacionales en base a las compras públicas.	11	2005-2009
17	Creación de nuevos sistemas de tratamiento para la aplicación de sistemas de recogida selectiva de residuos a otros sectores distintos al de RSU.	11	2005-2009
21	Amplio uso de la tecnología de inertización para el tratamiento de los residuos peligrosos no valorizables.	11	2005-2009
22	Obligación legal para todos los titulares de suelos contaminados con riesgos reales o potenciales comprobados a su descontaminación, haciéndose cargo de todos los costes de tratamiento.	11	2005-2014
28	Uso a gran escala de redes separadoras de aguas (pluviales, fecales e industriales) en las grandes ciudades.	11	2005-2009
33	Existe mercado para las materias primas secundarias obtenidas a partir de residuos industriales en el sector de la construcción y obra civil.	11	2005-2009
19	Desarrollo de técnicas avanzadas de tratamiento debido a la problemática asociada al tratamiento de aguas residuales de carácter industrial, que permiten la eliminación de contaminantes refractarios a sistemas convencionales.	12	2005-2009
25	Amplio uso de combustibles derivados de residuos, peligrosos y no peligrosos, fabricados de acuerdo a especificaciones de calidad bien definidas, como combustibles secundarios en instalaciones industriales o energéticas convencionales (cementeras, papeleras, acerías, centrales térmicas, etc.).	12	2005-2009
27	Amplio uso de las aguas depuradas procedentes de las E.D.A.R para distintos usos (jardinería, campos de golf, industria, etc).	12	2005-2009
29	Amplio uso de tecnologías para clasificación y separación de residuos sólidos urbanos (RSU), de cara a su reciclado.	12	2005-2009
26	Reducción de más del 10% de las pérdidas en las distintas redes debido al seguimiento y control sistemático de las fugas producidas en todas las redes de suministro y abastecimiento de agua (agrícola, industrial y doméstico).	13	2005-2009

## IV.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en el estudio de prospectiva tecnológica sobre los **Equipos Medioambientales** configuran el escenario probable al que se dirige el sector industrial.

A través de la metodología Delphi, empleada para la consecución del cuestionario, los expertos del país han emitido su opinión acerca de 35 temas de futuro seleccionados por un Panel de Expertos consistente en 10 personas. Este mismo Panel ha identificado las tecnologías emergentes para el desarrollo y evolución del sector una vez finalizado el ejercicio de prospectiva.

Se consultaron 198 expertos, de los cuales respondieron 51, obteniéndose un porcentaje de respuesta del 25,8%. Debido a la complejidad del cuestionario, la extensión y el contenido técnico del mismo, este porcentaje de respuesta se considera satisfactorio.

Los **expertos participantes** en la encuesta Delphi son mayoritariamente hombres, en edad comprendida entre 40-49 años. El nivel de conocimiento sobre los temas manifestado por los expertos es medio-alto y la procedencia geográfica de los mismos, principalmente de tres comunidades: Madrid, País Vasco y Cataluña.

El **grado de importancia** global de los temas seleccionados es alto (62%), lo que valida el estudio Delphi realizado. El **impacto que generarán los temas** consultados al materializarse se ejercerá indistintamente sobre el desarrollo de la industria (43%) y sobre la calidad de vida y el entorno (43%).

La **fecha de materialización** en la gran mayoría de los temas se pronuncia en el periodo 2005-2009, lo que refleja un grado de optimismo y una apuesta en la solución de los principales inconvenientes de los temas estudiados, la limitación económica y la tecnológica.

En lo que respecta a las **capacidades**, en términos generales la posición de España está por debajo de la media europea en las capacidades de innovación y comercialización y por encima de la misma en las capacidades científica y tecnológica y de producción.

Según las **medidas recomendadas por los expertos** las limitaciones económicas deben superarse a través de los estímulos económico/fiscales de la Administración y las tecnológicas fomentando la cooperación de la industria con centros de investigación y tecnológicos.

### Conclusiones de los temas más relevantes

Los 13 temas más relevantes de la encuesta Delphi se han relacionado entre sí de forma que configuran un escenario centrado en el período 2005-2009, en el que se sitúa un eje central, formado por dos temas clave, para el desarrollo del sector: el cumplimiento de la legislación y la producción limpia, que afecta a todas las áreas medioambientales. En torno a este eje principal se configuran tres áreas dominantes del medioambiente industrial con respecto a los equipos medioambientales: los residuos sólidos, el agua, y el aire. De igual forma, se ha representado, un área con menor peso específico: los suelos.

La figura 8.1 muestra un esquema de asociación realizada por el panel de expertos una vez analizados y estudiados los temas más relevantes y las tecnologías emergentes asociadas a los mismos.

Los **temas más importantes**, ubicados en el centro del cuadro-esquema, son temas asociados al cumplimiento de la legislación y al desarrollo de la normativa medioambiental, ambos considerados temas clave para el crecimiento y

evolución del sector y la integración de los procesos al final de línea en el diseño de tecnologías de producción limpia.

Siguiendo el orden de importancia de los temas, destacan la minimización de residuos, la clasificación y separación de RSU's y las nuevas expectativas en la recuperación de residuos; de acuerdo con las directrices de la política europea de protección de la salud humana y del entorno medioambiental frente a los efectos dañinos de los distintos contaminantes, siendo los residuos una de las más importantes.

Los temas valorados como más relevantes por los expertos en materia de residuos consolidan el concepto del "desarrollo sostenible". Este concepto de sostenibilidad en el campo de los residuos se traduce en una forma de actuar siguiendo una serie de criterios en los que las acciones de minimización son priorizadas frente a las acciones de eliminación y deposición de los residuos. La sostenibilidad en materia de residuos se impondrá como directriz de actuación en el escenario futuro de los equipos medioambientales pronosticado para el 2005-2009. La materialización de los temas en el campo de los residuos conllevará el desarrollo de las siguientes tecnologías emergentes para equipos medioambientales principalmente (se describen con mayor concreción en cada uno de los temas):

- *Desarrollo de tecnologías para el pre-tratamiento de materias primas*
- *Desarrollo de tecnologías de separación y clasificación de alta eficacia y bajo coste.*
- *Desarrollo de tecnologías para la obtención de subproductos y materias primas secundarias a partir de residuos.*
- *Tecnologías para la obtención de Combustibles Derivados de Residuos (CDR): tecnologías pirolíticas, tecnologías de gasificación y tecnologías de acompañamiento para la introducción de combustibles en instalaciones convencionales.*
- *Tecnologías para la manipulación y transporte de residuos y tecnologías que garanticen la seguridad en los vertederos.*

Los temas más importantes valorados por los expertos consolidan un escenario futuro en el que se pone de manifiesto la previsible problemática derivada de la escasez del agua. Para la cual los equipos medioambientales se deberán dirigir, de forma genérica a racionalizar, economizar y tratar el agua siguiendo los siguientes criterios en orden de priorización: No perder el agua, purificarla y reutilizarla.

Los expertos han valorado que los temas más relevantes por su impacto sobre la calidad de vida y entorno son temas asociados a la problemática del agua .

Las tecnologías que emergerán asociadas a esta temática, son principalmente:

- *Tecnologías de materiales relacionadas con la durabilidad de redes.*
- *Tecnologías de localización, inspección y control de fugas.*
- *Tecnologías de tratamiento: electro-químicas, biológicas.*
- *Tecnologías de fabricación de productos químicos avanzados.*
- *Tecnologías de desinfección*
- *Tecnologías de nitrificación y desnitrificación de alta eficacia.*

En cuanto a la problemática del aire, los valores límite se establecerán en función de cada proceso industrial, teniendo además en cuenta la carga contaminante y los equipos medioambientales para el tratamiento de la contaminación atmosférica se deberán diseñar de forma que no trasladen la contaminación a otro medio.

Las tecnologías que se desarrollarán para propiciar este escenario son:

- *Tecnologías de eliminación de contaminantes, en fase gaseosa: sistemas de oxidación catalítica, plasma frío..etc.*
- *Tecnologías de recuperación de materiales y productos y de energía.*

La obligación legal para todos los titulares de suelos contaminados a su descontaminación es una medida que cuenta con serias dificultades para su materialización, y por lo tanto se le ha dado un pronóstico para un período más prolongado que el resto de temas (2005-2014). Los mayores inconvenientes residen en fijar responsabilidades por el pasivo en cuanto a suelos contaminados recibidos y los costes de tratamiento derivados de los grandes volúmenes a tratar. Para que el citado escenario se

cumpla se desarrollarán las siguientes tecnologías para equipos medioambientales:

- *Tecnologías de tratamiento de coste asumible (lavado, venteo, electroquímicas, biológicas....).*
- *Herramientas como el análisis de riesgos para fijar los límites de la descontaminación.*
- *Metodologías de confinamiento temporal y contención hasta el desarrollo de tecnologías eficaces y de coste asumible.*

Fecha de Materialización del escenario:  
**2005-2009**

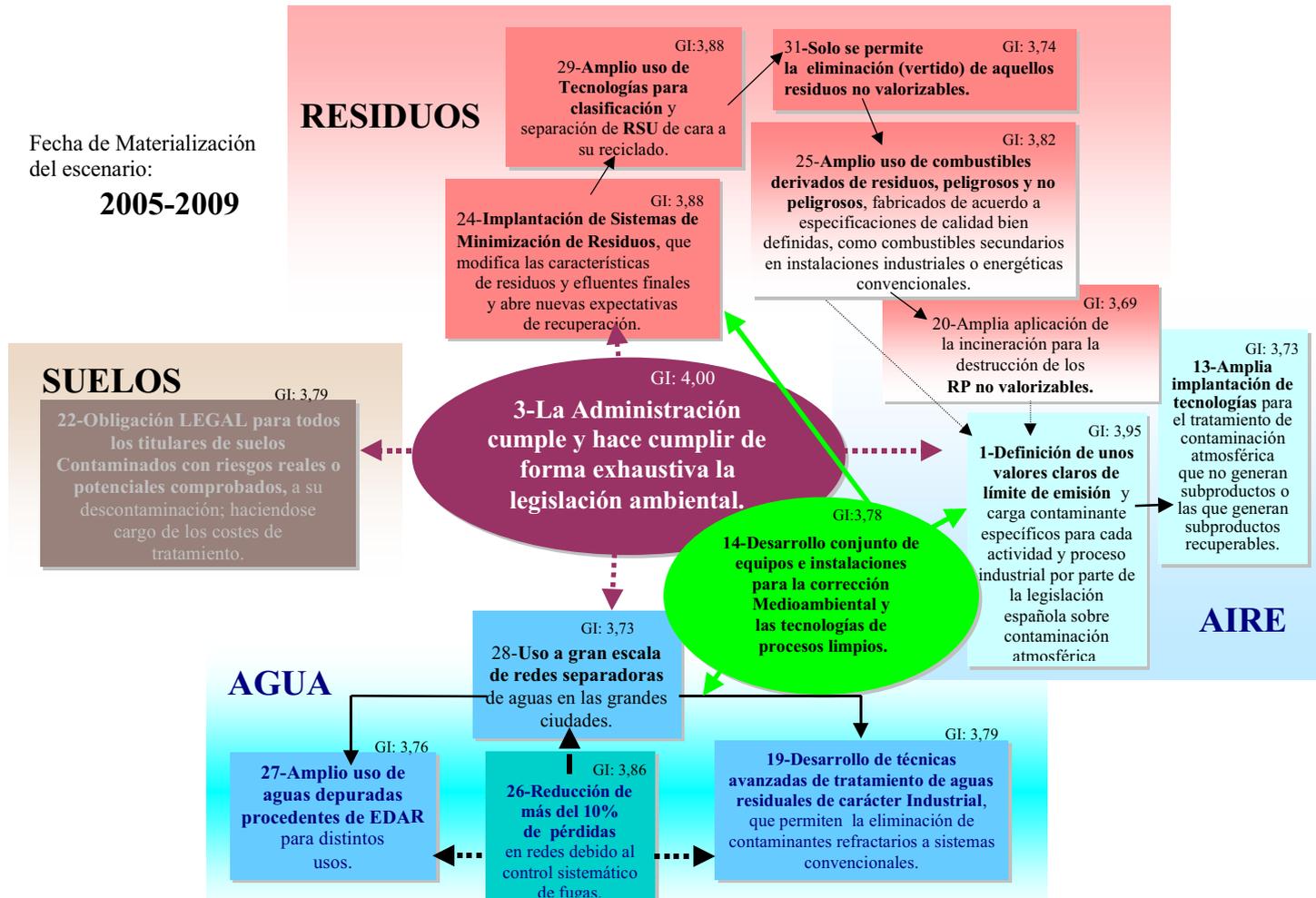
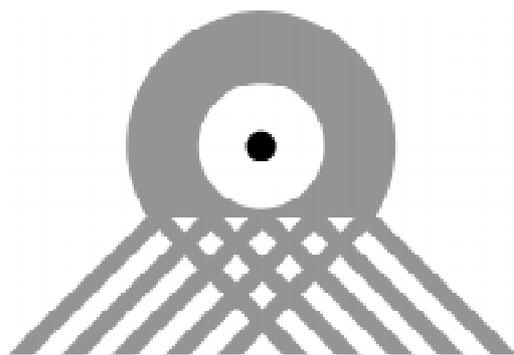


Figura 8.1. Cuadro-Esquema del escenario de Bienes de Equipo Medioambientales.



**SECTOR QUÍMICO:  
ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE QUÍMICA  
ORGÁNICA BÁSICA Y PRIMERAS MATERIAS  
PLÁSTICAS**

## V.1. INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA BÁSICA ORGÁNICA Y PRIMERAS MATERIAS PLÁSTICAS.

El sector químico puede clasificarse atendiendo a dos variables: tonelaje y formulación (Godfrey, P.B. *Performance Chemicals*, 4-9, Febrero,

1984). De acuerdo con este criterio la producción química se divide en cuatro grupos:

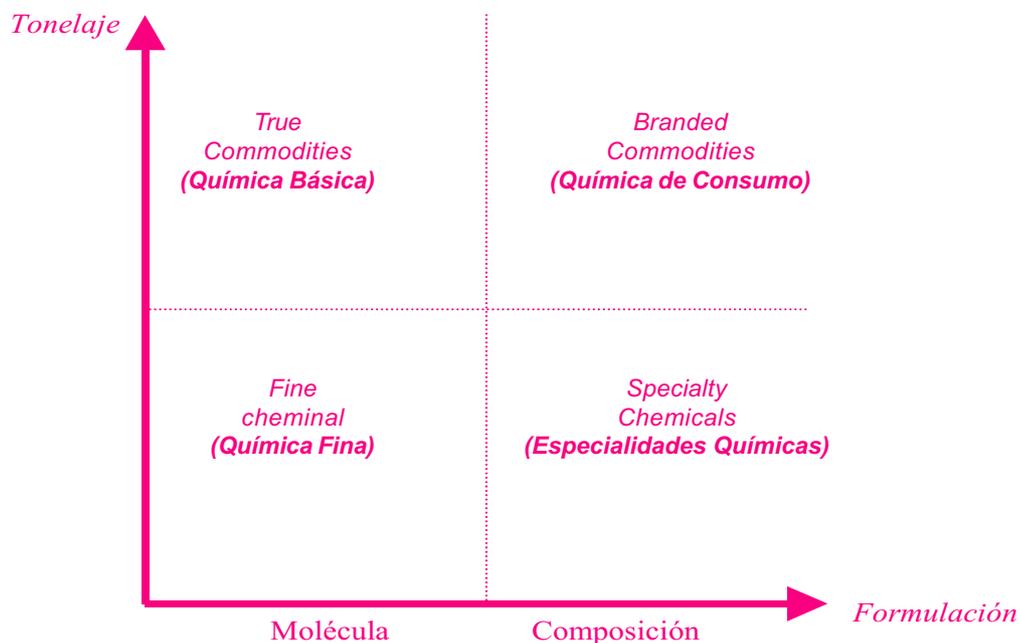


Figura 1

Los “**Branded Commodities**” (química de consumo), son aquellos productos químicos, mezclas, de composición conocida que se comercializan en grandes cantidades (detergentes domésticos, pinturas decorativas, lubricantes para automóviles, y en general productos para la química de consumo).

Los “**Specialty Chemicals**” (especialidades químicas), son productos químicos, mezclas, de un alto valor añadido (pinturas de aplicaciones específicas, aditivos, colorantes, tintes, perfumes, y, en general mezclas de productos químicos) destinados a diferentes procesos industriales químicos (textil, curtidos, papel, metalurgia,

siderurgia, construcción, tratamiento de aguas, etc) y no químicos. Se comercializan en cantidades normalmente inferiores a 10-20 toneladas (en bidones y envases de inferior capacidad), y a un precio de venta que supera normalmente las 500 ptas/kg.

Los **Fine Chemistry** (química fina) son especies químicas puras y definidas, tanto intermedios como principios activos, de un alto valor añadido. Se fabrican y se ponen a la venta en cantidades inferiores a las 10-20 toneladas (bidones y envases de menor capacidad) y a un precio que supera las 500 ptas/kg. La química fina actúa como proveedor de materias primas de los *Branded Commodities*, de los *Specialty Chemicals* y de otros sectores que no son estrictamente químicos.

Finalmente, los **“True Commodities”** (química básica), son especies químicas de fórmula conocida, de gran pureza, que se fabrican normalmente en continuo y se ponen a la venta en grandes cantidades y a un precio que oscila entre 20 y 500 ptas/kg (etileno, cloruro de polivinilo, ácido sulfúrico, hidróxido sódico, cloro,...etc. ).

Como ya se ha apuntado, el presente estudio considera conjuntamente la Química Básica Orgánica y las Primeras Materias Plásticas, definiéndolas como aquella actividad industrial cuyo objetivo es producir y poner en el mercado, en grandes cantidades, sustancias químicas orgánicas (en su mayoría derivados de petróleo) de fórmula estructural conocida, de alta pureza, predominando la fabricación en continuo y con un precio de venta inferior a las 500 ptas/kg. Estaremos, pues, en el cuadrante superior izquierdo de la matriz de Godfrey, correspondiente a los *True Commodities*, aunque de momento queda apartada del estudio la Química Básica Inorgánica.

La actividad industrial destinada a la producción de Química Básica Orgánica y Primeras Materias Plásticas se caracteriza, básicamente, por:

- Se trata de una industria madura. Es intensiva en capital y tecnología.
- Es muy competitiva. La globalización de los

mercados y la concentración e integración vertical que se está produciendo en todo el sector están condicionando la supervivencia futura de los actuales fabricantes a su capacidad para asumir una elevada eficiencia tecnológica, según la cual, las empresas con unos costes medios totales elevados tenderán a reducirlos hasta colocarse en el valor mínimo de los mismos, lo que conseguirán aumentando su dimensión (cuando haya economías de escala aprovechables), o reduciéndola (si existen diseconomías de escala). Procedimientos todos ellos por los que las empresas alcanzan la eficiencia tecnológica. Esta reducción de los costes en las empresas competitivas mal dimensionadas es una condición inexcusable para su supervivencia. Una inversión apropiada ofrecerá muchas oportunidades de beneficios futuros y los errores se pagan muy caros en la cuenta de resultados futura de la empresa. El desarrollo de normas para la adecuación de contaminantes, la mejora de la manipulación, el transporte y la supresión de etapas peligrosas, supone fuertes inversiones con altos periodos de recuperación del capital invertido y con una gran incidencia en el coste final del producto.

- Requiere de un esfuerzo constante en tecnología: nuevos desarrollos para mejorar las características y prestaciones de producto o para producir nuevos productos. Se lucha constantemente por conseguir alcanzar y cumplir normas de seguridad que permiten homologar los procesos como adecuados. Ante cualquier incidente, los sistemas avanzados de control permiten el seguimiento de todo lo ocurrido y facilitan la seguridad integral.
- Tienen altas barreras de entrada y de salida.

Según el informe “La Industria Química en España 1997” (MINER Dirección General de Industria. *La Industria Química en España 1997*. Colección Informes y Estudios. Madrid, 1997), elaborado por el antiguo Ministerio de Industria y Energía, en 1997, la producción de productos orgánicos básicos y de primeras materias plásticas ha aumentado un 15% respecto a 1996 y el consumo aparente ha aumentado un 19%. También ha habido un importante incremento tanto de las importaciones, 31% respecto a 1996, como de las exportaciones, 32% respecto a 1996. Los valores absolutos se reflejan en la tabla 1.

Química Básica Orgánica y Primeras Materias Plásticas	1996	1997
Consumo Aparente (millones de pesetas)	1.307.550	1.554.163
Producción (millones de pesetas)	985.400	1.135.900
Importaciones (millones de pesetas)	697.143	915.715
Exportaciones (millones de pesetas)	374.993	497.452
Inversión (millones de pesetas)	20.475	21.150
Empleo	109.100	128.500

**Tabla 1: La Química Básica Orgánica y Primeras Materias Plásticas en España**

(Fuente: MINER Dirección General de Industria. La Industria Química en España 1997. Colección Informes y Estudios. Madrid, 1997)

## V.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS.

### V.2.1. El Panel de Expertos.

El punto de partida para llevar a cabo la experiencia fue la configuración del Panel de Expertos, imprescindible para la elaboración del cuestionario **Delphi**. Fueron dos las líneas de actuación empleadas para la selección de expertos en diversas organizaciones:

- En primer lugar fue determinante el criterio del IQS, que dada su experiencia acumulada en el subsector de la Química Básica Orgánica y las Primeras Materias Plásticas, pudo seleccionar a los primeros expertos que participaron en el proyecto (**Autonomiación**).
- En segundo lugar se recurrió al mecanismo de la **Conominación**, ampliamente validado por la experiencia inglesa. Mediante la conominación, son los mismos expertos los que identifican a otras personas, con credenciales y experiencia reconocida entre la comunidad profesional, objeto del estudio.

De esta manera fueron concertadas consecutivamente las entrevistas (seis entrevistas), con los 8 miembros del Panel de Expertos. Éstas tuvieron lugar en las propias organizaciones de las que formaba parte el experto seleccionado. Se estructuraron en tres sesiones diferentes, de forma que fuera posible abordar tres objetivos, en 2 horas en total:

**A) Sesión de presentación del proyecto** : En esta primera sesión se realizó una exposición audiovisual para familiarizar al experto con los métodos que usa la prospectiva. Asimismo también fue presentado el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial en cuanto

a su estructura organizativa, su alcance temporal y su cobertura global. Finalmente se delimitó el objetivo del estudio en la Química Básica Orgánica y Primeras Materias Plásticas para centrar la entrevista.

**B) Sesión de prospectiva** : Se procedió según el esquema de trabajo que se muestra en la **Figura 2.1**, y que se desarrolla en profundidad en el **apartado 2.2** de esta parte tercera.

Se trataba de, a partir de la elaboración con ducida de escenarios endógenos (ver **apartado 2.2 de la Parte Tercera**.), identificar los temas que formarían parte del cuestionario Delphi. De este modo, se validó el contenido del cuestionario.

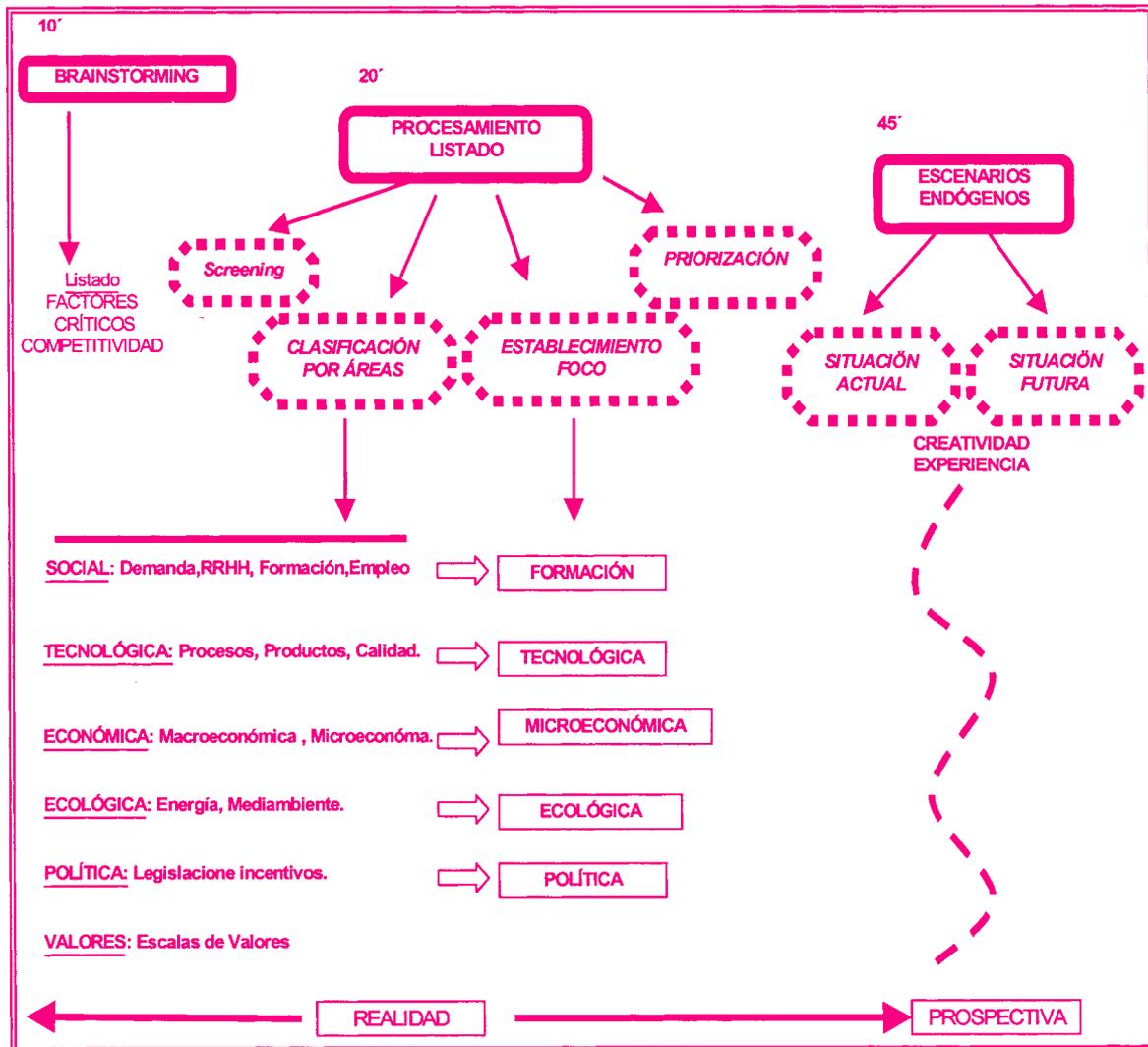
**C) Sesión para la selección de los miembros de los Paneles** : Finalizada la parte troncal de la entrevista, el experto debía cumplimentar un cuestionario. El objetivo era seleccionar a los integrantes de dos grupos humanos cualificados:

- **Panel de Expertos**, cuya colaboración era imprescindible para la elaboración del cuestionario Delphi, y con los que se efectuaron sesiones idénticas a la expuesta.
- **Expertos Consultados**, cuya colaboración fue requerida para participar en el estudio Delphi a escala nacional, basado precisamente en la cumplimentación del cuestionario.

Figura 2.1



Figura 2.1: Fases de la Sesión de Prospectiva



### V.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi.

La obtención de información para elaborar con fundamento las hipótesis de futuro, o temas, del cuestionario Delphi era el objetivo último de la sesión de prospectiva desarrollada durante las entrevistas con los integrantes del Panel de Expertos. Con este fin fueron utilizados los **escenarios endógenos**, mediante los cuales resulta relativamente sencillo construir situaciones hipotéticas de acontecimientos futuros, centrando la atención sobre los procesos causales. Si el interlocutor es neófito en el área prospectiva se hace necesario incorporar una serie de etapas previas para poder aplicar correctamente esta herramienta. En nuestro caso particular, se adop-

taron las fases, que se indican en la **figura III-1** y que, a continuación se exponen.

**FASE PRIMERA:** Inicialmente, se desarrolló una breve sesión de **brainstorming** donde el experto debía repasar en viva voz los factores críticos de competitividad, o aquellos aspectos concretos que causan las crisis cotidianas en su organización y que ocupan su gestión diaria. El listado de problemas, siempre relacionados con la Agroquímica, se recogió en un soporte visible, para facilitar su análisis posterior de forma interactiva con el Experto.

**FASE SEGUNDA:** A continuación se procedió al procesamiento del listado.

- Se eliminaron los *factores críticos de competitividad* reiterativos y se englobaron los semejantes en temas más generales (*screening*).
- Una vez definidos, los factores críticos de competitividad fueron clasificados por áreas, según su naturaleza. Se trataba de establecer las limitaciones o fuerzas conductoras que condicionan estos “factores críticos de competitividad” y que fueron determinados como Sociales, Tecnológicos, Ecológicos, Económicos, Políticos y de Valores.
- Seguidamente, se *estableció el foco*, buscando de entre estas áreas, las que eran relevantes para este estudio. Consecuentemente, se prescindió de *los factores críticos de competitividad* de naturaleza asociada a la Macroeconomía, y a la Sociedad, rescatando de estos últimos sólo aquellos que hacían referencia a la Formación y a ciertos aspectos relacionados con los valores.
- Finalmente se solicitó del experto un esfuerzo por *priorizar* cada uno de los *factores críticos de competitividad* independientemente del área en donde éste estuviera clasificado. Con ello, se cumplió una doble función: por una parte fue extremadamente útil para poder identificar los *factores críticos de competitividad* que resultan más trascendentes para el desarrollo del sector de la Química Básica Orgánica y Primeras Materias Plásticas en España. Por

otra, si la lista resultaba muy extensa, se podía centrar la atención en aquellos *factores* más importantes.

**FASE TERCERA:** La tercera y última fase de la sesión de prospectiva comenzaba con el análisis de cada uno de los *factores críticos de competitividad* por el orden establecido en las fases previas. Para empezar, el experto desarrolló en profundidad una descripción exhaustiva de la situación actual que enmarca *el factor crítico de competitividad*. Se trataba de que el experto describiera el “argumento” y los “actores” de este *escenario* que arranca en el presente, con todos sus antecedentes y consecuencias para las organizaciones y para la sociedad. Finalmente, en un ejercicio definitivamente de prospectiva, el experto debía conjugar su experiencia y su creatividad para confeccionar una situación futura (escenario endógeno), en la que *el factor crítico de competitividad* haya sido superado, en un horizonte temporal de 15 años, identificando también a los actores e infraestructuras que configuran la trayectoria desde la situación actual hasta la situación futura.

A partir de la información registrada a lo largo de las 6 entrevistas así desarrolladas, se elaboraron las hipótesis de futuro más relevantes y universales para la Química Básica Orgánica y las Primeras Materias Plásticas y se formalizaron como temas en el cuestionario Delphi.

### V.3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

Es destacable el hecho de que todos los temas incluidos en el cuestionario fueron considerados por los expertos consultados como de importancia ALTA o MEDIA. Es un hecho contrastado que, la representatividad y relevancia de los temas resulta optimizada cuando son los mismos expertos los que intervienen de directamente en la elaboración del cuestionario, como en nuestra experiencia a través de la elaboración conducida de *escenarios endógenos*.

En este sentido, es importante recordar que la validez de un cuestionario, o el grado en el que éste resulta adecuado para realizar la experiencia, se apoya en dos parámetros fundamentales: la *validación de su contenido*, en cuanto a la representatividad de las preguntas que lo configuran y la *validación de su estructura*, en cuanto al acierto con el que el cuestionario se adapta al objetivo que se pretende. En el diseño de la experiencia llevada a cabo por el IQS se consideró imprescindible optimizar el primer parámetro (el segundo parámetro quedó optimizado eligiendo un formato de cuestionario *Delphi* ampliamente validado por la experiencia internacional). Los resultados obtenidos en relación con la IMPORTANCIA de los temas finalmente incluidos en el cuestionario, demuestran el acierto metodológico.

Recordemos que este índice puede tomar valores en el intervalo [1,4], en el que un valor de 4 equivaldría a unanimidad en cuanto a una importancia ALTA, un valor de 3 sería un consenso para importancia MEDIA, un valor de 2 lo sería para importancia BAJA y finalmente, un valor de

1 sería para una unanimidad como tema IRRELEVANTE. Como puede observarse ninguno de los temas incluidos en el cuestionario han merecido la valoración BAJA o IRRELEVANTE y todos ellos están situados en la zona ALTA; la puntuación de 35 de los 37 temas incluidos en el cuestionario varía entre 3,83 y 2,95. Sólo los temas 19 y 20 han registrado valores para el Índice de Importancia que los sitúan en la franja MEDIA (2,61 y 2,49 respectivamente). Estos temas hacen referencia al uso de fluidos supercríticos y electroquímica en los procesos productivos en el subsector.

Puesto que el índice no parece suficientemente discriminatorio, se ha optado por agruparlos por su fecha de materialización, ordenándolos posteriormente por el valor del Índice de Importancia. En aras a simplificar y concretar el resultado en unas pocas propuestas, **se comentan en este apartado sólo los 9 primeros temas** que han alcanzado los mayores valores del Índice, con una puntuación comprendida entre 3,83 y 3,62. De los 37 Temas incluidos en el cuestionario, agrupados por fecha de materialización en las tablas que se muestran a continuación, **se resaltarán en negrita aquellos que han dado lugar al comentario posterior.**

En los casos en los que la fecha de materialización es bimodal, se ha optado por asumir que el tema se materializará en el período más cercano. Esto favorecerá el planteamiento a tiempo de las medidas que se estimen oportunas.

## V.3.1. Materialización 1999-2004.

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
2	La Administración articulará una política de apoyo y estímulo a la investigación en las empresas del sector, estable y a largo plazo, similar a la existente en otros Estados miembros de la Unión Europea.	3,76
5	La Administración promoverá la formalización de programas educativos (al nivel de FP II) que proporcionen al "personal de planta", cualificaciones específicas para trabajar en entornos de producción altamente automatizados (Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC; Sistemas Integrados de Control/Gestión, Total Quality Management, TQM; Just in Time, JIT...)	3,74
1	Las Administraciones públicas españolas articularán una Política de Estado que estimule la inversión de grandes corporaciones de Química Básica Orgánica en España (tramitación de permisos simplificada, estímulos fiscales, subvenciones, financiación pública de infraestructuras y soportes logísticos eficientes...), tal y como ya tienen otros Estados miembros de la Unión Europea.	3,71
12	Con el fin de disminuir la incidencia de los elevados costes energéticos en la producción, se extenderá el uso de procesos eficientes energéticamente (cogeneración, ciclos energéticos cerrados...).	3,71
21	El sector global sufrirá una fuerte concentración empresarial, formándose grandes corporaciones (4 o 5 por actividad), capaces de asumir competitivamente la intensificación de capital característica de este sector.	3,67
17	Se introducirán nuevos catalizadores en las plantas productoras para obtener ahorros en los procesos productivos (energéticos, rendimientos reacciones).	3,62
26	Habrà una tendencia generalizada en las grandes empresas a subcontratar los servicios (almacén, distribución, mantenimiento, ensacado de granza), concentrando los recursos económicos en el desarrollo y mejora de los procesos químicos.	3,52
11	Habrà mejoras evidentes en modelos informáticos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos.	3,44
29	La organización del trabajo en equipo y el mantenimiento de las instalaciones por parte de los propios operarios de la planta, será una tendencia generalizada.	3,38
33	El incremento de la presión social sobre este sector químico en concreto, motivará la puesta en marcha de más y mejores campañas de información (públicas y privadas) que proporcionen una concienciación racional de la sociedad (sociedad letrada tecnológica y científicamente).	3,37
3	La Administración articulará mecanismos e incentivos que faciliten el trasbalse de investigadores desde los centros de investigación/universidades, a las empresas, con el objetivo de incrementar la capacidad de innovación en las empresas del sector.	3,34
30	No habrá una disminución del empleo en el sector.	3,27
6	La Administración promoverá la formalización de programas educativos, al nivel técnico superior, que incluyan formación en Gestión (Management, Técnicas de Liderazgo, Gestión del Cambio Tecnológico, TIC, Idiomas...)	3,26
28	Debido a una mayor exigencia social de bienestar en España, los turnos rotatorios implícitos en la producción en este sector, encarecerán el coste de la Mano de Obra por encima de los sueldos del país.	3,19
15	Las calidades de las producciones de Materias Primas Plásticas tenderán a adaptarse a las necesidades de los grandes consumidores y no habrá diferencias de calidad entre los distintos proveedores.	3,13
4	La Administración liderará el proceso de formalización de la RED TECNOLÓGICA ESPAÑOLA y la creación de MAPAS y CATÁLOGOS TECNOLÓGICOS, que recojan la oferta científica española que los centros de investigación y universidades ponen al servicio de las empresas del sector.	3,10

**COMENTARIO.**

Este subsector químico está formado por un grupo relativamente pequeño en cuanto a número de empresas, pero a la vez extraordinariamente fuerte en cuanto a su potencial económico, siendo precisamente este hecho la barrera más importante para la entrada de nuevos competidores en el mercado. Así va a seguir siendo a juicio de los Expertos, en los próximos años, favorecido además por la fuerte tendencia a la concentración empresarial en este periodo a nivel mundial (tema 21).

No es de extrañar que las empresas establecidas industrialmente en España soliciten de la Administración un trato equiparable al existente en otros países industrializados, como puede ser más y mejores estímulos para la inversión de grandes corporaciones de Química Básica Orgánica en territorio español (tema 1) y la formalización de programas educativos (al nivel de F.P. II) para el personal de planta en las industrias (tema 5).

Sin embargo, el tema que ha obtenido el segundo mayor valor del índice de importancia es el que se refiere al apoyo por parte de la Administración a una política de apoyo y estímulo a la investigación en las empresas del sector (tema

2). En este sentido la aprobación por el Gobierno, a finales de 1999, del Plan Nacional de I+D+I (Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación) se considera muy positiva.

Finalmente, entre los temas más importantes dentro de este primer quinquenio aparecen dos de naturaleza tecnológica: mejora en los procesos de fabricación, con el fin de disminuir la incidencia de los elevados costes energéticos en la producción (tema 12) y la progresiva incorporación de nuevos catalizadores en las plantas productoras para ahorrar en los procesos productivos (energéticos, rendimientos reacciones) (tema 17).

**INDICADORES.**

\*NUEVAS Y MÁS MEDIDAS FISCALES DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN \* INICIATIVA PÚBLICA PARA LA PUESTA EN MARCHA DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN PARA PROFESIONALES DE PLANTA QUÍMICA AL NIVEL DE FORMACIÓN PROFESIONAL II \* ESTÍMULOS PÚBLICOS QUE FAVOREZCAN LA INVERSIÓN DE GRANDES CORPORACIONES EN NUEVAS PLANTAS QUÍMICAS EN ESPAÑA \* AHORRO ENERGÉTICO EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS \* CONCENTRACIÓN EMPRESARIAL A NIVEL MUNDIAL.

**V.3.2. Materialización 2005-2009.**

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
36	Se incrementará la inversión en el diseño y mejora de los procesos de producción más eficientes y respetuosos con el medioambiente, hasta acercarse al concepto de planta con "residuo cero".	3,83
7	El mercado energético (electricidad y gas natural) en España, estará plenamente liberalizado, estableciéndose nuevos operadores de gas y electricidad en...	3,76
31	La liberalización del mercado energético español (electricidad y gas natural) permitirá equiparar los costes con los del resto de los países miembros de la Unión Europea, haciendo a las empresas españolas del sector más competitivas.	3,71
35	Se establecerá una red española de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales (no solamente incineradoras), sin ánimo de lucro, gestionadas o tuteladas por la Administración.	3,50
8	La convergencia legislativa española en materia de medioambiente con la Unión Europea, será también una realidad en lo que se refiere al grado de aplicación de la ley.	3,49
13	La inversión propia en I+D de las empresas se concentrará en proyectos de investigación aplicada, y al menos un 25% de la Investigación Básica provendrá de centros externos a las propias empresas (Universidades y Centros de Investigación de cualquier parte del mundo).	3,49
34	La acelerada adaptación de algunas de las empresas del sector de la Química Básica Orgánica española (p.e: Cataluña) a la normativa europea en materia de medioambiente, se traducirá en ventajas competitivas en...	3,46
22	El incremento de los costes energéticos (Proyecto de Directiva sobre Impuestos a los Productos Energéticos), favorecerá la deslocalización industrial en Europa, instalándose las nuevas grandes plantas de producción de Química Orgánica Básica en áreas en las que los costes sean más competitivos (Indonesia, Corea...)	3,40
10	La tendencia a la automatización total de los procesos productivos en las empresas del sector, provocará la integración de los Sistemas de Control y los Sistemas de Gestión.	3,38
9	La globalización del sector y el crecimiento continuado del mercado (5%), seguirán propiciando la duplicación de la capacidad productiva de las empresas cada diez años. Esto será cierto hasta...	3,36
24	Las plantas de producción locales, de capacidad limitada, dejarán de ser rentables en...	3,30
16	El Control de Calidad en el laboratorio (análisis) se integrará operativamente en los procesos automatizados, realizándose de manera continua.	3,29
27	La adaptación de la red ferroviaria española al ancho de vía europeo desplazará al transporte por carretera y permitirá reducir la incidencia de los costes de transporte, lo cual incidirá sustantivamente en la competitividad de las empresas españolas del sector.	3,29
14	Las PYMES del sector de materias primas plásticas permanecerán en el mercado en la medida en que sean capaces de estimular la I+D para especializar o diferenciar su producción (plásticos modificados resistentes a UV, poliuretanos, materiales para prótesis), apartándose del mercado de los <i>commodities</i> .	3,28
23	Las propias características del mercado propiciarán un movimiento de integración vertical de los procesos productivos como vía para garantizar un suministro continuado del producto, cualitativa y cuantitativamente competitivo.	3,21
37	Las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la combustión, se verán reducidas en un 60% como consecuencia de la aplicación del Programa Voluntario de Eficiencia Energética (VEEP) en la mayoría de las empresas del sector.	3,18
18	La utilización de procesos biológicos será relevante en la innovación tecnológica de las empresas del sector.	2,95

**COMENTARIO.**

Entre los temas que han obtenido un mayor valor para el Índice de Importancia, cuya fecha de materialización está comprendida entre el año 2005 y 2009 (resaltados en negrita) se encuentran los tres máximos absolutos de este índice para todos los temas del cuestionario.

Dos de ellos hacen referencia a los costes energéticos y pronostican que, como consecuencia de la oportuna actuación de los poderes públicos, durante este horizonte temporal se producirá la liberalización del mercado (electricidad y gas natural básicamente) (tema 7) y como consecuencia, los costes energéticos de la industria española en este subsector, se equiparán a los de otros países de la Unión Europea (tema 31).

El tema que ha registrado el mayor índice de importancia de todo el cuestionario hace referencia al respeto y cuidado del medio ambiente, en cuanto a la progresiva incorporación de procesos de producción más eficientes, hasta acercarse al concepto de planta con “residuo cero” (tema 36). Según la opinión de algunos de los expertos consultados, una planta química que opere en este horizonte temporal no debería ser distinta de un bloque de apartamentos en lo que se refiere a su impacto medioambiental.

**INDICADORES.**

\*LIBERALIZACIÓN DEL MERCADO DEL GAS NATURAL Y DE LA ELECTRICIDAD \* PLANTAS INDUSTRIALES DE “RESIDUO CERO”.

**V.3.3. Materialización 2010-2015.**

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
19	Los procesos de extracción y purificación con fluidos supercríticos se habrán implantado industrialmente en...	2,61
20	El papel de la electroquímica en los procesos industriales en este sector, tendrá relevante en...	2,49

Son los temas que han registrado el menor valor para el Índice de Importancia de todo el cuestionario.

**V.3.4. Materialización más allá del 2015.**

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
25	El consumo de productos procedentes del sector de la Química Orgánica Básica y procedentes del sector de Primeras Materias Plásticas continuará con un crecimiento sostenido hasta...	3,47

Vaticina un crecimiento constante y mantenido del sector.

**V.3.5. Materialización NUNCA.**

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
32	Se equipará la diferencia entre el coste de la energía (electricidad y gas natural) para las instalaciones industriales del sector español y el de las instalaciones en los EEUU (estimado en un 30%)	3,49

Los costes energéticos en los Estados Unidos de América siempre serán inferiores a los de la Unión Europea.

#### V.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

Para el análisis de estos temas, seleccionados en función de su mayor valor en tanto por ciento de respuestas registradas en la opción de Impacto sobre el Desarrollo Industrial, vamos a proceder de la misma manera que en el apartado

anterior. Los agruparemos primero en función de su fecha de materialización y en segundo término atendiendo al valor registrado en cuanto al impacto sobre el desarrollo industrial.

##### V.4.1. Materialización 1999-2004.

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
15	Las calidades de las producciones de Materias Primas Plásticas tenderán a adaptarse a las necesidades de los grandes consumidores y no habrá diferencias de calidad entre los distintos proveedores.	69%	3,13
4	La Administración liderará el proceso de formalización de la RED TECNOLÓGICA ESPAÑOLA y la creación de MAPAS y CATÁLOGOS TECNOLÓGICOS, que recojan la oferta científica española que los centros de investigación y universidades ponen al servicio de las empresas del sector.	67%	3,10
11	Habrán mejoras evidentes en modelos informáticos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos.	67%	3,44
17	Se introducirán nuevos catalizadores en las plantas productoras para obtener ahorros en los procesos productivos (energéticos, rendimientos reacciones).	62%	3,62
2	La Administración articulará una política de apoyo y estímulo a la investigación en las empresas del sector, estable y a largo plazo, similar a la existente en otros Estados miembros de la Unión Europea.	59%	3,76

#### DISCUSIÓN:

**Tema 15: Las calidades de las producciones de Materias Primas Plásticas tenderán a adaptarse a las necesidades de los grandes consumidores y no habrá diferencias de calidad entre los distintos proveedores.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Colaboración con empresas exteriores
2	2	3	3	NP	55

De acuerdo con la opinión de los expertos, este es el tema cuya materialización supondrá un mayor impacto sobre el desarrollo industrial, aunque no está considerado entre los temas de mayor importancia en términos absolutos (el valor del índice es 3,13). Se trata de un tema de naturaleza tecnológica, y tal como se muestra en la tabla, la capacidad científica y tecnológica y la capacidad de innovación de las empresas españolas para estandarizar la calidad

de la materia prima requerida por las grandes corporaciones en relación con el resto de los países miembros de la UE, es desfavorable. En cambio, la capacidad de producción y de comercialización de las empresas españolas está considerada en la franja favorable. La medida más recomendada para facilitar la adaptación de la producción de materia prima a las necesidades de las grandes corporaciones es la colaboración con empresas exteriores.

**Tema 4: La Administración liderará el proceso de formalización de la RED TECNOLÓGICA ESPAÑOLA y la creación de MAPAS y CATÁLOGOS TECNOLÓGICOS, que recojan la oferta científica española que los centros de investigación y universidades ponen al servicio de las empresas del sector.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativa	Cooperación Industria-Centros Tecnológicos
NP	NP	NP	NP	NP	56

Se trata de un tema cuyas limitaciones son del tipo normativo/legislativas; su materialización vendrá condicionada por la disposición de las Administraciones a liderar el proceso de creación de la RED y de los Catálogos y Mapas Tecnológicos. Los expertos recomiendan para su

consecución la colaboración entre la industria y los centros de investigación. En cualquier caso, el valor del índice de importancia en términos absolutos (3,10) lo sitúa entre los cinco temas menos importantes del cuestionario.

**Tema 11: Habrá mejoras evidentes en modelos informáticos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Colaboración con empresas exteriores
2	2	2	2	NP	43

En el marco de la progresiva automatización de los procesos productivos en estos subsectores, las empresas muestran en conjunto una posición desfavorable, en cuanto a sus capacidades

de innovación, de comercialización, de producción y en cuanto a su capacidad científica y tecnológica. Es un tema que ha obtenido un elevado valor para el índice de importancia (3,44). La

medida más recomendada por los expertos para mejorar los modelos informáticos de simulación y optimización (control y gestión) apunta a una

mayor colaboración con empresas exteriores, complementado con la cooperación entre la industria y los centros de investigación (36%).

**Tema 17: Se introducirán nuevos catalizadores en las plantas productoras para obtener ahorros en los procesos productivos (energéticos, rendimientos reacciones).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Cooperación Industria-Centros Tecnológicos
2	2	2	2	NP	43

Las empresas españolas, a juicio de los expertos, presentan una posición desfavorable en relación con las empresas europeas para desarrollar, producir y comercializar nuevos catalizadores que permitan optimizar la producción, en términos de costes energéticos, y de rendimiento de las reacciones implicadas. Se trata de uno de los diez temas con un mayor valor para índice de

importancia de todo el cuestionario (3,62) y las medidas más recomendadas por todos los expertos (la tasa de abstención para esta variable ha sido nula) para facilitar la materialización de este tema se refieren a la cooperación entre la industria y los centros de investigación, en primer término y, complementariamente (35%), a la colaboración con empresas exteriores.

**Tema 2: La Administración articulará una política de apoyo y estímulo a la investigación en las empresas del sector, estable y a largo plazo, similar a la existente en otros Estados miembros de la Unión Europea.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativa	Cooperación Industria-Centros Tecnológicos
NP	NP	NP	NP	NP	39

Es un tema que compete directamente a los poderes públicos, en cuya materialización poco pueden intervenir las empresas, por esa razón han sido bloqueadas las opciones de respuesta a la variable Posición de las empresas españolas en cuanto a sus capacidades. El valor del índice de importancia es el segundo mayor de todo el cuestionario, y las medidas recomenda-

das para poner en marcha una política estable que estimule la investigación en las empresas del sector, se refieren a la cooperación entre la industria y los centros de investigación, para la óptima aplicación de los estímulos económicos y fiscales de la Administración (recomendados en un 28% de las respuestas registradas para esta variable). La incorporación de científicos y

tecnólogos a las empresas fue también recomendada (25%).

#### INDICADORES (materialización 1999-2004):

\* CALIDADES DE MATERIAS PRIMAS EQUIVALENTES ENTRE LOS DISTINTOS PROVEEDORES \* CATÁLOGO ELABORADO POR LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA SOBRE LA OFER-

TA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y UNIVERSIDADES EN ESPAÑA \* MEJORAS EN LOS PROGRAMAS INFORMÁTICOS DE SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PLANTAS Y PROCESOS \* UTILIZACIÓN DE NUEVOS CATALIZADORES PARA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS \* NUEVAS Y MAS MEDIDAS DE APOYO Y ESTÍMULO A LA INVESTIGACIÓN EN LAS EMPRESAS.

#### V.4.2. Materialización 2005-2009.

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
31	La liberalización del mercado energético español (electricidad y gas natural) permitirá equiparar los costes con los del resto de los países miembros de la Unión Europea, haciendo a las empresas españolas del sector más competitivas.	69%	3,71
13	La inversión propia en I+D de las empresas se concentrará en proyectos de investigación aplicada, y al menos un 25% de la Investigación Básica provendrá de centros externos a las propias empresas (Universidades y Centros de Investigación de cualquier parte del mundo).	67%	3,49
7	El mercado energético (electricidad y gas natural) en España, estará plenamente liberalizado, estableciéndose nuevos operadores de gas y electricidad en...	63%	3,76
16	El Control de Calidad en el laboratorio (análisis) se integrará operativamente en los procesos automatizados, realizándose de manera continua.	63%	3,29
14	Las PYMES del sector de materias primas plásticas permanecerán en el mercado en la medida en que sean capaces de estimular la I+D para especializar o diferenciar su producción (plásticos modificados resistentes a UV, poliuretanos, materiales para prótesis), apartándose del mercado de los <i>commodities</i> .	61%	3,28
27	La adaptación de la red ferroviaria española al ancho de vía europeo desplazará al transporte por carretera y permitirá reducir la incidencia de los costes de transporte, lo cual incidirá sustantivamente en la competitividad de las empresas españolas del sector.	60%	3,29

**Tema 31: La liberalización del mercado energético español (electricidad y gas natural) permitirá equiparar los costes con los del resto de los países miembros de la Unión Europea, haciendo a las empresas españolas del sector más competitivas.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	Estímulos económicos de la Administración
3	3	3	3	NP	47

Según la opinión de la mayoría de los expertos consultados, las empresas españolas se encuentran en una posición favorable en relación al conjunto de las capacidades propuestas a su juicio, para operar en el marco de un mercado energético (electricidad y gas natural) plenamente liberalizado. El valor del índice de importancia 3,71 lo

sitúa entre los 5 temas más importantes del cuestionario y la medida más recomendada por los expertos sugiere la oportunidad de aumentar los estímulos económicos y fiscales por parte de la Administración para facilitar la entrada a los nuevos operadores, complementado con otros apoyos de naturaleza regulatoria y normativa (31%).

**Tema 13: La inversión propia en I+D de las empresas se concentrará en proyectos de investigación aplicada, y al menos un 25% de la Investigación Básica provendrá de centros externos a las propias empresas (Universidades y Centros de Investigación de cualquier parte del mundo).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Cooperación Industria-Centros Tecnológicos
2	2	2	2	NP	52

A pesar de que la materialización de este tema se contempla a largo plazo, desde el 2005 al 2009, los expertos manifiestan (la tasa de abstención para estas variables es sólo del 7%) la desfavorable capacidad de las empresas españolas para concentrar y rentabilizar los recursos destinados a I+D en proyectos de investigación aplicada, y desplazar, a la vez, una cantidad im-

portante de esos recursos a la contratación externa de proyectos de investigación básica potencialmente aplicable (proyectos exploratorios). La medida más recomendada para facilitar la materialización de este tema (entre los diez más importantes del cuestionario) se concentra en la cooperación entre la industria y los centros de investigación.

**Tema 7: El mercado energético (electricidad y gas natural) en España, estará plenamente liberalizado, estableciéndose nuevos operadores de gas y electricidad en...**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativa	Otros apoyos de la Administración
NP	NP	NP	NP	NP	44

Aunque no se espera la liberalización del mercado energético (gas natural y electricidad) hasta este horizonte temporal, este tema está considerado muy importante por los expertos (3,76) y está estrechamente vinculado al Tema 31 (ver página 37). Por tratarse de una hipótesis cuya

materialización depende exclusivamente de la Administración, se bloqueó la opción de respuesta a la variable Posición de las empresas españolas en cuanto a sus capacidades. En opinión de algunos de los miembros del Panel Consultivo, las compañías extranjeras que pre-

tendan entrar en el mercado español de la energía eléctrica, lo harán mediante instalaciones de cogeneración para sus clientes y exportando el excedente a la red. Se espera que la Ad-

ministración apoye este tipo de iniciativas mediante la correspondiente política de fomento complementado con estímulos económicos y/o fiscales (34%).

**Tema 16: El Control de Calidad en el laboratorio (análisis) se integrará operativamente en los procesos automatizados, realizándose de manera continua.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Colaboración con empresas exteriores
2	2	3	2	NP	40

Es un tema de naturaleza tecnológica considerado como de importancia media por los expertos. La integración de los análisis destinados al Control de Calidad dentro de los procesos automatizados y su ejecución en continuo no tendrá lugar hasta este periodo. Para ello, las empresas españolas no se encuentran, hoy por hoy, bien posicionadas: su capacidad científica y tecnológica, de innovación y de comercialización

han sido juzgadas como desfavorables por los expertos. En cambio, los expertos juzgan que las plantas de producción sí pudieran estar preparadas para asumir la incorporación de un Control de Calidad en continuo a sus procesos automatizados. En este sentido, la medida más recomendada opta por la colaboración con empresas exteriores, para adaptar su experiencia a las plantas españolas.

**Tema 14: Las PYMES del sector de materias primas plásticas permanecerán en el mercado en la medida en que sean capaces de estimular la I+D para especializar o diferenciar su producción (plásticos modificados resistentes a UV, poliuretanos, materiales para prótesis), apartándose del mercado de los *commodities*.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Cooperación Industria-Centros Tecnológicos
2	2	2	2	NP	43

Se trata de un tema de naturaleza tecnológica, considerado de importancia media por los expertos. Todas las capacidades están calificadas dentro de la zona baja de respuestas, lo cual es indicativo de que, a pesar del largo plazo en el que se materializará el tema, las PYMES españolas no están preparadas para especializar o

diferenciar su producción bajo las condiciones de la demanda, mediante una mayor inversión en I+D. La tasa de abstención en las respuestas a la variable medidas recomendadas es de las más altas del cuestionario (14%) quizá representativa del perfil más frecuente de Experto, que refleja la propia estructura del mercado formado

fundamentalmente por grandes corporaciones. Los expertos recomiendan una mayor cooperación entre la industria y los centros de investiga-

ción, en el sentido de encontrar apoyos estructurales a la I+D de las PYMES españolas.

**Tema 27: La adaptación de la red ferroviaria española al ancho de vía europeo desplazará al transporte por carretera y permitirá reducir la incidencia de los costes de transporte, lo cual incidirá sustantivamente en la competitividad de las empresas españolas del sector.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	
NP	NP	NP	NP	NP	NP

Los expertos han juzgado que la adaptación de la red ferroviaria española al ancho de vía europeo no se producirá antes de este lapso temporal, aunque con una tasa de abstención realmente baja (5%) están de acuerdo en afirmar que la materialización de este tema supondrá un fuerte impacto sobre el desarrollo industrial, al reducir la incidencia de los costes de transporte en el subsector. El valor del índice de importancia para este alcanzó un 3,29, lo cual lo sitúa entre los 12 temas menos importantes del cuestionario. Se bloquearon las opciones de respuesta a las variables Posición de España, en cuanto a sus capacidades, y Medidas Recomendadas, por carecer de sentido.

#### INDICADORES (Materialización 2004-2009).

\* LIBERALIZACIÓN DEL MERCADO ENERGÉTICO (GAS NATURAL Y ELECTRICIDAD) \* SUBCONTRATACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN BÁSICA A UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN \* CONTROL DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS INTEGRADO EN LOS PROCESOS (EN CONTINUO) \* NICHOS DE MERCADO PARA LAS PYMES BASADOS EN LA ESPECIALIZACIÓN \* ADOPCIÓN DEL ANCHO DE VÍA EUROPEO EN LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA.

#### V.4.3. Materialización 2010-2015.

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
19	Los procesos de extracción y purificación con fluidos supercríticos se habrán implantado industrialmente en...	63	2,61
20	El papel de la electroquímica en los procesos industriales en este sector, tendrá relevancia.	60	2,49

## COMENTARIO:

**Tema 19: Los procesos de extracción y purificación con fluidos supercríticos se habrán implantado industrialmente en...**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Cooperación Industria-Centros Tecnológicos
2	2	2	2	NP	46

Se trata de un tema de naturaleza tecnológica. Probablemente, el largo plazo de su materialización ha condicionado la poca importancia que los expertos le han otorgado en el conjunto del cuestionario (es el tema que ha obtenido el segundo menor valor para el índice de importancia). Sin embargo, a pesar de que lo elevado de la tasa de abstención (20%) registrada en la variable Impacto sobre (Desarrollo Industrial, Calidad de vida y Entorno, y Empleo), los expertos han situado a este tema entre los catorce más importantes para el desarrollo industrial. A

juicio de los expertos, las empresas españolas están en una situación desfavorable en cuanto al conjunto de las capacidades propuestas, y la medida más recomendada para facilitar la utilización industrial de fluidos supercríticos en los procesos de extracción y purificación, se concentra en la cooperación entre las industrias y los centros de investigación, apoyado por la colaboración con empresas exteriores (30%) Presumiblemente, la incertidumbre del largo plazo a influido notablemente en las respuestas.

**Tema 20: El papel de la electroquímica en los procesos industriales en este sector, tendrá relevancia.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Cooperación Industria-Centros Investigación
2	2	2	2	NP	52

El largo plazo para la materialización de este tema también parece condicionar el valor alcanzado por la tasa de abstención en las respuestas. Para todas las variables se han obtenido los máximos de abstención del cuestionario. Y, a semejanza de lo que ocurría en el tema 19, a pesar de que el valor del índice de importancia es el mínimo del cuestionario (2.49), la mayoría

de los expertos que han respondido (aproximadamente 7 de cada 10) lo han juzgado como de un fuerte impacto sobre el desarrollo industrial. La electroquímica se vislumbra como una tecnología aplicable en los procesos de fabricación de la Química Básica Orgánica y de las primeras materias plásticas, aunque las empresas españolas, a juicio de los expertos, estén en una

posición desfavorable para investigar, desarrollar, y adaptar sus procesos a esta nueva tecnología. La medida más recomendada apunta, de nuevo, a la cooperación entre la industria y los centros de investigación, complementado con la colaboración con empresas exteriores.

#### INDICADORES (Materialización 2010-2015):

\* UTILIZACIÓN DE FLUIDOS SUPERCRÍTICOS EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES \* UTILIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA ELECTROQUÍMICA.

#### V.4.4. Materialización NUNCA.

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Indice Grado
32	Se equipará la diferencia entre el coste de la energía (electricidad y gas natural) para las instalaciones industriales del sector español y el de las instalaciones en los EEUU (estimado en un 30%)	69	3,49

#### COMENTARIO:

**Tema 32: Se equipará la diferencia entre el coste de la energía (electricidad y gas natural) para las instalaciones industriales del sector español y el de las instalaciones en los EEUU (estimado en un 30%).**

A pesar de que la mayoría de los expertos juzgan que la diferencia entre el coste de la energía para las instalaciones industriales del sector español y el de las instalaciones en los EEUU no se superará nunca, también están de acuerdo (con una tasa de abstención realmente baja) en otorgar a este tema un valor para el índice de importancia comprendido entre los 6 mayores del cuestionario (3,49) e incluirlo entre los catorce temas de más impacto para el desarrollo industrial.

#### V.4.5. Consideraciones generales:

Del análisis efectuado con esta selección de los 14 temas más relevantes para el desarrollo industrial, se desprende que:

- Once de los catorce temas tienen su fecha de materialización comprendida entre 1999 y el año 2009. Hay dos temas, de naturaleza tecnológica cuya fecha de materialización se pospone hasta el horizonte temporal 2005-2009 y finalmente un tema no se materializará NUNCA.

- Más de la mitad de los temas juzgados como de fuerte impacto para el desarrollo industrial por los expertos, son de naturaleza tecnológica (8 de 14 temas). Hay un grupo de tres temas de naturaleza económico-social, y tres temas de naturaleza legislativa. NO se considera a ningún tema de naturaleza ecológico-medioambiental en esta clasificación de hipótesis de fuerte impacto sobre el desarrollo industrial.
- Para la materialización de estos temas es evidente la posición desfavorable en cuanto a la capacidad científico y tecnológica y de innovación de las empresas españolas; 8 de los 9 temas en los que era posible responder a ésta variable, han obtenido clasificaciones en éste sentido situadas en la parte baja. Todos ellos son de naturaleza tecnológica. El único tema para el cual la capacidad científico-tecnológica y de innovación ha resultado ser favorable en relación con las empresas europeas es de naturaleza económico-social (tema 31).

- Para la mayoría de ellos (6 de los 9, puesto que para el resto no procede) la capacidad de comercialización, en relación con las empresas europeas, ha sido juzgada por los expertos como desfavorable; los 6 temas son de naturaleza tecnológica. Para los restantes 3

temas la capacidad de producción española se sitúa en la parte favorable del espectro.

- También, (7 de 9 temas) se ha juzgado que la capacidad de comercialización de las empresas españolas es desfavorable en relación con las europeas.
- Las medidas más recomendadas (en 7 de los 12 temas en los que se puede considerar la

respuesta a esta variable) para la materialización de esta selección de temas se concentran en aquellas que destinadas a mejorar la capacidad científica y tecnológica y la capacidad de innovación de las empresas españolas del sector, esto es, la mayor cooperación entre la industria y los centros de I+D. En algunas ocasiones complementadas con la colaboración con empresas exteriores.

## V.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL ENTORNO.

Para el análisis de los temas seleccionados en función de su mayor impacto (en tanto por ciento de respuestas registradas) sobre calidad de vida y el entorno, procederemos de la misma manera que en los apartados 3 y 4; los agruparemos primero en función de su fecha de materialización y en segundo término atendiendo a su mayor impacto.

Para esta selección sólo consideraremos los 8 temas ostensiblemente más relevantes. Aque-

llos que han merecido esta consideración por parte de más del 45% de los expertos consultados.

Resulta especialmente significativo el hecho de que de estos ocho temas, sólo dos son materializables a corto-medio plazo (1999-2004). El resto figuran situados a largo plazo, en el horizonte temporal 2005-2009.

### V.5.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
33	El incremento de la presión social sobre este sector químico en concreto, motivará la puesta en marcha de más y mejores campañas de información (públicas y privadas) que proporcionen una concienciación racional de la sociedad (sociedad letrada tecnológica y científicamente).	75%	3,37
12	Con el fin de disminuir la incidencia de los elevados costes energéticos en la producción, se extenderá el uso de procesos eficientes energéticamente (cogeneración, ciclos energéticos cerrados...).	44%	3,71

### COMENTARIO:

**Tema 33:** El incremento de la presión social sobre este sector químico en concreto, motivará la puesta en marcha de más y mejores campañas de información (públicas y privadas) que proporcionen una concienciación racional de la sociedad (sociedad letrada tecnológica y científicamente).

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	Otros apoyos de la administración
2	2	2	3	NP	35

Se trata de un tema de naturaleza económico social, de importancia media a juicio de los expertos, aunque es la hipótesis de futuro con una mayor repercusión sobre la calidad de vida y el entorno a juicio de los expertos. Sólo se ha calificado como favorable la capacidad de comercialización de las empresas españolas

para asumir el protagonismo en este tipo de iniciativas destinadas a la concienciación racional de los riesgos y beneficios de la actividad química. La medida más recomendada es la puesta en marcha, por parte de la Administración, de medidas que apoyen estas campañas de información social, o que las estimulen (31%).

**Tema 12: Con el fin de disminuir la incidencia de los elevados costes energéticos en la producción, se extenderá el uso de procesos eficientes energéticamente (cogeneración, ciclos energéticos cerrados...).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Estímulos económicos y fiscales de la Administración
2	3	3	3	NP	45

Es el quinto tema más importante en relación con el índice de importancia (3,71), y además es el segundo con mayor impacto sobre la calidad de vida y el entorno. Para la aplicación generalizada de procesos eficientes energéticamente, las empresas españolas parecen estar preparadas en cuanto a su capacidad de innovación, de producción y de comercialización. Resulta un hecho singular que, a pesar de que la única capacidad juzgada como desfavorable sea la científica y tecnológica, la medida más recomendada para facilitar la materialización de este tema se refiera a la necesidad de estímulos económi-

cos y fiscales de la Administración, complementado con la colaboración con empresas exteriores (35%). Obviamente los expertos están considerando más relevante la repercusión medioambiental de la eficiencia energética, que su incidencia en el desarrollo industrial.

**INDICADORES (Materialización 1999-2004):**

\* CAMPAÑAS SOCIALES DE INFORMACIÓN SOBRE LOS BENEFICIOS DE LA QUÍMICA \*  
REDUCCIÓN DE COSTES ENERGÉTICOS.

## V.5.2. Materialización 2005-2009.

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
37	Las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la combustión, se verán reducidas en un 60% como consecuencia de la aplicación del Programa Voluntario de Eficiencia Energética (VEEP) en la mayoría de las empresas del sector.	75%	3,18
8	La convergencia legislativa española en materia de medioambiente con la Unión Europea, será también una realidad en lo que se refiere al grado de aplicación de la ley.	73%	3,49
36	Se incrementará la inversión en el diseño y mejora de los procesos de producción más eficientes y respetuosos con el medioambiente, hasta acercarse al concepto de planta con "residuo cero".	67%	3,83
34	La acelerada adaptación de algunas de las empresas del sector de la Química Básica Orgánica española (p.e: Cataluña) a la normativa europea en materia de medioambiente, se traducirá en ventajas competitivas en...	61%	3,46
35	Se establecerá una red española de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales (no solamente incineradoras), sin ánimo de lucro, gestionadas o tuteladas por la Administración.	59%	3,50
18	La utilización de procesos biológicos será relevante en la innovación tecnológica de las empresas del sector.	45%	2,95

## COMENTARIO:

**Tema 37: Las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la combustión, se verán reducidas en un 60% como consecuencia de la aplicación del Programa Voluntario de Eficiencia Energética (VEEP) en la mayoría de las empresas del sector.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Ecológica	Estímulos económicos de la Administración
2	2	2	2	NP	47

Se trata de un tema considerado por los expertos dentro de los 6 temas menos importantes del cuestionario (3,18). A pesar de que la fecha de materialización pospone la aplicación generalizada del Programa Voluntario de Eficiencia

Energética a este horizonte temporal, los expertos manifiestan que las empresas españolas se encuentran en una desfavorable posición en relación con todo el conjunto de las capacidades propuestas para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>

en un 60%. La medida más recomendada vuelve a concentrarse sobre los estímulos económicos y fiscales de la Administración para aquellas

empresas que puedan asumir el coste de su implantación.

**Tema 8:** La convergencia legislativa española en materia de medioambiente con la Unión Europea, será también una realidad en lo que se refiere al grado de aplicación de la ley.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativa	Estímulos económicos y fiscales de la Administración
NP	NP	NP	NP	NP	59

Se trata de un tema de naturaleza legislativa para cuya materialización poco, o nada, pueden hacer las empresas; por este motivo se suprimió la opción a la respuesta en la variable posición de España. Obtuvo, además un valor para el índice de importancia que lo sitúa entre los 9 mayores

valores del cuestionario (3,49). La medida más recomendada para facilitar la convergencia en cuanto al grado de aplicación de las normativas y leyes en materia de medioambiente, se refiere a la puesta en marcha de estímulos por parte de la Administración.

**Tema 36:** Se incrementará la inversión en el diseño y mejora de los procesos de producción más eficientes y respetuosos con el medioambiente, hasta acercarse al concepto de planta con “residuo cero”.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Ecológica	Cooperación Industria-Centros Investigación
2	2	2	2	NP	35

Es el tema que ha obtenido el máximo del índice de importancia (3,83), se trata sin duda de un tema considerado como muy importante por los expertos. Es destacable el hecho de que en este tema se han obtenido los mínimos para todas las tasas de abstención de todas las variables. La posición de las empresas españolas para crear, diseñar, y poner en marcha plantas que se

acerquen al concepto de “planta con residuo cero” es desfavorable en todas las capacidades sometidas a juicio. La medida más recomendada se concentra en la cooperación entre la industria y los centros de investigación, complementada por los estímulos económicos y fiscales de la Administración (26%) y la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas (21%).

**Tema 34: La acelerada adaptación de algunas de las empresas del sector de la Química Básica Orgánica española (p.e: Cataluña) a la normativa europea en materia de medioambiente, se traducirá en ventajas competitivas en...**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Ecológica	Estímulos económico-fiscales de la Administración
2	3	3	3	NP	44

Se trata de un tema de naturaleza ecológica, juzgado por los expertos como de importancia media en el conjunto del cuestionario. La capacidad de innovación, de producción y de comercialización para adaptarse a la normativa europea en materia de medioambiente, y obtener a través de ello claras ventajas competitivas

han sido juzgadas como favorables. Sólo la capacidad científico-tecnológica de las empresas es considerada desfavorable. La medida más recomendada para facilitar esta adaptación se refiere a los estímulos económicos y fiscales por parte de la Administración.

**Tema 35: Se establecerá una red española de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales (no solamente incineradoras), sin ánimo de lucro, gestionadas o tuteladas por la Administración.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Ecológica	Estímulos económico-fiscales de la Administración
2	2	2	2	NP	51

El establecimiento de una red de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales, gestionadas o tuteladas por la Administración Pública no tendrá lugar, a juicio de la mayoría de los expertos, hasta este periodo. Las empresas españolas no se encuentran, hoy por hoy, bien posicionadas

para asumir este nuevo planteamiento, aunque el valor del índice de importancia de éste lo sitúe entre los diez valores más altos. La medida más recomendada es la puesta en marcha de medidas económicas y fiscales por parte de la Administración para estimular la articulación de la red.

**Tema 18: La utilización de procesos biológicos será relevante en la innovación tecnológica de las empresas del sector.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Cooperación Industria-Centros Investigación
2	2	2	2	NP	45

La fecha de materialización de este tema, a juicio de los expertos, resulta bimodal, entre el horizonte 2005 al 2009 y el horizonte 2010 2015. A pesar de tratarse de uno de los temas cuya materialización supondrá un fuerte impacto para la calidad de vida y el entorno, seguramente por el alto grado de incertidumbre asociada a la posible utilización de la biotecnología en los procesos industriales, el valor del índice de importancia ha quedado comprendido entre los tres temas de menor valor en el conjunto del cuestionario. En cualquier caso, hoy por hoy, las empresas españolas están situadas en la franja desfavorable para las capacidades propuestas al juicio de los expertos. La medida recomendada para facilitar la aplicación de los nuevos avances en el conocimiento de la biología a la producción de química básica orgánica y primeras materias plásticas se concentran en la colaboración entre la industria y los centros de investigación, complementada con la colaboración con empresas exteriores (27%) y la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas (23%).

#### INDICADORES (Materialización 2005-2009):

**\* REDUCCIÓN DE CO2 EN LA ATMÓSFERA HASTA EN UN 60% \* CONVERGENCIA CON LA UNIÓN EUROPEA EN LA APLICACIÓN DE LA LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL \* PROGRESIVA INSTRUMENTALIZACIÓN DE LAS PLANTAS INDUSTRIALES “RESIDUO CERO” \* ARTICULACIÓN DE LA RED ESPAÑOLA DE PLANTAS DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES \* UTILIZACIÓN INDUSTRIAL DE PROCESOS BIOLÓGICOS.**

#### V.5.3. Consideraciones generales:

Del análisis efectuado con esta selección de estos 8 temas de mayor impacto para la calidad de vida y el entorno, se desprende que:

- Sólo dos de los ocho temas tienen su fecha de materialización comprendida entre 1999 y el año 2004. El resto se materializarán entre el 2005 y el 2009. Hay un tema de naturaleza tecnológica (tema 18) cuya fecha de materialización resulta bimodal, y podría ser pospuesto hasta el año 2015.
- La mitad de los temas juzgados como de fuerte impacto para la calidad de vida y el entorno por los expertos, son de naturaleza ecológica (4 de los 8 temas). Hay un grupo de 2 temas de naturaleza tecnológica, un tema de naturaleza económico-social y un solo tema de naturaleza legislativa.
- Para la materialización de estos temas es evidente la posición desfavorable en cuanto a la capacidad científico y tecnológica de las empresas españolas; Para cada uno de los 7 temas en los que era posible responder a esta variable, se han obtenido clasificaciones situadas en la parte baja.
- Para la mayoría de ellos (5 de los 7, puesto que uno es de naturaleza legislativa y no procede) la capacidad de innovación, en relación con las empresas europeas, ha sido juzgada por los expertos como desfavorable. Para los restantes 2 temas, uno de naturaleza tecnológica (el tema 12, materializable en el 1999-2004) y otro de naturaleza ecológica (el tema 34, materializable en 2005-2009) la capacidad de innovación española resulta en la parte favorable del espectro.
- También, (5 de 7 temas) se ha juzgado que la capacidad de producción de las empresas españolas es desfavorable en relación con las europeas. Los restantes dos temas son los mismos para los cuales se juzgó una favorable posición en cuanto a la capacidad de innovación de las empresas españolas, los temas 12 y 34).
- Finalmente, parece que la capacidad de comercialización es la mejor juzgada, en términos generales, para esta selección de temas de mayor impacto para la calidad de vida y el entorno. Para 3 de los 7 temas la posición de las empresas españolas en relación con esta capacidad, es favorable. Dos de ellos son los mismos ya discutidos en los apartados anteriores (temas 12 y 34), el restante es de naturaleza económico-social, de materialización entre 1999 y el 2004.
- La medida mayoritariamente recomendada para facilitar la materialización de estos temas, (en 6 de 8) se refiere a acciones por parte de la Administración, ya sea en forma de estímulos económicos y fiscales, ya sea en forma de otros apoyos (fomento, regulaciones...).

## V.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

### V.6.1. Materialización 1999-2004.

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Indice Grado Importancia
30	No habrá una disminución del empleo en el sector.	70%	3,27
28	Debido a una mayor exigencia social de bienestar en España, los turnos rotatorios implícitos en la producción en este sector, encarecerán el coste de la Mano de Obra por encima de los sueldos del país.	66%	3,19
26	Habrà una tendencia generalizada en las grandes empresas a subcontratar los servicios (almacén, distribución, mantenimiento, ensacado de granza), concentrando los recursos económicos en el desarrollo y mejora de los procesos químicos.	64%	3,52
29	La organización del trabajo en equipo y el mantenimiento de las instalaciones por parte de los propios operarios de la planta, será una tendencia generalizada.	55%	3,38
5	La Administración promoverá la formalización de programas educativos (al nivel de FP II) que proporcionen al "personal de planta", cualificaciones específicas para trabajar en entornos de producción altamente automatizados (Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC; Sistemas Integrados de Control/Gestión, Total Quality Management, TQM; Just in Time, JIT...)	51%	3,74
3	La Administración articulará mecanismos e incentivos que faciliten el trasbace de investigadores desde los centros de investigación/universidades, a las empresas, con el objetivo de incrementar la capacidad de innovación en las empresas del sector.	49%	3,34
21	El sector global sufrirá una fuerte concentración empresarial, formándose grandes corporaciones (4 o 5 por actividad), capaces de asumir competitivamente la intensificación de capital característica de este sector.	46%	3,67
6	La Administración promoverá la formalización de programas educativos, al nivel técnico superior, que incluyan formación en Gestión (Management, Técnicas de Liderazgo, Gestión del Cambio Tecnológico, TIC, Idiomas...)	44%	3,26

### COMENTARIO:

**Tema 30: No habrá una disminución del empleo en el sector.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	
NP	NP	NP	NP	NP	NP

En los próximos años no se espera una disminución del empleo en este subsector químico. De hecho se trata del tema más relevante para el empleo, aunque el índice de importancia sitúa a

este tema entre los diez de menor valor en el conjunto del cuestionario (3,27). El hecho de no generar respuestas absurdas obligó a bloquear la opción de respuesta para el resto de las variables.

**Tema 28: Debido a una mayor exigencia social de bienestar en España, los turnos rotatorios implícitos en la producción en este sector, encarecerán el coste de la Mano de Obra por encima de los sueldos del país.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	
NP	NP	NP	NP	NP	NP

Se trata de un tema de naturaleza económico-social, para el que, a pesar de tener un gran impacto para el empleo, se ha registrado un índice de importancia cuyo valor lo sitúa entre los diez temas menos importantes en el conjunto del cuestionario. Con una tasa de abstención nula, los expertos coinciden en afirmar que en el pla-

zo de cinco años desde ahora, el coste de la mano de obra aumentará por encima de las medias del país, como consecuencia de la existencia de turnos rotatorios en la producción. Al igual que en el tema anterior, el hecho de no generar respuestas absurdas obligó a bloquear la opción de respuesta para el resto de las variables.

**Tema 26: Habrá una tendencia generalizada en las grandes empresas a subcontratar los servicios (almacén, distribución, mantenimiento, ensacado de granza), concentrando los recursos económicos en el desarrollo y mejora de los procesos químicos.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	Colaboración con empresas exteriores
3	3	3	3	NP	47

Este tema de naturaleza económico-social ha registrado uno de los 7 mayores valores para el índice de importancia (3,52), con una tasa de abstención para esta variable realmente pequeña. A juicio de los expertos, las empresas españolas están bien posicionadas en cuanto a su capacidad científica y tecnológica, de innovación, de producción y de comercialización para desenvolverse en esta nueva estructuración vertical del mercado. Algunos de los miembros del Pa-

nel de Expertos, apuntaron a la necesidad de facilitar la formación de modernos Parques Tecnológicos, dotados de todas las infraestructuras necesarias como vía idónea para que las empresas de estos sub-sectores puedan concentrarse en su corebusiness y resulten competitivas. La medida más recomendada para la materialización de este tema es la colaboración con empresas exteriores, complementada por estímulos económicos y fiscales de la Administración (24%).

**Tema 29: La organización del trabajo en equipo y el mantenimiento de las instalaciones por parte de los propios operarios de la planta, será una tendencia generalizada.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	
NP	NP	NP	NP	NP	NP

Es un tema de importancia media en el conjunto del cuestionario (3,39). La mayoría de los expertos están de acuerdo, con una tasa de abstención nula, en afirmar que en este horizonte temporal los operarios de planta asumirán,

mediante una eficiente organización en equipo, el mantenimiento de las instalaciones. Con el fin de no generar respuestas absurdas se bloquearon las opciones de respuesta para el resto de las variables.

**Tema 5: La Administración promoverá la formalización de programas educativos (al nivel de FP II) que proporcionen al “personal de planta”, cualificaciones específicas para trabajar en entornos de producción altamente automatizados (Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC; Sistemas Integrados de Control/Gestión, Total Quality Management, TQM; Just in Time, JIT...)**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativa	Estímulos económicos de la Administración
NP	NP	NP	NP	NP	40

Este tema de naturaleza legislativa ha obtenido el tercer mayor valor para el índice de importancia del cuestionario, y está estrechamente vinculado con el anterior (tema 29) para cuya materialización será también indispensable que la Administración promueva la formalización de programas educativos (al nivel de FP II) que proporcionen al “personal de planta”, cualificaciones específicas para trabajar en entornos de producción altamente automatizados. Por tratarse de

un tema de naturaleza legislativa se bloquearon las opciones de respuesta a la variable *Posición de España (en relación con las capacidades de sus empresas)*. La medida más recomendada para la puesta en marcha de estos programas y su aplicación efectiva entre el personal de planta, apunta a los estímulos económicos de la Administración, complementado con otros apoyos en la forma de políticas de fomento, regulaciones..., (37%).

**Tema 3:** La Administración articulará mecanismos e incentivos que faciliten el trasbace de investigadores desde los centros de investigación/universidades, a las empresas, con el objetivo de incrementar la capacidad de innovación en las empresas del sector.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativa	Cooperación Industria-Centros Investigación
NP	NP	NP	NP	NP	43

Se trata de un tema de naturaleza legislativa, de importancia media en el conjunto del cuestionario. La mayoría de los expertos consultados están de acuerdo en la necesidad de que este tema de futuro sea materializado durante el próximo quinquenio. La recomendación de los expertos para facilitar el transvase de científicos, desde

las universidades y centros de investigación a las empresas, se concentra en aquellas medidas que estimulen la cooperación entre la industria y los centros de investigación, lo cual permitirá la comunicación previa requerida entre las partes implicadas.

**Tema 21:** El sector global sufrirá una fuerte concentración empresarial, formándose grandes corporaciones (4 o 5 por actividad), capaces de asumir competitivamente la intensificación de capital característica de este sector.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	Colaboración con empresas exteriores
2	2	2	2	NP	56

En el conjunto del cuestionario, este tema ha alcanzado un valor para el índice de importancia que lo sitúa entre los cinco mayores. Aunque la mayoría de los expertos están de acuerdo en que la concentración de estos sub-sectores tendrá lugar en los próximos cinco años, también han manifestado la insuficiente capacidad científica y tecnológica, de innovación, de produc-

ción y de comercialización de las empresas españolas para asumir esta nueva estructura del mercado. La medida más recomendada para facilitar la integración vertical y horizontal de los procesos productivos que permita los márgenes más competitivos en este entorno intensivo en capital es la colaboración con empresas exteriores, y un firme apoyo de la Administración (32%).

**Tema 6:** La Administración promoverá la formalización de programas educativos, al nivel técnico superior, que incluyan formación en Gestión (Management, Técnicas de Liderazgo, Gestión del Cambio Tecnológico, TIC, Idiomas...).

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Legislativa	Otros apoyos de la administración
NP	NP	NP	NP	NP	34

En la misma línea del tema 5 (que hace referencia al personal de planta), y en un entorno de producción altamente automatizado, será necesario que, en este mismo horizonte temporal, la Administración promueva la inclusión de conocimientos sobre gestión empresarial en los programas de formación técnica superior. A juicio de los expertos, la materialización de esta hipótesis resulta menos urgente que aquella que se refería al personal de planta; este tema no solo ha registrado un menor número de respuestas en la variable impacto sobre el empleo (44% frente a 61% en el tema 5), si no que, además, el valor del índice de importancia también es menor (3,26 frente a 3,74 en el tema 5) y está situado en la zona intermedia en el conjunto del cuestionario. Algunos de los miembros del Panel de Expertos apuntaron a que, la progresiva incorporación de procesos automatizados de producción propiciará un replanteamiento de la Gestión de Recursos Humanos en las empresas de estos subsectores químicos; éstos serán más dinámicos y acaparrarán una mayor inversión con el objetivo de complementar la formación de base de los operarios. Las medidas más recomendadas se reparten en una distribución prácticamente bimodal entre las dos opciones que se refieren a acciones por parte de la Administración: en forma de apoyos (re-

gulaciones, normativas, fomento) y en forma de estímulos económicos y fiscales (31%).

#### INDICADORES (Materialización 1999-2004).

\*MANTENIMIENTO DEL EMPLEO EN EL SECTOR \* INCREMENTOS SALARIALES DE LOS OPERARIOS QUE TRABAJAN POR TURNOS, MAS ALTOS QUE LA MEDIA DEL PAIS \* SUBCONTRATACIÓN DE SERVICIOS \* MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FABRILES REALIZADO POR EL PROPIO PERSONAL DE PLANTA \* FOMENTO POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN DE MODERNOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN PARA PROFESIONALES DE PLANTA QUÍMICA AL NIVEL DE FP II \* INCENTIVOS PÚBLICOS QUE ESTIMULEN LA INCORPORACIÓN A LAS EMPRESAS DE INVESTIGADORES PROCEDENTES DE UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN \* FUERTE CONCENTRACIÓN EMPRESARIAL \* INCLUSIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE GESTIÓN EMPRESARIAL EN LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN TÉCNICA SUPERIOR.

#### V.6.2. Materialización 2005-2009.

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Indice Grado Importancia
24	Las plantas de producción locales, de capacidad limitada, dejarán de ser rentables en...	67%	3,30
22	El incremento de los costes energéticos (Proyecto de Directiva sobre Impuestos a los Productos Energéticos), favorecerá la deslocalización industrial en Europa, instalándose las nuevas grandes plantas de producción de Química Orgánica Básica en áreas en las que los costes sean más competitivos (Indonesia, Corea...)	57%	3,40

## COMENTARIO:

**Tema 24: Las plantas de producción locales, de capacidad limitada, dejarán de ser rentables en...**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	
NP	NP	NP	NP	NP	NP

Aunque este tema ha registrado el segundo mayor valor en cuanto a su impacto sobre el empleo, también ha sido juzgado por la mayoría de los expertos como de importancia media en el conjunto de los valores alcanzados por el índice de importancia en el cuestionario (3,30). La ma-

yoría de los expertos consultados han juzgado que las plantas de producción locales, de capacidad limitada sobrevivirán en la nueva estructura de mercado (más globalizada y competitiva) hasta el horizonte 2005-2009.

**Tema 22: El incremento de los costes energéticos (Proyecto de Directiva sobre Impuestos a los Productos Energéticos), favorecerá la deslocalización industrial en Europa, instalándose las nuevas grandes plantas de producción de Química Orgánica Básica en áreas en las que los costes sean más competitivos (Indonesia, Corea...).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA (MODA)				LIMITACIÓN PRINCIPAL (%)	MEDIDA MÁS RECOMENDADAS (%)
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Econ-Social	
NP	NP	NP	NP	NP	NP

A pesar de la sensible repercusión de este tema sobre el empleo, tampoco esta hipótesis de futuro ha alcanzado, en el conjunto del cuestionario, uno de los mayores valores para el índice de importancia (3,4). Aunque se prevé que el incremento de los costes energéticos en este horizonte temporal (propiciado por la *Directiva sobre Impuestos a los Productos Energéticos*) pueda favorecer la deslocalización de las plantas de producción a áreas geográficas con costes más baratos, la opinión del Panel de Expertos apuntaba al papel poco especulativo de este sector; las elevadas inversiones requeridas para la puesta

en funcionamiento de las plantas de producción del sector químico, en general, y de este subsector en particular, favorecen su localización en entornos de gran estabilidad política, económica y social .

**INDICADORES (Materialización 2005-2009)**

\* CIERRE O TRANSFORMACIÓN DE PLANTAS DE PRODUCCIÓN CON CAPACIDAD LIMITADA  
\* POSIBLE INSTALACIÓN DE NUEVAS PLANTAS PRODUCTIVAS EN PAISES CON COSTES MÁS BAJOS.

### V.6.3. Consideraciones generales.

Del análisis efectuado con esta selección de estos 10 temas de mayor impacto para el empleo, se desprende que:

- Sólo dos de los diez temas tienen su fecha de materialización comprendida entre el año 2005 y el 2009. El resto se materializarán en los próximos cinco años.
- La mayoría de los temas juzgados como de fuerte impacto para el empleo por los exper-

tos, es de naturaleza económico-social (7 de los 10 temas). Los restantes tres temas son todos de naturaleza legislativa.

- Por la propia naturaleza y limitaciones de los temas que integran esta selección, y con el fin de no generar absurdos, se bloquearon en la mayoría de ellos las opciones de respuesta para las variables *Posición de España* en cuanto a las Capacidades de sus empresas y *Meidas Recomendadas*.

### V.7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE.

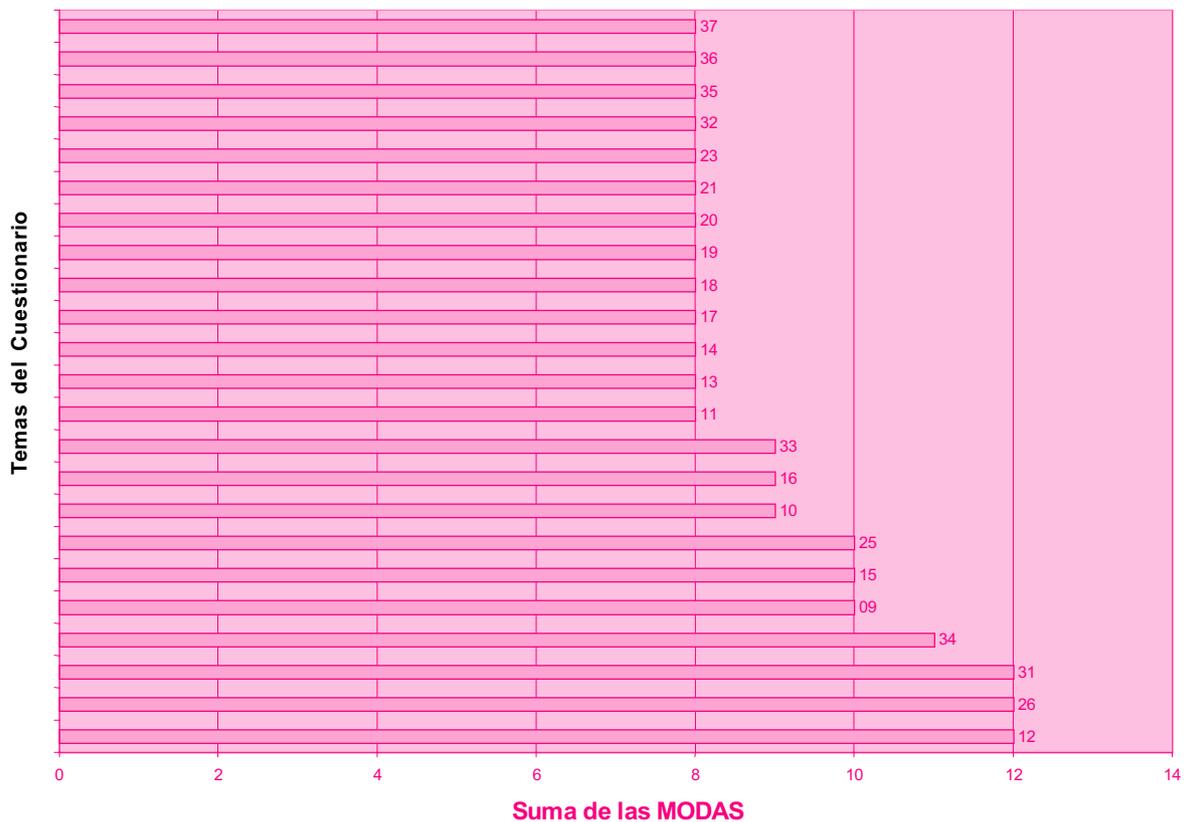


Figura 7.1. Temas ordenados atendiendo al valor del Índice de Posición, Ip.

Recordemos que para cada uno de los temas, los expertos debían otorgar una valoración entre 1 y 4 en cada una de las capacidades sometidas a su opinión (capacidad científica y tecnológica, capacidad de innovación, capacidad de producción y capacidad de comercialización). Entre los cuatro valores discretos ofrecidos como formato de respuesta, las puntuaciones 1 y 2 corresponderían a una capacidad menos favorable, las puntuaciones 3 y 4 corresponderían a un capacidad favorable de las empresas españolas en relación a las europeas.

De esta manera, a cada tema le corresponden cuatro modas (aquellas puntuaciones registradas con la mayor frecuencia entre los expertos

consultados), una para cada capacidad juzgada.

Pues bien, para la selección de los temas del cuestionario en los que la posición de las empresas españolas es más favorable, se ha optado por recurrir al Índice de Posición (Ip) resultante de la suma de las cuatro modas obtenidas para las cuatro capacidades propuestas al juicio de los expertos. De esta manera respetamos los valores discretos que aparecen en el formato de respuesta del cuestionario.

Así, se obtienen unos valores, para el Ip, que pueden variar en el intervalo [4, 16], que correspondería al mínimo posible (cuatro valores de 1

en las cuatro modas) y al máximo posible (cuatro valores de 4 en las cuatro modas).

Para la interpretación de los resultados se han establecido los siguientes sub-intervalos de variación para este índice:

$I_p \in [4,6]$ : Posición muy desfavorable.  
 $I_p \in [7,9]$ : Posición desfavorable.  
 $I_p = 10$ : Posición media.  
 $I_p \in [11,13]$ : Posición favorable.  
 $I_p \in [14,16]$ : Posición muy favorable.

A la vista de la ordenación de los temas (excluidos los temas de naturaleza legislativa para los cuales se bloqueo la respuesta, y aquellos cuya

respuesta a esta variable generaba absurdos) según el valor de este índice, mostrado en la **figura 7.1**, se puede apreciar que para dieciséis de los veintitrés en los que era posible responder a esta variable, el índice es menor igual a 9, lo cual indica una posición claramente desfavorable. Además hay un grupo de tres temas con un valor del índice igual a 10, para los que la posición de las empresas españolas es comparable a la de las europeas. Finalmente, un grupo de cuatro temas ha obtenido un valor del índice entre 11 y 12 para los cuales la posición de las empresas españolas podría ser entendida como favorable. No hay temas en el cuestionario para los cuales el valor del índice sea mayor que 12.

Nosotros vamos a resaltar los temas que han obtenido un valor del índice de 11 y 12.

Nº Tema	Tema	Índice de posición	Naturaleza/limitación	Fecha de materialización
12	Con el fin de disminuir la incidencia de los elevados costes energéticos en la producción, se extenderá el uso de procesos eficientes energéticamente (cogeneración, ciclos energéticos cerrados...).	12	Tecnológicas	1999-2004
26	Habrà una tendencia generalizada en las grandes empresas a subcontratar los servicios (almacén, distribución, mantenimiento, ensacado de granza), concentrando los recursos económicos en el desarrollo y mejora de los procesos químicos.	12	Econ-Social	1999-2004
31	La liberalización del mercado energético español (electricidad y gas natural) permitirá equiparar los costes con los del resto de los países miembros de la Unión Europea, haciendo a las empresas españolas del sector más competitivas.	12	Econ-Social	2005-2009
34	La acelerada adaptación de algunas de las empresas del sector de la Química Básica Orgánica española (p.e: Cataluña) a la normativa europea en materia de medioambiente, se traducirá en ventajas competitivas en...	11	Ecológica	2005-2009

Todos estos temas ya han sido discutidos en los apartados anteriores:

El Tema 31 está incluido en la selección de los 14 temas más relevantes para el Desarrollo Industrial (ver **Apartado 4 de la Parte Tercera**).

Los temas 12 y 34 están incluidos en la selección de los 8 temas más relevantes para la Calidad de Vida y el Entorno (Ver **Apartado 5 de la Parte Tercera**).

El Tema 26 está incluido en la selección de los 10 temas más importantes para el Empleo (Ver **Apartado 6 de la Parte Tercera**).

## V.8. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DELPHI.

Las conclusiones se presentan según un ordenamiento por ámbitos de actuación y por fecha de materialización. Es importante señalar que la presentación de los temas por ámbitos de actuación no se corresponde sistemáticamente con la presentación por impacto expuesta en los apartados anteriores, ya que muchos de ellos pueden **abarcar distintos ámbitos**.

Los temas discutidos en este informe son un total de 33. La primera conclusión general que debería tomarse en consideración, es que **DE LOS 37 TEMAS INCLUIDOS EN EL CUESTIONARIO, COMO MÍNIMO 33 SE CONSIDERAN RELEVANTES PARA EL SECTOR**. Recordemos que el valor para el índice de importancia para 35 de los 37 temas incluidos en el cuestionario es mayor que 2,95 (sobre un valor máximo de 4) y los restantes dos temas obtuvieron valores igualmente relevantes de 2,61 y 2,49.

Se ha incluido un apartado específico que recoge el conjunto de temas de futuro que deberán ser promovidos y estimulados por la Administración. En definitiva, el promotor principal de este estudio de Prospectiva Tecnológica es el Ministerio de Industria y Energía.

### A. TEMAS EN LOS QUE LOS EXPERTOS CONSULTADOS RECLAMAN UNA ACTUACIÓN DECIDIDA POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA.

#### Periodo 1999-2004.

La Administración articulará una política de apoyo y estímulo a la investigación, que complemente a la promulgada a finales de 1999, con carácter estable y a largo plazo, similar a la existente en otros Estados miembros de la Unión Europea (tema 2). Al mismo tiempo articulará mecanismos e incentivos que faciliten el transvase de investigadores procedentes de centros de investigación y universidades a las empresas (tema 3).

Promoverá, además, la formalización de programas educativos (al nivel de FP II) que proporcionen al Personal de Planta cualificaciones específicas para trabajar en entornos de producción altamente automatizados (Tecnologías de la In-

formación y de la Comunicación): TIC, Sistemas Integrados de Gestión/Control, *Total Quality Management*: TQM, etc.. (tema 5). Promoverá la incorporación de las técnicas de Gestión en los programas de formación técnica superior (*Management*, Técnicas de Liderazgo, Gestión del Cambio Tecnológico, etc..) (tema 6).

Las Administraciones Públicas españolas articularán una serie de medidas que estimulen la inversión en España de las grandes corporaciones de Química Básica Orgánica, de una manera similar a como ya lo hacen otros Estados miembros de la Unión Europea. (tema 1).

Se pondrán en marcha campañas de información (promovidas tanto por la Administración Pública como por las propias empresas) para mejorar la percepción social de la actividad química (tema 33).

La Administración liderará el proceso de elaboración de Mapas y Catálogos Tecnológicos que recojan la oferta científica española de los centros de investigación y universidades (tema 4).

#### Periodo 2005-2009.

El mercado energético (electricidad y gas natural) en España, estará plenamente liberalizado (tema 7) habiéndose incorporado nuevos operadores. Se establecerá una red española de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales (no solamente incineradoras), sin ánimo de lucro, gestionadas o tuteladas por la Administración (tema 35).

La exigencia, en España, en cuanto a la aplicación de las normativas medioambientales, comparativamente con el resto de los estados miembros de la U.E. será una realidad en este periodo (tema 8).

Se apunta, asimismo, a la necesidad en este periodo de adaptar la red ferroviaria española al ancho de vía europeo, desplazando así el transporte por carretera y disminuyendo los costes e incidencias debidos a este concepto (tema 27).

### No existen temas más allá de este horizonte temporal.

## **B. TEMAS QUE INCIDIRÁN SOBRE EL FUTURO DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SUBSECTOR: INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.**

### **Periodo 1999-2004.**

Se pondrá un énfasis especial en promover mejoras en los procesos que representen un ahorro energético (tema 12), introduciendo con este objetivo nuevos catalizadores, que además conduzcan a la optimización de los rendimientos de las reacciones (tema 17).

Se mejorarán los modelos informatizados de simulación y optimización de plantas de producción y de procesos (tema 11).

Se eliminarán las diferencias de calidad de las materias primas entre los diferentes proveedores (tema 15).

### **Periodo 2005-2009.**

La mayor parte de la investigación básica realizada para las empresas se contratará a centros de investigación y universidades de cualquier parte del mundo, concentrándose los recursos de I+D de las empresas en proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico (tema 13).

El Control de Calidad de los procesos se realizará en continuo (tema 16) y se incorporarán procesos biológicos a los procesos productivos del subsector (tema 18).

### **Periodo 2010-2015.**

Empleo de fluidos supercríticos en los procesos de extracción y purificación al nivel industrial (tema 19), así como de síntesis electroquímicas (tema 29).

## **C. TEMAS QUE INCIDIRÁN SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL MEDIOAMBIENTE.**

### **Periodo 1999-2010.**

No Existen

### **Periodo 2005-2010.**

Las plantas de producción tenderán al concepto *planta con residuo cero* totalmente respetuosas con el medioambiente (tema 36). La adopción de las medidas oportunas para adaptarse a las directivas europeas en materia de protección medioambiental, representará una ventaja competitiva que se traducirá en beneficios (tema 34). Las emisiones de dióxido de carbono se reducirán progresivamente hasta alcanzar valores próximos al 40% de los actuales (tema 37).

**No existen temas más allá de este periodo.**

## **D. TEMAS QUE INCIDIRÁN SOBRE LA ECONOMÍA Y EL EMPLEO.**

### **Periodo 1999-2004.**

El sector sufrirá una fuerte concentración empresarial, formándose grandes corporaciones (4 o 5 por actividad) (tema 21).

Habrà una tendencia generalizada, entre las empresas del sector, a subcontratar los servicios, concentrando los recursos en el desarrollo y mejora de los procesos químicos (tema 26).

El mantenimiento de las instalaciones se realizará, de forma generalizada, por los propios operarios de planta (tema 29) La mano de obra que trabaje en turnos rotatorios verá su salario incrementado por encima de la media del país (tema 28).

No habrá disminución del empleo en este periodo (tema 30).

### **Periodo 2005-2009.**

La liberalización del mercado energético en España (electricidad y gas natural) supondrá una disminución de los costes por este concepto en las empresas del subsector hasta equipararse con los de las empresas de otros países de la UE (tema 31).

El incremento de los costes en términos generales, sin embargo, favorecerá la deslocalización industrial en Europa, instalándose las nuevas grandes plantas de producción de Química Básica Orgánica en áreas en las que los costes sean más competitivos (Indonesia, China, Corea..) (tema 22).

Por otro lado, las plantas de producción locales, de capacidad limitada, dejarán de ser rentables (tema 24) a menos que sean capaces de especializarse y diferenciar su producción a través de una mayor inversión en I+D (tema 14).

### **NUNCA.**

Los costes energéticos en la Unión Europea, nunca se equiparán con los costes por el mismo concepto en los EEUU de América (tema 32).

## V.9. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DEPHI: ELABORACIÓN DE ESCENARIOS.

Gracias a los resultados obtenidos con la aplicación del cuestionario Delphi, tenemos a nuestra disposición una selección de hipótesis de futuro especializadas sobre las tendencias tecnológicas que a juicio de la mayoría de los expertos consultados, tienen una mayor probabilidad de materializarse a medio-largo plazo. El paso siguiente consiste en elaborar e interpretar de forma más completa esta información, de forma que resulte más útil para el propio subsector y para la Administración.

Con este objetivo fue organizada una reunión de trabajo en el IQS, el 6 de abril del año 2000, convocando a un número reducido de expertos, aquellos que se habían mostrado más participativos durante la ejecución del estudio Delphi.

### V.9.1. Aspectos metodológicos de la experiencia.

Los **escenarios** son herramientas esenciales en los programas de prospectiva, porque resultan

muy apropiados para su utilización en la toma de decisiones de carácter estratégico; se trata de secuencias hipotéticas de acontecimientos contruidos con el propósito de concentrar la atención sobre los procesos causales. En esencia son el **primer borrador o hilo conductor del guión de una película con posibilidades creíbles de convertirse en realidad en un futuro a medio plazo**. Los buenos escenarios están basados en una serie de caracteres concretos, como las películas lo están en los personajes, y además, poseen tramas que se intersectan, como las buenas películas tienen argumentos que se cruzan.

Como paso previo, se procedió a la SELECCIÓN DE LAS INCERTIDUMBRES CRÍTICAS, es decir, de aquellas hipótesis de futuro (temas del cuestionario) cuyos *índices combinados* (Ic) obtengan los valores más significativos. Los *índices combinados* se calculan atendiendo a las siguientes fórmulas:

#### • Temas IMPORTANTES para el Desarrollo Industrial.

$$Ic_{D.I} = \frac{\text{Indice de Importancia}}{\text{Indice de Importancia}} \times \% \text{Respuestas en Impacto sobre Desarrollo Industrial}$$

#### • Temas IMPORTANTES para la Calidad de Vida y el Entorno.

$$Ic_{CVyE} = \frac{\text{Indice de Importancia}}{\text{Indice de Importancia}} \times \% \text{Respuestas en Impacto sobre Calidad de Vida y Entorno}$$

#### • Temas IMPORTANTES para el Empleo.

$$Ic_E = \frac{\text{Indice de Importancia}}{\text{Indice de Importancia}} \times \% \text{Respuestas en Impacto sobre Empleo}$$

Además son considerados los temas cuya fecha de materialización permite reducir la incertidumbre al máximo (periodos 1999-2004 y 2005-2009).

La descripción del resto de las variables que afectan a estas hipótesis de futuro seleccionadas (*Limitaciones, Posición de España* desde el punto de vista de su capacidad de innovación, de su capacidad científica y tecnológica, de su capacidad de comercialización y de su capacidad de producción y *Medidas Recomendadas*), son proporcionadas a los expertos en las oportunas tablas.

Con esta selección de temas los expertos se introducen en una dinámica de trabajo que, en términos generales transcurre de la siguiente manera:

#### A. CONFECCIÓN INDIVIDUAL DE “STORY LINES”

La elaboración de “*STORY LINES*” es el primer paso en la construcción de escenarios, una vez han sido seleccionadas las incertidumbres críticas. Los participantes deben pensar acerca de esta selección de hipótesis de futuro, en términos de lo que podría suceder al respecto en el

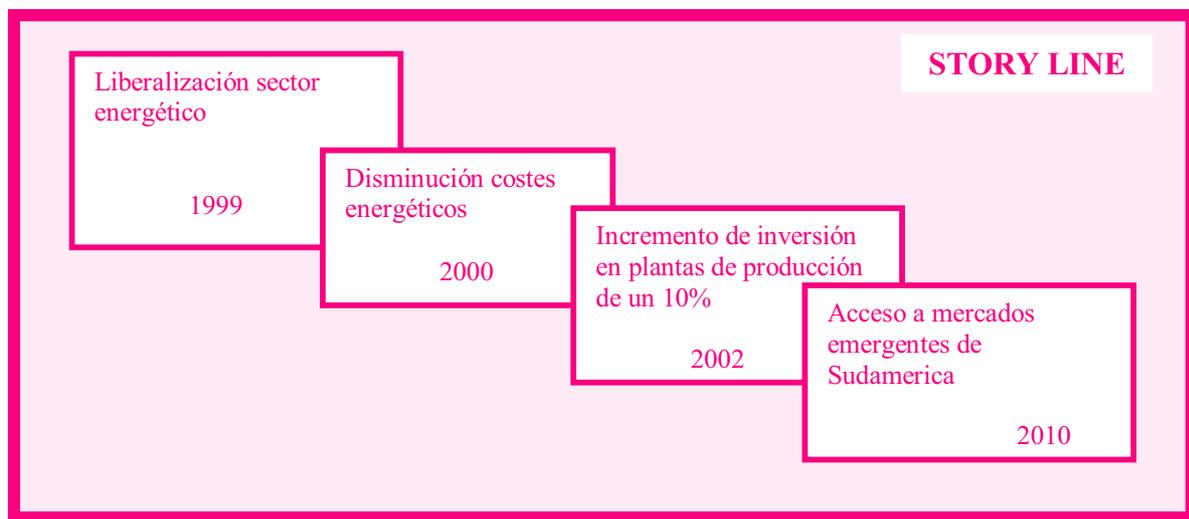
horizonte temporal marcado en el programa, si se dan una serie de circunstancias.

**Una “*story line*” es una serie de “acontecimientos” conectados de forma causal, que describe la conducta del entorno empresarial subyacente (incidentes de importancia para el negocio) en relación con las hipótesis de futuro utilizadas.**

Cada participante debe trabajar individualmente, usando una o dos de las hipótesis de futuro seleccionadas como punto de partida para desarrollar series de acontecimientos causalmente conectados. Los participantes deben generar el mayor número de “*story lines*” posibles, deteniéndose sólo sobre el hecho de que cada una de ellas posea una lógica creíble. En este sentido las “*story lines*” pueden entenderse como *fragmentos de historias*.

#### B. COMPARACIÓN DE “STORY LINES”.

A continuación se trata de entretrejer las “*story lines*”; en grupos de trabajo, los participantes discuten, mezclan y comparan sus “*story lines*”, con el objetivo de construir “*story lines*” con un mayor número de acontecimientos. Algunas “*story lines*” serán modificadas, otras se solaparán, otras se enriquecerán mutuamente.



*De esta manera hemos conseguido que esos pequeños fragmentos de historia que son los*

*“story lines” posean una secuencia de acontecimientos más larga y consensuada.*

### C. PUESTA EN COMÚN DE STORY LINES POR PARTE DE CADA GRUPO.

Finalmente los portavoces de cada grupo exponen ante todos sus “*story lines*” con transparencias y son observadas por todos los participantes.

Tras la exposición de los portavoces, se establece una breve sesión de reflexión conjunta para detectar solapes, convergencias y divergencias entre ellas. Las “*story lines*” podrán quedar mezcladas, insertadas como ramas, o podadas.

### D. ELABORACIÓN DE ESCENARIOS.

Las “*story lines*” finales son mostradas y comentadas por todos. **En la discusión debe permanecer el foco sobre las incertidumbres críticas incluidas en las “*story lines*”.**

Se trata de elaborar entre todos las tramas (o *escenarios*) que tienen como base las secuencias finales de acontecimientos consensuadas en el paso B.

Deberán identificarse, para cada escenario, las oportunidades y amenazas que podrían afectar a las organizaciones y compañías, para mejorar la posición competitiva en esos posibles futuros. Una **oportunidad** es una situación externa que podría ser explotada en propio beneficio. Una **amenaza** es una situación externa que podría afectar negativamente al progreso de la Organización a no ser que se tomen medidas oportunamente.

Deben detectarse, además, los **indicadores tecnológicos**, o aspectos que puedan ser controlados (monitorizados) y cuyo control nos dará noticia de los “cambios en las tendencias” que

pueden conducirnos a los escenarios elaborados.

Estas que se indican a continuación son las condiciones para la elaboración de un buen *escenario*:

- El resultado debe recogerse en no más de 200 palabras (deben ser muy breves): remarcándose las discontinuidades que vayan surgiendo.
- El resultado del uso de las incertidumbres críticas en cada *escenario* no debe contradecirse entre ellos.
- Deben superar el test de bondad del *escenario*:
  - Deben ser creíbles.
  - Deben ser reconocibles desde señales en el presente (aunque sean débiles señales).
  - Deben ser consecuentes.
  - Deben ser desafiantes.
  - Deben ser internamente consistentes.
- Selección del título: Debe ser detectado el gran tema que subyace bajo cada *escenario* (el titular de prensa, o título evocativo que captura la propia esencia del escenario y que permite además distinguirlo fácilmente de los otros).

En la página siguiente se ha reproducido el resultado de la Jornada con el mismo formato con el que se ha difundido entre los expertos que han participado en todo el estudio de prospectiva tecnológica en el subsector de la Química Básica Orgánica y las Primeras Materias Plásticas.

## V.9.2. Escenarios de futuro

Los escenarios de futuro más probables, recogen coherentemente las aportaciones de cada uno de los grupos de trabajo constituidos, respetando las relaciones causa-efecto establecidas por los expertos.

El pronóstico, finalmente elaborado, se proyecta a partir de una premisa de naturaleza socio-económica que está condicionando toda la producción industrial: la **Globalización**. Su trama se desarrolla sobre dos argumentos explicitados:

- El primero, básicamente vinculado a la evolución de los subsectores estudiados bajo los nuevos condicionantes **medioambientales**.
- El segundo, en el que se analizan los efectos más probables de la globalización sobre este **mercado**, en términos de su estructura, de los costes y de los recursos humanos implicados.

La proyección futura de la I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación), fuertemente implicada en el primero, actúa de hecho como elemento de intersección entre ambos hilos argumentales.

Para estos subsectores tal como se muestra a continuación, resulta especialmente determinante el papel de las Administraciones Públicas.

Entendemos que el resultado de la jornada satisface plenamente el test de bondad del escenario. Se trata de un escenario futuro creíble, reconocible desde señales en el presente, consecuente, desafiante e internamente consistente.

El futuro de la Química Básica Orgánica y de las Primeras Materias Plásticas es consecuencia, en primer término, de todo el conjunto de condiciones bajo las cuales una parte progresivamente creciente del valor y de la riqueza, se produce y se distribuye sobre una base mundial a través de una sistema de redes comerciales, tecnológicas y de producción interconectadas. En este nuevo marco de **GLOBALIZACIÓN** socio-económica se despliegan hasta el año 2015 dos escenarios probables para el futuro de estos subsectores.

### **ESCENARIO A:** **LA QUÍMICA ES DESARROLLO SOSTENIBLE.**

A medida que las exigencias de bienestar social en Europa se van incrementando, el aumento de la presión sobre el sector químico va poniendo de manifiesto la necesidad de alcanzar una concienciación racional de los beneficios y riesgos implícitos en esta actividad económica, indispensable para el desarrollo y el progreso. En este sentido, tanto la iniciativa pública como la privada deben progresar aun más en la puesta en marcha de más y mejores campañas de información social a todos los niveles educativos (1999-2004); las Asociaciones Profesionales deberán seguir implicándose activamente en este cometido (1999-2004).

En el contexto de esta creciente concienciación social sobre el respeto al medioambiente, es previsible que la convergencia legislativa con la Unión Europea en esta materia culmine con la unificación de criterios en lo que se refiere, también, al grado de exigencia en la aplicación de la ley (2005-2009). Así, será necesario que la **Administración** promueva, gestione y/o tutele, el establecimiento de una Red Española de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales (2005-2009) y facilite el marco legal en el que las empresas puedan internalizar los costes derivados de la contaminación que generan, sin menoscabo de su competitividad (estímulos fiscales, establecimiento de mercados especiales de permisos de emisión, y otras medida alejadas de la tradicional política de subsidios...) (2005-2009).

En cuanto a la **Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológicas** (esencialmente vinculadas a una producción respetuosa con el medioambiente) se espera que la Administración coordine y complete las actuales medidas de apoyo y estímulo a la investigación, hasta articular una Política estable y a largo plazo, similar a la existente en otros Estados Miembros de la Unión Europea (1999-2004). En este marco, la Administración podrá liderar el proceso de formalización de la RED TECNOLÓGICA ESPAÑOLA y la creación de MAPAS y CATÁLOGOS TECNOLÓGICOS, que recojan la oferta científica española que los centros de investigación y

universidades ponen al servicio de las empresas (1999-2004). Así, la inversión propia en I+D+I de las empresas podrá concentrarse en proyectos de investigación aplicada, desplazándose la investigación básica a centros externos (Universidades y Centros de Investigación) (1999-2009), lo cual, por otro lado, repercutirá en la estructura del mercado como veremos en el escenario siguiente.

El objeto de este incremento de la inversión en la I+D+I en las empresas se traducirá, presumiblemente, en innovaciones de **producto** y de **proceso**:

- Las **innovaciones de producto** podrán proporcionar al mercado nuevas primeras materias plásticas (1999-2009).
- Las **innovaciones de proceso** se concentrarán en el diseño y mejora de los mismos, con el principal objetivo de hacerlos limpios (1999-2009).

En este sentido, se mejorarán los modelos informáticos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos (1999-2009). También se introducirán nuevos catalizadores (Química Fina) y se mejoraran los existentes (1999-2009);

- En cuanto a su **selectividad** (1999-2009), a fin de reducir los productos residuales contaminantes (que serán eliminados a través de la Red Española de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales, 2005-2009).
- Y en cuanto a su **actividad** (1999-2009), para optimizar los rendimientos de las reacciones químicas y, en consecuencia, reducir el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta en un 60%, en coherencia con la aplicación del Programa Voluntario de Eficiencia Energética (VEEP) en la mayoría de las empresas (2005-2009).

En definitiva, si este pronóstico no se ve obstaculizado, los resultados a largo plazo (2005-2009) redundarán en una sustancial mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

### **ESCENARIO B:** **LOS RETOS DE LA GLOBALIZACIÓN PARA LA QUÍMICA BÁSICA ORGÁNICA Y LAS PRIMERAS MATERIAS PLÁSTICAS.**

Los efectos de la Globalización se dejarán sentir en el mercado de la Química Básica Orgánica y las Primeras Materias Plásticas, afectando a la evolución de su **ESTRUCTURA** y de sus tradicionales factores de producción: Capital Físico que analizaremos a través de los **COSTES**, y Capital Humano en la forma de **RECURSOS HUMANOS**.

#### **ESTRUCTURA:**

En un entorno globalizado con una economía de mercado, las empresas que pretendan garantizar su supervivencia deberán ser eficientes, no solo en la dimensión de la eficiencia que garantiza la maximización del excedente social (eficiencia asignativa), deberán también operar bajo los criterios de la eficiencia tecnológica (reduciendo al mínimo los costes medios totales, aumentando o disminuyendo su dimensión) y bajo los criterios de la eficiencia dinámica (utilizando en cada momento la mejor, o más barata, tecnología disponible para la producción de un bien). Bajo estas condiciones ineludibles la estructura del sector evolucionará:

- Con una fuerte **concentración** empresarial mediante fusiones y absorciones, formándose grandes corporaciones capaces de asumir competitivamente la intensificación de capital característica de este sector (1999-2004). Las empresas con capacidad limitada dejarán de ser rentables (1999-2009). En este sentido, será imprescindible que las Administraciones Públicas Españolas articulen una Política de Estado que estimule la inversión de grandes corporaciones de Química Básica Orgánica en España, tal y como ya tienen otros Estados Miembros de la Unión Europea (1999-2009). De no ser así, se producirá la deslocalización industrial, y las grandes empresas invertirán, si las circunstancias socio-políticas lo permiten, en otros emplazamientos en los que los costes resulten más competitivos (1999-2009).
- Con la **especialización** de la producción: la aparición de nichos de mercado será aprovechada por las PYMES (primeras materias plás-

ticas) en la medida en que éstas sean capaces de estimular la I+D+I para diferenciar su producción, apartándose del mercado de los *commodities* (1999-2009).

## COSTES.

El análisis de los efectos de la Globalización sobre los costes, será analizado a través de la evolución de los costes **Energéticos**, de las **Infraestructuras**, de las **Materias Primas** y de la **Mano de Obra**.

### Energía:

Si los costes energéticos se mantienen más altos en España, o si aun se encarecen más (Proyecto de Directiva sobre Impuestos a los Productos energéticos), se verá indudablemente favorecida la *deslocalización* industrial, a la que hacíamos referencia en el apartado de ESTRUCTURA (1999-2009). Los elevados costes energéticos favorecerán, además, un mayor *esfuerzo inversor* en el diseño y/o mejora de procesos de producción más eficientes (1999-2009) y consecuentemente, se reducirán las emisiones de CO<sub>2</sub> (2005-2009) como ya apuntamos en el escenario anterior. Los costes energéticos elevados darán lugar a un replanteamiento más competitivo de la política de *cogeneración* (1999-2009), y, a largo plazo, conducirán a la plena *liberalización* del mercado energético en España (electricidad y gas natural) (2005-2009), lo cual hará que las empresas españolas resulten tan competitivas como las empresas del resto de la UE.

Todo ello será posible siempre que así sea contemplado en la Política de Estado que deberán articular las Administraciones Públicas españolas para estimular la inversión (1999-2009).

### Infraestructuras:

En el marco de una adecuada Política de Estado, las Administraciones Públicas fomentarán con su inversión una red de infraestructuras eficientes, que faciliten la puesta en marcha de grandes plantas de producción en España (1999-2009). Entre otras cuestiones, la adaptación de la red ferroviaria española al ancho de vía europeo desplazará el transporte por carretera, y permitirá reducir la incidencia de los costes de transporte, lo cual incidirá sustantivamente en la competitividad de las empresas del subsector (2005-2009).

### Materias Primas:

La incidencia de la *Globalización* sobre los costes de la materia prima empleada en la Química Básica Orgánica (petróleo) se escapa del ámbito español. En cuanto a las materias primas empleadas por el subsector de las Primeras Materias Plásticas y que proceden básicamente de la Química Básica Orgánica, se mantendrá la tendencia a la estandarización de las calidades y a la adaptación de la producción a las necesidades de los grandes consumidores, eliminándose las diferencias de calidad entre los diferentes proveedores (1999-2004). Este hecho en concreto favorecerá la progresiva integración operativa y en continuo del Control de Calidad en los procesos automatizados (1999-2009).

### Mano de Obra.

A pesar de la baja incidencia, en términos relativos, del coste de la mano de obra, es importante destacar que debido a una mayor exigencia social de bienestar en España, los turnos rotatorios implícitos en la producción en estos subsectores, seguirán encareciendo su coste por encima de los sueldos del país (1999-2004).

## RECURSOS HUMANOS:

La tendencia a la automatización total de los procesos productivos, provocará la integración de los sistemas de gestión y los sistemas de control, incorporándose el Control de Calidad también en continuo, como ya hemos apuntado cuando hicimos referencia a los costes de las materias primas (1999-2009).

En este nuevo entorno altamente automatizado será imprescindible que la Administración promueva la formalización de Programas educativos (al nivel de FP II) que proporcionen al "personal de planta" las cualificaciones específicas oportunas (Tecnologías de la Información y de la Comunicación, TIC, Sistemas integrados de Control/Gestión, *Total Quality Management*, TQM) (1999-2004). Mejor preparados, los operarios de planta podrán participar activamente en la nueva organización del trabajo, basado en los equipos humanos, y asumir el mantenimiento de las instalaciones (1999-2009). En este sentido, los progresos en las técnicas que faciliten la *Gestión del Conocimiento* (las Organizaciones deben saber lo que saben) permitirá a las empresas

organizar sus recursos más eficazmente (1999-2009). Las grandes empresas concentrarán sus recursos en su propio negocio y subcontratarán todos los servicios (1999-2009), lo cual favorecerá el recurso creciente al comercio electrónico en su nueva concepción de *Business to Business* (1999-2009).

Esta evolución del capital humano en el subsector incidirá mejorando la calidad de la producción, optimizando el factor ocupación y reduciendo los costes de mantenimiento, siempre que así sea estimulada mediante una adecuada Política de Estado.

## LA QUÍMICA ES DESARROLLO SOSTENIBLE

### OPORTUNIDADES

- Mejora de la percepción de los beneficios que representa la actividad para la zona o país donde se ubican las instalaciones (1999-2004).
- Construcción de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales (2005-2009).
- Posibilidad de internalizar los costes derivados de la eliminación de la contaminación (estímulos fiscales, mercados de permisos de emisión) (2005-2009).
- Apoyo de la Administración promoviendo estímulos a la investigación (1999-2004).
- Desplazamiento de la investigación básica a centros externos (Universidades y Centros de Investigación) (1999-2009).
- Concentración de la I+D+I de las empresas a proyectos de investigación aplicada (1999-2009).
- Innovaciones en procesos disminuyendo los residuos (1999-2009).
- Mejora de modelos informáticos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos (1999-2009).
- Nuevos catalizadores y mejora de los existentes (1999-2009).
- Mejora en los procesos haciéndolos más eficaces energéticamente (1999-2009).

### INDICADORES.

- Campaña de información social a todos los niveles sobre los beneficios que representa la actividad para la zona o país donde se ubican las instalaciones (1999-2004).
- Unificación de criterios legislativos medioambientales y de aplicabilidad de la ley con los otros países de la Unión Europea (2005-2009).
- Establecimiento de una red española de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales promovida por la Administración (2005-2009).
- Medidas legales que permitan internalizar los costes derivados de la eliminación de la contaminación (estímulos fiscales, mercados especiales de permisos de emisión) (2005-2009).
- Política amplia de apoyo a la investigación similar a la de los otros países de la Unión Europea (1999-2004).
- Creación de Mapas y Catálogos tecnológicos en los que se recoja la oferta científica española (1999-2004).
- Aparición de nuevas primeras materias plásticas (1999-2009).
- Mejora de modelos informáticos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos (1999-2009).
- Aparición de nuevos catalizadores (1999-2009).
- Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta un 60% (2005-2009).
- Cierre de empresas con capacidad de fabricación limitada (1999-2009).

**LOS RETOS DE LA GLOBALIZACIÓN PARA  
LA QUÍMICA BÁSICA ORGÁNICA Y LAS  
PRIMERAS MATERIAS PLÁSTICAS**

**OPORTUNIDADES**

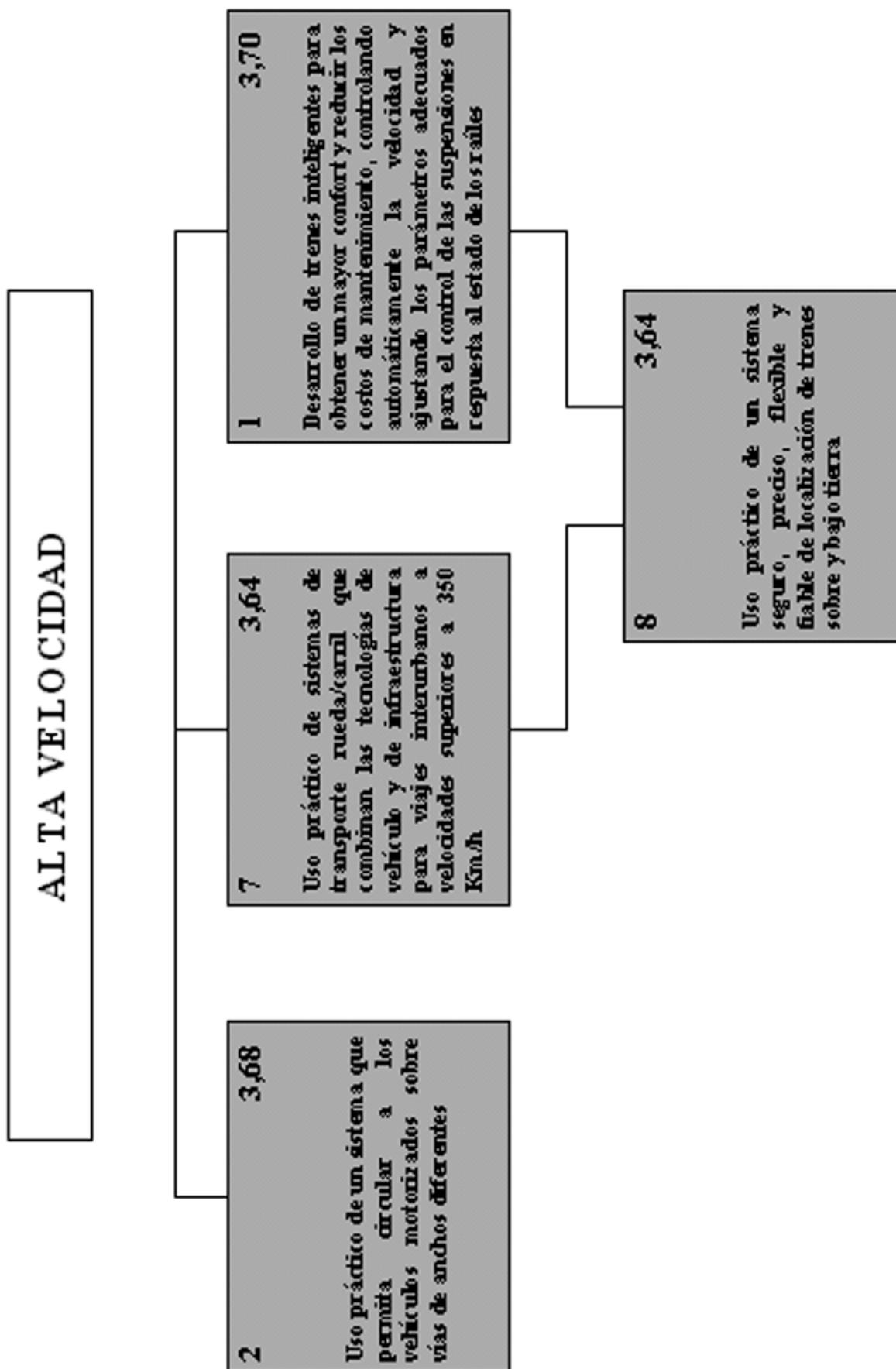
- Desplazamiento del transporte por carretera al ferroviario(ancho de vía europeo), disminuyendo los costes y el riesgo (2005-2009).
- Adaptación de la producción a las necesidades de los grandes consumidores (1999-2009).
- Progresiva integración operativa y control de calidad en continuo en los procesos automatizados (1999-2009).
- Subcontratación a empresas externas de todos los servicios(1999-2009).
- Implantación del comercio electrónico (1999-2009).
- Política de Estado de estímulo a la inversión de grandes corporaciones de Química Básica Orgánica (1999-2009).
- Especialización de la producción por las PYMES apartándose de los commodities (1999-2009).

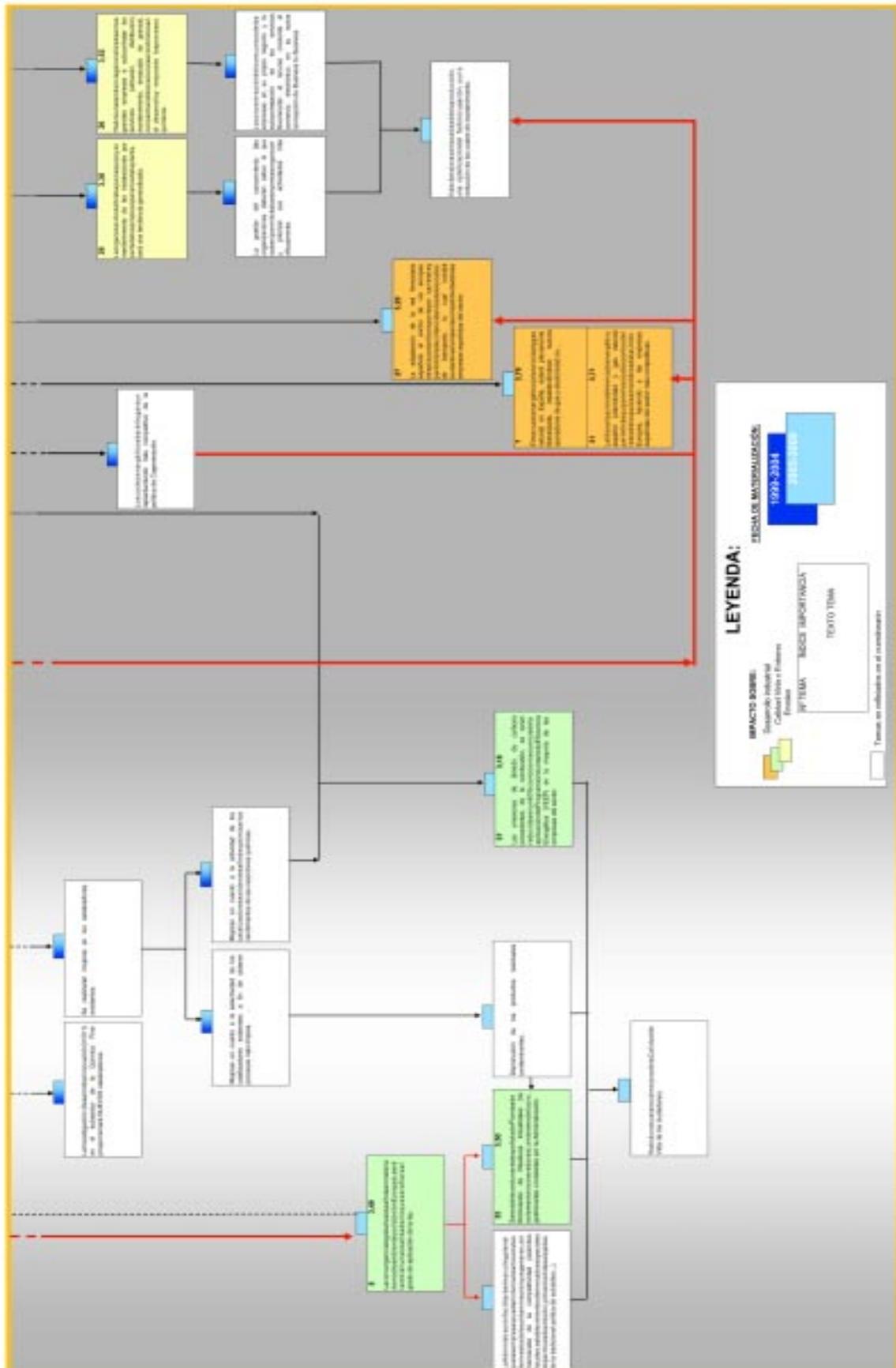
**AMENAZAS**

- Fuerte concentración empresarial mediante fusiones y absorciones (1999-2004).
- Cierre de empresas con capacidad de fabricación limitada (1999-2009).
- Inversión de grandes polígonos industriales en zonas con costes más competitivos del Sudeste Asiático o América Latina (1999-2009).
- Encarecimiento de los costes energéticos en España con respecto a otros países (1999-2009).
- Costes de mano de obra debido a turnos rotatorios por encima de la media de los sueldos del país (1999-2004).
- Falta de personal de planta cualificado a nivel FP II (1999-2004).

**INDICADORES.**

- Políticas Estatales de apoyo de la inversión de grandes corporaciones de Química Básica Orgánica (1999-2009).
- Fuerte concentración empresarial (1999-2004).
- Implantación de nuevas instalaciones en países con costes más competitivos del Sudeste Asiático o América Latina (1999-2009).
- Liberalización del mercado energético en España (electricidad y gas natural) (2005-2009).
- Adaptación de la red ferroviaria española al ancho de vía europeo (2005-2009).
- Eliminación de las diferencias de calidad entre los distintos proveedores (1999-2009).







**SECTOR QUÍMICO:  
*ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE  
AGROQUÍMICA***

## VI.1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el área dedicada a la agricultura en todo el planeta, es la misma que a mediados del siglo XX. Gracias a la agricultura intensiva y sostenible facilitada por la ayuda de fertilizantes y productos agroquímicos, se ha evitado la utilización de millones de kilómetros cuadrados más de suelo para alimentar a la población actual, que se ha duplicado en los últimos 50 años.

Sin duda, si no se dan cambios importantes en la productividad, la agricultura no será capaz de producir alimentos suficientes, por lo que la aplicación de avanzadas técnicas químicas es esencial para aumentar las cosechas y cubrir las crecientes necesidades de la humanidad.

La química moderna ha contribuido a la obtención de esas cosechas protegiendo los cultivos del ataque de hongos, bacterias, ácaros y otros organismos fitopatógenos o parásitos, de otras adversidades y deficiencias, y de la competencia con otras plantas (malas hierbas) utilizando los productos agroquímicos que no son perjudiciales ni para el medio ambiente ni para los seres vivos.

Hasta mediados de siglo, los productos fitosanitarios empleados eran productos químicos inorgánicos (algunos sulfatos y sales de arsénico). Posteriormente fueron utilizados los productos orgánicos (herbicidas hormonales, etc). Desde entonces ha aparecido un importante nú-

mero de familias químicas de uso fitosanitario cada vez más selectivas, más inocuas para el hombre y el medio que los rodea, y aplicables en dosis cada vez más pequeñas, aportando beneficios de índole económica (mayor rentabilidad para los agricultores), ecológica (menor uso de tierras vírgenes) y de salud humana (los productos llegan en mejores condiciones de higiene).

Como ya se ha apuntado, el presente estudio se limita, en el mismo subsector agroquímico, a los productos fitosanitarios, (productos formulados de uso agrícola, como los herbicidas, los plaguicidas o los fungicidas, de uso industrial y doméstico, así como los productos destinados a la desratización, desinsectación y desinfectación agrícola).

Según el "Informe Anual", elaborado por la Federación Empresarial de la Industria Química Española, FEIQUE ("Informe Anual 1998", Federación Empresarial de la Industria Química Española, Hermosilla 31, 28001 Madrid, 1998), durante el periodo 1990-1998, la producción de fitosanitarios ha aumentado en un 28%, el consumo de productos fitosanitarios ha aumentado en un 37% repercutiendo en un importante incremento de las importaciones superior al de las exportaciones.

En 1998, la producción agroquímica creció en 2,6% (en pesetas) respecto a 1997 (tabla III-i),

correspondiendo a los productos fitosanitarios un crecimiento del 6,8%. Las importaciones se incrementaron en un 16% mientras que las exportaciones sólo lo hicieron en un 10,2% en los

fitosanitarios. Las inversiones crecieron un 67% siendo imputable este buen comportamiento al área de fitosanitarios. Desde 1996 el Empleo en el sector de la agroquímica se mantiene estable.

**Tabla 1.1.: El subsector agroquímico en España**

	1997	1998
Producción (millardos de pesetas)	234	241
Importación (millardos de pesetas)	103	120
Exportación (millardos de pesetas)	47	48
Inversión (millardos de pesetas)	6	10
Empleo (miles de empleados)	5	5

Aunque es un subsector en plena transformación, dominan las empresas constituidas en torno a la Ciencia de la Vida donde aumenta el grado de modernización y tecnificación.

El desarrollo de los productos de protección de las cosechas requiere de:

- Una alta reglamentación, un alto compromiso con responsabilidad pública.

- Una fuerte actividad investigadora, cada vez más costosa por los gastos en estudios toxicológicos y repercusión medioambiental.
- Una tecnología de formulación muy específica.
- Una demanda fuertemente variable, influida por el clima.
- Unas fuerzas de venta altamente cualificadas, en contacto próximo con clientes cada vez más tecnificados.

## VI.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS.

### VI.2.1. El Panel de Expertos.

El punto de partida para llevar a cabo la experiencia fue la configuración del Panel de Expertos, imprescindible para la elaboración del cuestionario *Delphi*. Fueron dos las líneas de actuación empleadas para la selección de expertos en diversas organizaciones:

- En primer lugar fue determinante el criterio del IQS, que dada su experiencia acumulada en el sector agroquímico, pudo preseleccionar a los primeros expertos que participaron en el proyecto (**Autonominación**).
- En segundo lugar se recurrió al mecanismo de la **Conominación**, ampliamente validado por la experiencia inglesa. Mediante la conominación, son los mismos expertos los que identifican a otras personas, con credenciales y experiencia reconocida entre la comunidad profesional, objeto del estudio.

De esta manera fueron concertadas consecutivamente las entrevistas, con cada uno de los 5 miembros del Panel de Expertos. Las entrevistas tuvieron lugar, bien en las instalaciones del IQS, bien en las propias organizaciones de las que formaba parte el experto seleccionado. Se estructuraron en tres sesiones diferentes, de forma que fuera posible abordar tres objetivos, en 2 horas en total:

**A) Sesión de presentación del proyecto (20 min):** En esta primera sesión se realizó una exposición audiovisual para familiarizar al ex-

perto con los métodos que usa la prospectiva. Asimismo también fue presentado el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial en cuanto a su estructura organizativa, su alcance temporal y su cobertura global. Finalmente se delimitó el objetivo del estudio en la Agroquímica para centrar la entrevista.

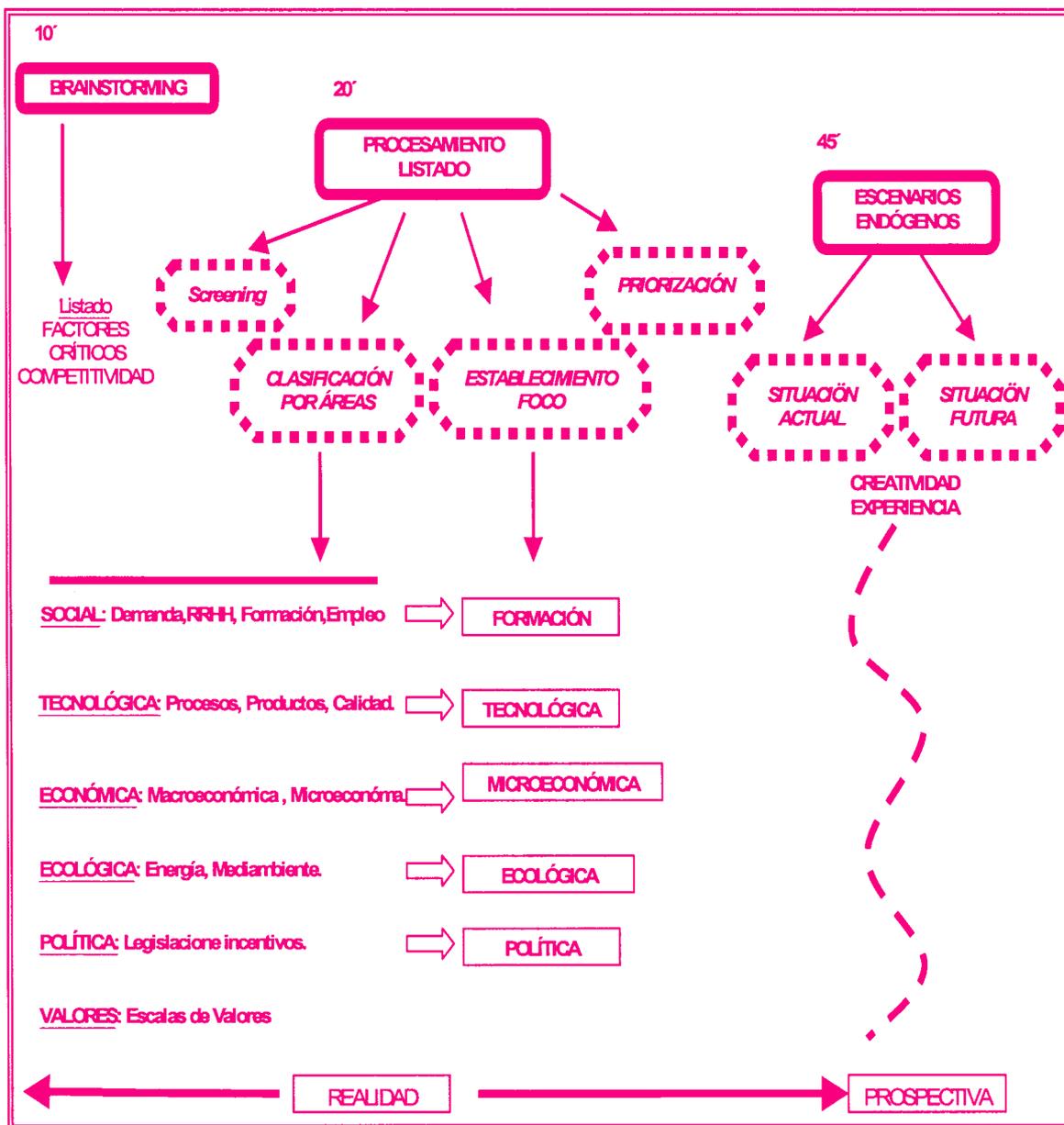
**B) Sesión de prospectiva (90 min):** Se procedió según el esquema de trabajo que se muestra en la **Figura III-1**, y que se desarrolla en profundidad en el **apartado 2.2** de esta parte tercera.

Se trataba de, a partir de la elaboración conducida de *escenarios endógenos* (ver **apartado 2.2.**), identificar los temas que formarían parte del cuestionario Delphi. De este modo, se validó el contenido del cuestionario.

**C) Sesión para la selección de los miembros de los Paneles (10 min):** Finalizada la parte troncal de la entrevista, el experto debía cumplimentar un cuestionario. El objetivo era seleccionar a los integrantes de dos grupos humanos cualificados:

- *Panel de Expertos*, cuya colaboración era imprescindible para la elaboración del cuestionario Delphi, y con los que se efectuaron sesiones idénticas a la expuesta.
- *Expertos Consultados*, cuya colaboración fue requerida para participar en el estudio Delphi a escala nacional, basado precisamente en la cumplimentación del cuestionario.

Figura 2.1: Fases de la Sesión de Prospectiva



**VI.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi.**

La obtención de información para elaborar con fundamento las hipótesis de futuro, o temas, del cuestionario Delphi era el objetivo último de la sesión de prospectiva desarrollada durante las

entrevistas con los integrantes del Panel de Expertos. Con este fin fueron utilizados los **escenarios endógenos**, mediante los cuales resulta relativamente sencillo construir situaciones hipotéticas de acontecimientos futuros, centrandó la atención sobre los procesos causales. Si el

interlocutor es neófito en el área prospectiva se hace necesario incorporar una serie de etapas previas para poder aplicar correctamente esta herramienta. En nuestro caso particular, se adoptaron las fases, que se indican en la **figura 2.1** y que, a continuación se exponen.

**FASE PRIMERA:** Inicialmente, se desarrolló una breve sesión de **brainstorming** donde el experto debía repasar en viva voz los *factores críticos de competitividad*, o aquellos aspectos concretos que causan las crisis cotidianas en su organización y que ocupan su gestión diaria. El listado de problemas, siempre relacionados con la Agroquímica, se recogió en un soporte visible, para facilitar su análisis posterior de forma interactiva con el Experto.

**FASE SEGUNDA:** A continuación se procedió al **procesamiento del listado**.

- Se eliminaron los *factores críticos de competitividad* reiterativos y se englobaron los semejantes en temas más generales (**screening**).
- Una vez definidos, los *factores críticos de competitividad* fueron **clasificados por áreas, según su naturaleza**. Se trataba de establecer las limitaciones o fuerzas conductoras que condicionan estos “factores críticos de competitividad” y que fueron determinados como Sociales, Tecnológicos, Ecológicos, Económicos, Políticos y de Valores.
- Seguidamente, se **estableció el foco**, buscando de entre estas áreas, las que eran relevantes para este estudio. Consecuentemente, se prescindió de *los factores críticos de competitividad* de naturaleza asociada a la Macroeconomía, y a la Sociedad, rescatando de estos últimos sólo aquellos que ha-

cían referencia a la Formación y a ciertos aspectos relacionados con los valores.

- Finalmente se solicitó del experto un esfuerzo por **priorizar** cada uno de los *factores críticos de competitividad* independientemente del área en donde éste estuviera clasificado. Con ello, se cumplió una doble función: por una parte fue extremadamente útil para poder identificar los *factores críticos de competitividad* que resultan más trascendentes para el desarrollo del sector Agroquímico en España. Por otra, si la lista resultaba muy extensa, se podía centrar la atención en aquellos *factores* más importantes.

**FASE TERCERA:** La tercera y última fase de la sesión de prospectiva comenzaba con el análisis de cada uno de los “factores críticos de competitividad” por el orden establecido en las fases previas. Para empezar, el experto desarrolló en profundidad una descripción exhaustiva de la **situación actual** que enmarca el “factor crítico de competitividad”. Se trataba de que el experto describiera el “argumento” y los “actores” de este escenario que arranca en el presente, con todos sus antecedentes y consecuencias para las organizaciones y para la sociedad. Finalmente, en un ejercicio definitivamente de prospectiva, el experto debía conjugar su experiencia y su creatividad para confeccionar una **situación futura** (*escenario endógeno*), en la que *el factor crítico de competitividad* haya sido superado, en un horizonte temporal entre 5 y 15 años, identificando también a los actores e infraestructuras que configuran la trayectoria desde la situación actual hasta la situación futura.

A partir de la información registrada (por escrito y en grabación) a lo largo de las 5 entrevistas así desarrolladas, se elaboraron las hipótesis de futuro más relevantes y universales para la Agroquímica y se formalizaron como temas en el cuestionario Delphi.

### VI.3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

Es destacable el hecho de que la mayoría de los temas incluidos en el cuestionario fueron considerados por los expertos consultados como de importancia ALTA o MEDIA. Es un hecho contrastado que, la representatividad y relevancia de los temas resulta optimizada cuando son los mismos expertos los que intervienen directamente en la elaboración del cuestionario, como en nuestra experiencia a través de la elaboración conducida de *escenarios endógenos*.

En este sentido es importante recordar que la validez de un cuestionario, o el grado en el que éste resulta adecuado para realizar la experiencia, se apoya en dos parámetros fundamentales: la *validación de su contenido*, en cuanto a la representatividad de las preguntas que lo configuran y la *validación de su estructura*, en cuanto al acierto con el que el cuestionario se adapta al objetivo que se pretende. En el diseño de la experiencia llevada a cabo por OPTI se consideró imprescindible optimizar el primer parámetro (el segundo parámetro quedó optimizado eligiendo un formato de cuestionario *Delphi* ampliamente validado por la experiencia internacional). Los resultados obtenidos en relación con la IMPORTANCIA de los temas finalmente incluidos en el cuestionario, demuestran que fue un acierto metodológico.

Recordemos que este índice puede tomar valores en el intervalo [1,4], en el que un valor de 4

equivaldría a unanimidad en cuanto a una importancia ALTA, un valor de 3 sería un consenso para importancia MEDIA, un valor de 2 lo sería para importancia BAJA y finalmente, un valor de 1 sería para una unanimidad como tema IRRELEVANTE. Como puede observarse ninguno de los temas incluidos en el cuestionario han merecido la valoración IRRELEVANTE y todos ellos están situados en la zona ALTA-MEDIA siendo la puntuación mínima alcanzada la de 2,63.

Puesto que el índice no parece suficientemente discriminatorio, se ha optado por agruparlos por su fecha de materialización, ordenándolos posteriormente por el valor del Índice de Importancia. En aras a simplificar y concretar el resultado en unas pocas propuestas, **se comentan en este apartado sólo los 23 primeros temas** que han alcanzado los mayores valores del Índice, con una puntuación comprendida entre 3,69 y 3,39. De los 46 Temas incluidos en el cuestionario, agrupados por fecha de materialización en las tablas que se muestran a continuación, **se resaltarán en negrita aquellos que han dado lugar al comentario posterior.**

En los casos en los que la fecha de materialización es bimodal, se ha optado por asumir que el tema se materializará en el período más cercano. esto favorecerá el planteamiento a tiempo de las medidas que se estimen oportunas.

## VI. 3.1. Materialización 1999-2004

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
26	El mercado de las formulaciones agroquímicas estará dominado (hasta en un 70% del volumen total del mercado) por las grandes empresas que fabriquen los principios activos y los formulen, dentro de su especialidad.	3,56
11	Las empresas del sector agroquímico adaptarán sus plantas de producción para hacerlas más flexibles y versátiles, de forma que sea posible efectuar suministros inmediatos a la demanda (en número y presentación), manteniendo el volumen de facturación.	3,52
24	Fuerte incremento de los costes de I+D destinados a la caracterización de las propiedades de los formulados (ensayos toxicológicos, efectos secundarios, impurezas..)	3,5
4	Se incrementarán las exigencias en los requerimientos necesarios para la obtención de los permisos legales para establecer nuevas plantas de fabricación de formulados, e incluso para la homologación de almacenes distribuidores.	3,49
41	La conversión de los envases en residuo urbano mediante el <i>triple enjuague</i> , ocasionará la articulación de redes logísticas para gestionar correctamente su reciclaje.	3,49
31	El empleo generado por el sector agroquímico (1400 puestos de trabajo) experimentará una disminución del 20%.	3,48
5	Aparición de barreras legislativas para regular/controlar las importaciones de principios activos que no cumplan los estándares de calidad establecidos en Europa para el sector Agroquímico.	3,45
37	Las PYMES españolas establecerán acuerdos de colaboración que hagan posible que sus intereses quede suficientemente representados en el sector.	3,41
32	Las redes de comercialización de las PYMES españolas se profesionalizarán, con la consecuente ampliación sustantiva de su cobertura comercial.	3,4
13	Hasta un 20% de los recursos de I+D se concentrarán en el desarrollo y/o mejora de las formulaciones y presentaciones de los productos (microencapsulados, emulsiones, suspensiones coloidales, gránulos dispersantes..).	3,39
20	Las diferencias tecnológicas y de calidad existentes entre los distintos Estados miembros de la UE desaparecerán en la medida que ya lo han hecho las barreras comerciales dentro del Mercado Unico Europeo.	3,33

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
34	Las pre-jubilaciones en las industrias, supondrán la entrada en el sector agroquímico de jóvenes mejor preparados, con cualificaciones técnicas y de gestión del nivel FPPII, lo cual propiciará un incremento de la competitividad del sector agroquímico en España.	3,1
36	El actual sobredimensionamiento de las plantas de fabricación en las grandes compañías, será corregido mediante la acción combinada de la especialización de la producción y el incremento de volumen de negocio de las compañías maquiladoras (PYMES) para pequeñas producciones.	3,1
25	Se incorporarán dispositivos a los envases para facilitar al agricultor la información sobre las especificaciones, dosificación y modo de empleo de los productos fitosanitarios. (etiquetas multicapa, microchips...)	3
30	En el contexto de políticas monetarias europeas de carácter restrictivo (que encarezcan el precio del dinero) los costes de financiación de stocks serán repartidos proporcionalmente a la capacidad, a lo largo de la cadena de valor, desde el fabricante al aplicador.	2,89
18	Los tradicionales productos genéricos del sector (p.e. El dimetoato), presentarán nuevas oportunidades de negocio bajo la forma de formulaciones asociadas a alta tecnología o a nuevos sistemas de aplicación, <u>patentables</u> .	2,88
10	La fabricación de productos formulados se basará en procesos discontinuos y relativamente poco automatizados.	2,63

## COMENTARIO.

Entre los temas de mayor Índice de Importancia cuya fecha de materialización está comprendida entre el año 1999 y el año 2004 (resaltados en negrita), hay un grupo de temas relacionados con el área económica social que describen la situación del sector de cara a los próximos cinco años; el mercado estará dominado por las empresas que sean propietarias de los principios activos, aunque las *pymes* podrán seguir teniendo un lugar en este nuevo escenario mediante el establecimiento de acuerdos con las grandes corporaciones (aprovechamiento de los nichos de mercado y una oferta basada en el servicio a

los agricultores, distribuida a través de una red comercial profesionalizada). Además, el empleo experimentará una reducción de hasta un 20%.

Le sigue un grupo de temas de naturaleza tecnológica, referidos a la adaptación de las plantas de producción para hacerlas más flexibles y versátiles, al fuerte incremento de los costes de I+D como consecuencia de una caracterización más exigente de los productos y los formulados, siendo precisamente los nuevos formulados el principal objetivo de la investigación.

Los temas legislativos más importantes, siempre a juicio de los expertos, se centran en la mayor exigencia por parte de las entidades administrativas para autorizar la instalación de nuevas plantas fabriles; en la transformación de los envases residuales en residuos urbanos mediante el triple enjuague y el establecimiento de controles más exigentes para las importaciones de principios activos que no cumplan con los estándares de calidad.

#### INDICADORES:

\*MERCADO DOMINADO POR LOS PROPIETARIOS DE PRINCIPIOS ACTIVOS, \*PROFESIONALIZACIÓN DE LAS REDES COMERCIALES DE LAS PYMES, \*REDUCCIÓN DEL EMPLEO, \*APARICIÓN DE NUEVOS FORMULADOS Y PRESENTACIONES DE PRODUCTOS, \*INCREMENTO DE LOS COSTES DE I+D, \*SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE LOS ENVASES Y \*MAYOR EXIGENCIA LEGISLATIVA.

## VI.3.2. Materialización 2005-2009.

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
1	La directiva CEE/414/91, en cuanto a la revisión de productos fitosanitarios, se adaptará a la estructura económica de la agroquímica en Europa, para permitir la supervivencia de las PYMES, imposibilitadas para asumir el coste que supone su implementación.	3,69
45	La concentración de residuos procedentes de productos fitosanitarios sobre los alimentos, permitida por la ley, se verá sustancialmente reducida.	3,67
6	Agilización de los trámites administrativos para el registro de productos fitosanitarios en España y la UE.	3,63
46	La presión medioambiental sobre las empresas del sector será la misma, independientemente de su tamaño y localización en España, y será equiparable a la existente en otros países miembros de la UE.	3,61
43	Desarrollo en España de una red de infraestructuras y organizaciones capaces de asumir <i>competitivamente</i> la gestión/tratamiento de residuos químicos y envases (procedentes de fabricantes y agricultores).	3,58
7	Tras el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2000, la Política Agraria Común recortará sustantivamente (por encima del 50%) las ayudas públicas al sector agrario español. (Consecuentemente la agricultura sufrirá un proceso de tecnificación e intensificación sin precedentes).	3,51
35	Los agricultores jóvenes que vayan incorporándose a la agricultura española supondrán un reciclaje de las cualificaciones mínimas de la mano de obra (al nivel de FP II), con lo que la aplicación de los productos fitosanitarios se realizará de una manera más racional.	3,49
9	Por razones legislativas/ecológicas/ económicas (Normativa 92-UE), los 700-800 principios activos existentes en el mercado europeo, quedarán reducidos a la mitad.	3,45
17	Se diseñarán nuevos dispositivos y sistemas para la aplicación de productos fitosanitarios que simplificarán el manejo y disminuirán el riesgo de toxicidad soportado por el agricultor.	3,44
21	El <i>Sistema de Gestión Integrada</i> (mínimo número de tratamientos y mínimo número de combinaciones de principios activos para obtener el máximo rendimiento en el control de plagas), será de aplicación generalizada en el sector agroquímico en España en...	3,44
38	El advenimiento de la sociedad tecnológica propiciará una cuantificación racional de los riesgos implícitos en el uso de los productos fitosanitarios, para otorgarle su verdadera dimensión. En este sentido la percepción social del sector se verá mejorada.	3,43

Nº de Tema	Tema	Índice Grado Importancia
27	<b>Como consecuencia de la globalización del sector, las empresas europeas perderán un 25% de su cuota de mercado, en favor de la producción procedente de países cuyos factores de producción son más baratos.</b>	3,41
28	<b>Todo el sector agroquímico experimentará una concentración; las 300 empresas actualmente registradas quedarán reducidas en un 20%.</b>	3,41
16	Los productos formulados con disolventes "no verdes" (tolueno, xileno, monoclorobenceno..) se habrán retirado del mercado hasta en un 50% en...	3,33
2	En el seno de la Organización Mundial de Comercio (OMC) se materializará la homologación de la normativa internacional en relación con el uso de productos fitosanitarios.	3,31
3	Los criterios tecnológicos (actualmente subordinados a los políticos) serán determinantes en el planteamiento y elaboración de futuros marcos legislativos/normativos en relación con la utilización de productos fitosanitarios.	3,31
33	La población activa europea dedicada a la agricultura disminuirá en 25%.	3,28
39	La Administración Comunitaria dedicará parte del presupuesto de la Política Agraria Común (51% del total de la UE) a campañas de difusión/comunicación dirigidas a los agricultores, basadas en el establecimiento de vínculos entre potenciales beneficios y riesgos de los productos fitosanitarios.	3,28
8	Homologación de la normativa relacionada con la producción y comercialización de semillas transgénicas entre EEUU y la UE.	3,25
40	Como consecuencia de la globalización del sector, las empresas europeas perderán un 25% de su cuota de mercado, en favor de la producción procedente de países cuyos factores de producción son más baratos.	3,24
22	Las empresas del sector permanecerán en el mercado, independientemente de su tamaño, en la medida en que sean capaces de controlar, en sus propias instalaciones, la calidad de los principios activos y de los productos acabados.	3,24
29	Las grandes empresas multinacionales del sector, fabricantes de principios activos y formulados, cerrarán hasta un 20% de sus plantas en España y se quedarán solo como distribuidores de sus productos.	3,23
42	Incorporación masiva de envases hidrosolubles para minimizar el impacto medioambiental de los residuos dejados por los envases.	3,19
15	Las nuevas formulaciones de productos fitosanitarios más seguras y más concentradas, con un precio unitario mayor, estarán disponibles en el mercado en...	3,18

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
44	Incorporación de un sistema impositivo (ECOTASAS) en España que penalice el riesgo toxicológico de los productos fitosanitarios en función del <i>Principio de Precaución</i> (asumir coste cero más allá del mero control del riesgo)	3,15
14	La utilización de tecnología avanzada y costosa en la fabricación de nuevas formulaciones agroquímicas, propiciará la especialización de las plantas de producción y la consecuente reducción de los catálogos hasta en un 25%.	3,13
23	La incorporación de semillas transgénicas no cambiará la estructura de la demanda del sector, avanzando en paralelo los productos fitosanitarios para cultivos tradicionales y para cultivos transgénicos, pero supondrá una importante oportunidad para la I+D.	3,10
19	La fabricación de productos formulados específicos para cada tipo de cultivo se incrementará un 20%.	2,88

## COMENTARIO

Entre los temas de mayor Índice de Importancia cuya fecha de materialización está comprendida entre el año 2005 y el año 2009 (**resaltados en negrita**), se observa que:

Los temas legislativos parecen tener cierta tendencia a posponerse hasta este período. Así se espera que la directiva CEE/414/91 relativa a la revisión de productos fitosanitarios se suavice, aunque éstos se verán reducidos a la mitad; se reducirá la cantidad de productos fitosanitarios residuales permitidos en los alimentos frescos; se agilizarán los trámites administrativos; se igualará la presión medioambiental entre todas las comunidades autónomas y entre todos los países de la UE; se encontrará una solución para la eliminación de los residuos industriales y habrá una disminución de la ayuda pública de la UE al sector.

En cuanto a los aspectos tecnológicos, se diseñarán nuevos dispositivos para la aplicación de productos fitosanitarios y la Gestión Integrada será de aplicación generalizada.

Los principales temas económico-sociales son la incorporación de agricultores jóvenes con cualificaciones mínimas tipo FP II con un mayor conocimiento de los riesgos de la aplicación de los productos. Habrá una reducción del 50% de las Pymes del sector y de un 20% de las empresas en general

## INDICADORES:

\*SUAVIZACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA HOMOLOGACIÓN DE PRINCIPIOS ACTIVOS EN LA UE, \*REDUCCIÓN DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS AUTORIZADOS, \*REDUCCIÓN DE LAS CANTIDADES MÍNIMAS DE RESIDUOS TOLERADAS EN LOS ALIMENTOS, \*PRESIÓN MEDIOAMBIENTAL IGUAL PARA TODAS LAS COMUNIDADES Y TODOS LOS PAÍSES, \*SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LA ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES, \*NUEVOS DISPOSITIVOS DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS, \*MEJOR FORMACIÓN DE LOS AGRICULTORES, \*REDUCCIÓN DEL NUMERO DE EMPRESA.

**VI.3.3.- Materialización NUNCA.**

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
12	El avance en el conocimiento de la climatología terrestre, mejorará la planificación de la producción y repercutirá fuertemente en la competitividad del sector agroquímico.	2,93

#### VI.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS 15 TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

Para el análisis de estos temas, seleccionados en función de su mayor valor en tanto por ciento de respuestas registradas, vamos a proceder de

la misma manera que en el apartado anterior. Los agruparemos primero en función de su fecha de materialización y en segundo término atendiendo al valor registrado en cuanto al impacto sobre el desarrollo industrial.

##### VI.4.1. Materialización 1999-2004

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
30	En el contexto de políticas monetarias europeas de carácter restrictivo (que encarezcan el precio del dinero) los costes de financiación de stocks serán repartidos proporcionalmente a la capacidad, a lo largo de la cadena de valor, desde el fabricante al aplicador.	71%	2,89
24	Fuerte incremento de los costes de I+D destinados a la caracterización de las propiedades de los formulados (ensayos toxicológicos, efectos secundarios, impurezas..)	63%	3,5
26	El mercado de las formulaciones agroquímicas estará dominado (hasta en un 70% del volumen total del mercado) por las grandes empresas que fabriquen los principios activos y los formulen, dentro de su especialidad.	61%	3,56
11	Las empresas del sector agroquímico adaptarán sus plantas de producción para hacerlas más flexibles y versátiles, de forma que sea posible efectuar suministros inmediatos a la demanda (en número y presentación), manteniendo el volumen de facturación.	61%	3,52
37	Las PYMES españolas establecerán acuerdos de colaboración que hagan posible que sus intereses quede suficientemente representados en el sector.	60%	3,41
10	La fabricación de productos formulados se basará en procesos discontinuos y relativamente poco automatizados.	57%	2,63
20	Las diferencias tecnológicas y de calidad existentes entre los distintos Estados miembros de la UE desaparecerán en la medida que ya lo han hecho las barreras comerciales dentro del Mercado Unico Europeo.	57%	3,33
18	Los tradicionales productos genéricos del sector (p.e. El dimetoato), presentarán nuevas oportunidades de negocio bajo la forma de formulaciones asociadas a alta tecnología o a nuevos sistemas de aplicación, <u>patentables</u> .	56%	2,88
13	Hasta un 20% de los recursos de I+D se concentrarán en el desarrollo y/o mejora de las formulaciones y presentaciones de los productos (microencapsulados, emulsiones, suspensiones coloidales, gránulos dispersantes..).	54%	3,39
36	El actual sobredimensionamiento de las plantas de fabricación en las grandes compañías, será corregido mediante la acción combinada de la especialización de la producción y el incremento de volumen de negocio de las compañías maquiladoras (PYMES) para pequeñas producciones.	52%	3,1

**DISCUSIÓN:**

**Tema 30:** En el contexto de políticas monetarias europeas de carácter restrictivo (que encarezcan el precio del dinero) los costes de financiación de *stocks* serán repartidos proporcionalmente a la capacidad, a lo largo de la cadena de valor, desde el fabricante al aplicador.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Estímulos económico/fiscales de la Administración
1	1	2	2	66%

De acuerdo con la opinión de los expertos, este es el tema cuya materialización supondrá un mayor impacto sobre el desarrollo industrial, aunque no está considerado entre los temas de mayor importancia en términos absolutos (el valor del índice es 2,89). Se trata de un tema de naturaleza económico-social, y tal como se muestra en la tabla, el conjunto de las capacidades de Es-

paña para asumir ese nuevo escenario monetario en relación con el resto de los países miembros de la UE, es claramente desfavorable. La medida más recomendada para evitar que la industria española pierda competitividad frente a las europeas es que la Administración ponga en marcha estímulos económicos, tales como las exenciones, las desgravaciones....

**Tema 24:** Fuerte incremento de los costes de I+D destinados a la caracterización de las propiedades de los formulados (ensayos toxicológicos, efectos secundarios, impurezas..)

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas
2	2	3	2	42%

Es un tema de naturaleza tecnológica, de los más importantes del cuestionario, para el que las capacidades científica y tecnológica, de innovación y de comercialización, están situadas en la franja baja, en relación con la UE. En cambio, la capacidad de producción industrial es favorable. Lógicamente en este contexto, la medida recomendada por los expertos para rentabilizar el incremento de los costes en I+D

destinados a caracterizar exhaustivamente los formulados, se dirige a la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas. De esta manera, y en segundo término estableciendo acuerdos de cooperación entre la industria y los centros de I+D (32%), podrán diseñarse nuevas o mejores herramientas y métodos analíticos acordes con las nuevas necesidades de la industria.

**Tema 26:** El mercado de las formulaciones agroquímicas estará dominado (hasta en un 70% del volumen total del mercado) por las grandes empresas que fabriquen los principios activos y los formulen, dentro de su especialidad.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
1	2	3	3	51%

Es un tema de naturaleza económico-social, considerado por los expertos de gran importancia. Es apreciable el consenso entre los expertos consultados, en el sentido de calificar como de muy baja/baja la capacidad científica y tecnológica y la capacidad de innovación de las empresas españolas para competir en esta nueva configuración del mercado de los fitosanitarios. En cambio se pone de manifiesto una favorable

capacidad de comercialización y de producción en relación con las empresas de la UE. En este sentido, la medida recomendada por los expertos se basa en la explotación de esta mejor posición de las empresas españolas para producir y comercializar, a través del establecimiento de acuerdos y colaboraciones con las grandes empresas del sector, más capacitadas para fabricar sus propios principios activos y formularlos.

**Tema 11:** Las empresas del sector agroquímico adaptarán sus plantas de producción para hacerlas más flexibles y versátiles, de forma que sea posible efectuar suministros inmediatos a la demanda (en número y presentación), manteniendo el volumen de facturación.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas
3	3	3	3	34%

Es un tema de naturaleza tecnológica, considerado por los expertos de gran importancia. El conjunto de las capacidades de las empresas españolas es favorable. Sin lugar a dudas este tema refleja el comportamiento dinámico característico de las empresas de dimensiones reducidas (PYMES), muy característico del tejido

industrial español. Las medidas recomendadas para hacer posible la materialización de este tema se centran en la incorporación de científicos y tecnólogos en las empresas, y el establecimiento de acuerdos de cooperación entre la industria y los centros de I+D.

**Tema 37: Las PYMES españolas establecerán acuerdos de colaboración que hagan posible que sus intereses queden suficientemente representados en el sector.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
2	2	3	3	48%

Es un tema de naturaleza económico-social, considerado importante por los expertos. Las capacidad científica y tecnológica y la capacidad de innovación de las PYMES españolas se sitúan en la franja baja en relación con las empresas de la UE, en cambio, las capacidades de producción y comercialización son juzgadas

como favorables. Probablemente, a juicio de los expertos, son precisamente esas las ventajas competitivas que las PYMES españolas aprovecharán, mediante el acuerdo adicional con empresas exteriores para conseguir que sus intereses queden salvaguardados en el sector.

**Tema 10: La fabricación de productos formulados se basará en procesos discontinuos y relativamente poco automatizados.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación industria-centros de I+D
2	2	3	3	36%

Es un tema de naturaleza tecnológica, considerado por los expertos como de los menos importantes. La tasa de abstención registrada en este tema una de las más elevadas del cuestionario (20%) y entre las respuestas obtenidas no se aprecia un consenso establecido. En primer lugar la fecha de materialización se distribuye bimodalmente, entre 1999-2004 y NUNCA. Este hecho singular podría interpretarse como la representación de los dos tipos de empresas consultadas: grandes corporaciones y PYMES. Desde el punto de vista de las primeras, es evidente que la fabricación de productos formulados no volverá a desarrollarse sobre procesos discontinuos o poco automatizados, en cambio, para las PYMES, como ya hemos visto, esta

podría ser la la ventaja competitiva que les permita sobrevivir, a corto plazo, en el mercado. Las capacidad científica y tecnológica y la capacidad de innovación se sitúan en la franja baja en relación con las empresas de la UE, en cambio, las capacidades de producción y comercialización de las empresas españolas (fundamentalmente PYMES) son juzgadas como favorables. En cuanto a las medidas recomendadas, tampoco se aprecia un grado razonable de consenso entre las opciones propuestas; la cooperación entre la Industria y los centros de I+D y la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas por un lado, y la colaboración con las empresas exteriores acaparan casi a partes iguales la opinión de los expertos.

**Tema 20: Las diferencias tecnológicas y de calidad existentes entre los distintos Estados miembros de la UE desaparecerán en la medida que ya lo han hecho las barreras comerciales dentro del Mercado Unico Europeo.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas
2	3	3	3	31%

Es un tema de naturaleza tecnológica, considerado importante. Sólo la capacidad científica y tecnológica de las empresas españolas se sitúa en la franja desfavorable en relación con las empresas de la UE. La capacidad de innovación, la capacidad de producción y la capacidad de comercialización son juzgadas como favorables. Parece que las empresas españolas están preparadas para asumir la homogeneización del

mercado de los fitosanitarios. La medidas recomendadas para garantizar la competitividad del sector español en este nuevo marco europeo apuntan, en primer término, a la necesidad de incorporar científicos y tecnólogos a las empresas para mejorar su capacidad científica y tecnológica, y en segundo término, a la oportunidad de establecer más y mejores acuerdos de colaboración con empresas exteriores (30%).

**Tema 18: Los tradicionales productos genéricos del sector (p.e. El dimetoato), presentarán nuevas oportunidades de negocio bajo la forma de formulaciones asociadas a alta tecnología o a nuevos sistemas de aplicación, patentables.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación industria-centros de I+D
2	2	2	3	41%

Es un tema de naturaleza tecnológica, considerado de los menos importantes. Únicamente la capacidad de comercialización de las empresas españolas se sitúa en la franja favorable en relación con las empresas de la UE. Las capacidades científica y tecnológica, de inno-

vación y de producción son juzgadas como desfavorables. La medida recomendada por los expertos para conseguir la materialización de este tema se centra en la cooperación entre la industria y los centros de I+D.

**Tema 13: Hasta un 20% de los recursos de I+D se concentrarán en el desarrollo y/o mejora de las formulaciones y presentaciones de los productos (microencapsulados, emulsiones, suspensiones coloidales, gránulos dispersantes..).**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas
2	3	3	3	38%

Es un tema de naturaleza tecnológica, considerado importante por los expertos. La capacidad de innovación, de producción y de comercialización de las empresas españolas están situadas en la franja favorable, en relación con las empresas europeas. En cambio la capacidad científica y tecnológica de las empresas españolas para asumir y rentabilizar este incremento de los gastos en I+D en mejoras o desarrollos de nuevas formulaciones y presentaciones, es baja. Por todo ello, la dis-

tribución de respuestas en la variable *medida recomendada* es prácticamente bimodal; por un lado apunta a la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas para optimizar su capacidad científica y tecnológica, y por otro, se dirige al establecimiento de acuerdos de colaboración con empresas exteriores (26%), de mayores recursos en I+D, para explotar la mejor posición de las empresas españolas para hacer llegar el producto al mercado.

**Tema 36: El actual sobredimensionamiento de las plantas de fabricación en las grandes compañías, será corregido mediante la acción combinada de la especialización de la producción y el incremento de volumen de negocio de las compañías maquiladoras (PYMES) para pequeñas producciones.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
2	3	3	3	48%

Se trata de un tema de naturaleza económico-social, considerado importante por los expertos. La capacidad de innovación, de producción y de comercialización de las empresas españolas (en la mayoría PYMES) están situadas en la franja favorable en relación con las empresas europeas, lo cual les permitirá aprovechar el incremento de volumen de mercado derivado

de esta nueva situación. En cambio su capacidad científica y tecnológica vuelve a ser desfavorable. En este caso, los expertos se inclinan mayoritariamente por recomendar una mayor colaboración con las empresas exteriores que permita a las empresas españolas rentabilizar al máximo su mejor capacidad para poner el producto en el mercado.

**INDICADORES (materialización 1999-2004):**

\*MAYOR CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS Y FORMULADOS,  
\*HOMOGENEIZACIÓN DE LAS CALIDADES FABRICADAS POR LOS DISTINTOS PAÍSES

DE LA UE, \*MERCADO DOMINADO POR LAS GRANDES EMPRESAS PROPIETARIAS DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS, \*NUEVAS PRESENTACIONES DE PRODUCTOS.

**VI.4.2. Materialización 2005-2009.**

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
22	Las empresas del sector permanecerán en el mercado, independientemente de su tamaño, en la medida en que sean capaces de controlar, en sus propias instalaciones, la calidad de los principios activos y de los productos acabados.	67%	3,24
23	La incorporación de semillas transgénicas no cambiará la estructura de la demanda del sector, avanzando en paralelo los productos fitosanitarios para cultivos tradicionales y para cultivos transgénicos, pero supondrá una importante oportunidad para la I+D.	67%	3,1
6	Agilización de los trámites administrativos para el registro de productos fitosanitarios en España y la UE.	61%	3,63
14	La utilización de tecnología avanzada y costosa en la fabricación de nuevas formulaciones agroquímicas, propiciará la especialización de las plantas de producción y la consecuente reducción de los catálogos hasta en un 25%.	56%	3,13
19	La fabricación de productos formulados específicos para cada tipo de cultivo se incrementará un 20%.	54%	2,88

## DISCUSIÓN:

**Tema 22: Las empresas del sector permanecerán en el mercado, independientemente de su tamaño, en la medida en que sean capaces de controlar, en sus propias instalaciones, la calidad de los principios activos y de los productos acabados.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA Incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas
	Innovación	Producción	Comercialización	
2	3	3	3	40%

Este tema de naturaleza tecnológica, y el siguiente, son los de mayor impacto sobre el desarrollo industrial en el periodo comprendido entre el año 2004 y el 2009. Se trata de un tema considerado como importante por los expertos. Parece que las empresas españolas estarán, para ese momento, preparadas para afrontar con éxito el control en sus propias instalaciones de la calidad de los principios activos y de los productos acaba-

dos, así queda reflejada en la posición de las empresas en relación con su capacidad de innovación, de producción y de comercialización. En cambio, la capacidad científica y tecnológica para desarrollar/mejorar las herramientas de control de calidad se encuentra en la franja desfavorable. En este sentido, la medida más recomendada se concentra en la incorporación de científicos y tecnólogos en las empresas.

**Tema 23: La incorporación de semillas transgénicas no cambiará la estructura de la demanda del sector, avanzando en paralelo los productos fitosanitarios para cultivos tradicionales y para cultivos transgénicos, pero supondrá una importante oportunidad para la I+D.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA Incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas
	Innovación	Producción	Comercialización	
1	2	2	3	33%

Este tema, de naturaleza tecnológica, es juzgado como de gran impacto sobre el desarrollo industrial en el periodo comprendido entre el año 2004 y el 2009. Se trata de un tema considerado como importante por los expertos. La capacidad científica y tecnológica para emprender proyectos de I+D para el desarrollo de semillas transgénicas es definitivamente desfavorable para las empresas españolas en relación con las europeas. También son desfavorables la capacidad de

innovación y la de producción. La capacidad de comercialización, como ya es habitual, es favorable. Para no perder competitividad en este nuevo mercado que avanzará en paralelo con el de los cultivos tradicionales, los expertos recomiendan, en una distribución de respuestas prácticamente trimodal, la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas, la mayor cooperación entre la industria y los centros de I+D (32%), y la colaboración con empresas exteriores (30%).

### Tema 6: Agilización de los trámites administrativos para el registro de productos fitosanitarios en España y la UE.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Otros apoyos de la Administración
NP	NP	NP	NP	43%

Este es el único tema de naturaleza legislativo/normativa que está incluido en la selección de los 15 temas más relevantes para el desarrollo industrial. Los expertos lo consideran de gran importancia (Índice del grado de importancia = 3,63), aunque posponen su fecha de materialización a los próximos diez años. Las siglas NP indican que *No Procede* evaluar la posición de

las empresas españolas en relación con este tema, puesto que se trata de un aspecto vinculado únicamente a la Administración española y/o comunitaria. La medida recomendada por mayoría, pese al alto nivel de abstención registrado en esta variable (18%) es la revisión o articulación de nuevos instrumentos regulatorios, normativos, etc.. que lo hagan posible.

### Tema 14: La utilización de tecnología avanzada y costosa en la fabricación de nuevas formulaciones agroquímicas, propiciará la especialización de las plantas de producción y la consecuente reducción de los catálogos hasta en un 25%.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
2	2	2	3	44%

Es un tema de naturaleza tecnológica considerado como importante por los expertos. La especialización de las plantas de producción y la consecuente reducción de catálogos hasta en un 25% no tendrá lugar hasta este periodo. Para ello, las empresas españolas no se encuentran, hoy por hoy, bien posicionadas: su capacidad científica y tecnológica, de innovación y de producción han sido juzgadas como desfavorables por los expertos. Sólo la capacidad de

comercialización sigue entendiéndose como favorable en relación a las empresas europeas. En este sentido, la medida más recomendada ha sido la colaboración con empresas exteriores, para aprovechar la facilidad de acceso al mercado característica del sector español. También se recomienda la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas (38%) con el objetivo de mejorar el resto de las capacidades.

**Tema 19: La fabricación de productos formulados específicos para cada tipo de cultivo se incrementará un 20%.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación industria-centros de I+D
2	2	3	3	37%

Es, también, un tema de naturaleza tecnológica y está considerado por los expertos como de los menos importantes del cuestionario. Tanto la capacidad científica y tecnológica, como la capacidad de innovación de las empresas españolas para desarrollar formulaciones específicas para cada tipo de cultivo se consideran desfavorables en relación con las empresas europeas. En cambio, sigue siendo un hecho el grado de acuerdo entre los expertos en cuanto a la buena capacidad de producción y de comercialización del sector en España. La medida más recomendada se dirige en esta ocasión a mejorar la capacidad de innovación de las empresas españolas, estableciendo formas efectivas de cooperación entre la industria y los centros de I+D e incorporando científicos y tecnólogos a las empresas (30%).

**INDICADORES (Materialización 2004-2009).**

\*DESAPARICIÓN DE EMPRESAS, \*ESPECIALIZACIÓN DE LAS PLANTAS PRODUCTIVAS, \*REDUCCIÓN DE LOS CATÁLOGOS DE LAS EMPRESAS, \*PRODUCTOS ESPECÍFICOS PARA CADA TIPO DE CULTIVO DE UNA FORMA GENERALIZADA, \*AGILIZACIÓN DE LOS TRÁMITES ADMINISTRATIVOS.

**VI. 4.3. Consideraciones generales:**

Del análisis efectuado con esta selección de los 15 temas más relevantes para el desarrollo industrial, se desprende que:

- La mayoría de los temas juzgados como de fuerte impacto para el desarrollo industrial por los expertos, son de naturaleza tecnológica (10 de 15 temas). Hay un grupo de cuatro temas de naturaleza económico-

-social, un único tema de naturaleza legislativa y NO aparecen temas de naturaleza ecológico-medioambiental.

- Para la mayoría de ellos (12 de 14, puesto que uno es de naturaleza legislativa y no procede) la capacidad de comercialización ha sido juzgada por los expertos como favorable, en relación con las empresas europeas.
- También, pero en menor medida (10 de 14 temas) se ha juzgado que la capacidad de producción de las empresas españolas es favorable en relación con las europeas.
- Para la materialización de estos temas es evidente la posición desfavorable en cuanto a la capacidad de innovación de las empresas españolas; 9 de los 14 temas, (recordar que uno es legislativo y No Procede) han obtenido clasificaciones en este sentido situadas en la parte baja.
- Aún es más contrastada la mala posición que ocupan las empresas españolas en relación con su capacidad científica y tecnológica. 13 de los 14 temas han obtenido clasificaciones en la franja baja de las respuestas, y de ellas, 3 corresponden a una muy baja posición (1).
- Las medidas más recomendadas (en 10 de los 15 temas) para la materialización de esta selección de temas se concentran en aquellas que pretendan mejorar la capacidad científica y tecnológica y la capacidad de innovación de las empresas españolas del sector, esto es, la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas y la mayor cooperación entre la industria y los centros de I+D. En algunas ocasiones complementadas con la colaboración con empresas exteriores.

## VI.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS 10 TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y ENTORNO

Para el análisis de los temas seleccionados en función de su mayor impacto (en tanto por ciento de respuestas registradas) sobre calidad de vida y el entorno, procederemos de la misma manera que en los apartados 3 y 4; los agruparemos primero en función de su fecha de materialización y en segundo término atendiendo a su mayor impacto.

Para esta selección sólo consideraremos los 10 temas ostensiblemente más relevantes.

Resulta especialmente significativo el hecho de que de estos diez temas, solo dos son inminentes (1999-2004), el resto figuran situados a largo plazo y uno se pronostica que no tendrá lugar nunca.

### VI.5.1. Materialización 1999-2004.

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
25	Se incorporarán dispositivos a los envases para facilitar al agricultor la información sobre las especificaciones, dosificación y modo de empleo de los productos fitosanitarios. (etiquetas multicapa, microchips...)	63%	3,00
41	La conversión de los envases en residuo urbano mediante <i>el triple enjuague</i> , ocasionará la articulación de redes logísticas para gestionar correctamente su reciclaje.	56%	3,49

## DISCUSIÓN:

**Tema 25:** Se incorporarán dispositivos a los envases para facilitar al agricultor la información sobre las especificaciones, dosificación y modo de empleo de los productos fitosanitarios. (etiquetas multicapa, microchips...)

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
2	2	3	3	38%

Es un tema de naturaleza tecnológica y está considerado por los expertos importante. Tanto la capacidad científica y tecnológica, como la capacidad de innovación de las empresas espa-

ñolas para desarrollar e incorporar dispositivos a los envases sobre sus especificaciones etc., han sido consideradas en la franja desfavorable de las respuestas. En cambio, la capacidad de

producción y la de comercialización de las empresas españolas del sector son favorables en relación a las empresas europeas. La medida más recomendada apunta al establecimiento de

colaboraciones con las empresas exteriores, para producir y comercializar estos dispositivos, mejor que para inventarlos.

**Tema 41: La conversión de los envases en residuo urbano mediante *el triple enjuague*, ocasionará la articulación de redes logísticas para gestionar correctamente su reciclaje.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Estímulos económicos de la Administración
2	2	2	3	48%

Se trata de un tema de naturaleza ecológica, considerado por los expertos muy importante. Lo único que los expertos han juzgado como favorable para la materialización de este tema es el aprovechamiento de la, definitivamente, bien establecida red comercial de las empresas españolas del sector. Para el resto de las capacidades, científica y tecnológica, de innovación y de producción, los expertos han situado a las empresas españolas en una posición claramente desfavorable en relación a sus homólogas europeas. La medida más recomendada para materializar este tema es establecimiento de medidas de carácter económico por parte de la Admi-

nistración (subvenciones, exenciones, desgravaciones) que estimulen la intervención del mercado.

#### INDICADORES (materialización 1999-2004)

\*NUEVOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LOS ENVASES PARA LA APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS, \*ENVASES ASIMILABLES A RESIDUOS URBANOS (APLICACIÓN GENERALIZADA DE LA TÉCNICA DEL TRIPLE ENJUAGUE)

## VI.5.2. Materialización 2005-2009.

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
38	El advenimiento de la sociedad tecnológica propiciará una cuantificación racional de los riesgos implícitos en el uso de los productos fitosanitarios, para otorgarle su verdadera dimensión. En este sentido la percepción social del sector se verá mejorada.	85%	3,43
39	La Administración Comunitaria dedicará parte del presupuesto de la Política Agraria Común (51% del total de la UE) a campañas de difusión/comunicación dirigidas a los agricultores, basadas en el establecimiento de vínculos entre potenciales beneficios y riesgos de los productos fitosanitarios.	83%	3,28
45	La concentración de residuos procedentes de productos fitosanitarios sobre los alimentos, permitida por la ley, se verá sustancialmente reducida.	81%	3,67
35	Los agricultores jóvenes que vayan incorporándose a la agricultura española supondrán un reciclaje de las cualificaciones mínimas de la mano de obra (al nivel de FPII), con lo que la aplicación de los productos fitosanitarios se realizará de una manera más racional.	71%	3,49
16	Los productos formulados con disolventes "no verdes" (tolueno, xileno, monoclorobenceno..) se habrán retirado del mercado hasta en un 50% en...	71%	3,33
21	El <i>Sistema de Gestión Integrada</i> (mínimo número de tratamientos y mínimo número de combinaciones de principios activos para obtener el máximo rendimiento en el control de plagas), será de aplicación generalizada en el sector agroquímico en España en...	71%	3,44
44	Incorporación de un sistema impositivo (ECOTASAS) en España que penalice el riesgo toxicológico de los productos fitosanitarios en función del <i>Principio de Precaución</i> (asumir coste cero más allá del mero control del riesgo)	68%	3,15
17	Se diseñarán nuevos dispositivos y sistemas para la aplicación de productos fitosanitarios que simplificarán el manejo y disminuirán el riesgo de toxicidad soportado por el agricultor.	66%	3,44

## DISCUSIÓN:

**Tema 38: El advenimiento de la sociedad tecnológica propiciará una cuantificación racional de los riesgos implícitos en el uso de los productos fitosanitarios, para otorgarle su verdadera dimensión. En este sentido la percepción social del sector se verá mejorada.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación industria-centros de I+D
2	2	2	2	27%

Se trata de un tema de naturaleza económico-social, considerado importante por los expertos. Todas las capacidades están calificadas dentro de la zona baja de respuestas, lo cual es indicativo de que, a pesar del largo plazo en el que se materializará el tema, las empresas españolas no están preparadas para contribuir a esta nueva percepción social del progreso tecnológico. La tasa de abstención en las respuestas a la varia-

ble *medidas recomendadas* es de las más altas del cuestionario (20%), ofreciendo una distribución de respuestas casi trimodal; los expertos recomiendan una mayor colaboración entre la industria y los centros de investigación, complementada por apoyos de la administración de naturaleza regulatoria, normativa o legislativa (25%) y la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas (20%).

**Tema 39: La Administración Comunitaria dedicará parte del presupuesto de la Política Agraria Común (51% del total de la UE) a campañas de difusión/comunicación dirigidas a los agricultores, basadas en el establecimiento de vínculos entre potenciales beneficios y riesgos de los productos fitosanitarios.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Otros apoyos de la Administración
2	2	2	3	48%

Se trata de un tema de naturaleza ecológico-medioambiental. Los expertos consideran que es un tema importante. La tasa de abstención en la variable *posición de España* es la máxima del cuestionario (32%), y a nuestro juicio invalida el resultado; probablemente debería haber sido bloqueada la opción de respuesta a esta varia-

ble, puesto que poco o nada pueden hacer las empresas en este tema que compete a la Administración Comunitaria. En cuanto a la medida más recomendada, también hace referencia a otros apoyos de la Administración, en forma de regulaciones, normas, fomento, concesiones, etc..

**Tema 45: La concentración de residuos procedentes de productos fitosanitarios sobre los alimentos, permitida por la ley, se verá sustancialmente reducida.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Otros apoyos de la Administración
2	2	2	3	41%

Se trata de un tema de naturaleza ecológico-medioambiental, considerado por los expertos de los más importantes del cuestionario. Únicamente la capacidad de comercialización de las empresas españolas es juzgada por los expertos como favorable, en relación con las europeas. En cambio, las empresas no están preparadas para asumir competitivamente las res-

tricciones sobre el residuo final de productos fitosanitarios sobre los alimentos; ni científica y tecnológicamente, ni en cuanto a su capacidad de innovación y ni en cuanto a su capacidad de producción. Es un hecho singular que la medida más recomendada se refiera al apoyo de la Administración en forma de normativas, regulaciones.

**Tema 35:** Los agricultores jóvenes que vayan incorporándose a la agricultura española supondrán un reciclaje de las cualificaciones mínimas de la mano de obra (al nivel de FPII), con lo que la aplicación de los productos fitosanitarios se realizará de una manera más racional.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Estímulos económicos de la Administración
2	3	3	3	41%

Se trata de un tema de naturaleza económico social, de gran importancia a juicio de los expertos. Sólo se ha calificado como desfavorable la capacidad científica y tecnológica de las empresas españolas para asumir este cambio

sustancial en las cualificaciones de la mano de obra. La medida más recomendada es la puesta en marcha, por parte de la Administración, de medidas que estimulen la consecución de este tema.

**Tema 16:** Los productos formulados con disolventes “no verdes” (tolueno, xileno, monoclorobenceno..) se habrán retirado del mercado hasta en un 50% en...

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación industria-centros de I+D
3	2	3	3	35%

Es un tema de naturaleza tecnológica, considerado importante. A juicio de los expertos, las empresas españolas están preparada científica y tecnológicamente y tienen capacidad de producción y de comercialización para retirar y sustituir, en este horizonte temporal, hasta el 50%

de los llamados disolventes “no verdes”. Para ello recomiendan una mayor cooperación entre la industria y los centros de I+D, complementado con la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas (28%).

**Tema 21:** El *Sistema de Gestión Integrada* (mínimo número de tratamientos y mínimo número de combinaciones de principios activos para obtener el máximo rendimiento en el control de plagas), será de aplicación generalizada en el sector agroquímico en España en...

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación industria-centros de I+D
3	3	3	3	36%

Se trata de un tema de naturaleza tecnológica, juzgado como muy importante. A pesar de que los expertos posponen la aplicación generalizada en todo el sector, del *Sistema de Gestión Integrada*, a este horizonte temporal, lo cierto es que juzgan que las empresas españolas están capacitadas para hacerlo bajo todos los puntos

de vista propuestos. La medida más recomendada para favorecer la materialización de este tema es la cooperación entre la industria y los centros de I+D, complementado también en este caso, con la incorporación de científicos y tecnológicos a las empresas (28%).

**Tema 44: Incorporación de un sistema impositivo (ECOTASAS) en España que penalice el riesgo toxicológico de los productos fitosanitarios en función del Principio de Precaución (asumir coste cero más allá del mero control del riesgo)**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Otros apoyos de la Administración
2	2	2	2	47%

Se trata de un tema de naturaleza ecológica. Los expertos lo consideran un tema importante. Todas las capacidades han resultado ser calificadas en la franja baja de las respuestas; las empresas españolas no están tan preparadas

como las europeas para asumir competitivamente el sistema impositivo de las ECOTASAS. La medida recomendada en este caso es la articulación de normativas y regulaciones acordes con este estado de las cosas.

**Tema 17: Se diseñarán nuevos dispositivos y sistemas para la aplicación de productos fitosanitarios que simplificarán el manejo y disminuirán el riesgo de toxicidad soportado por el agricultor.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación industria-centros de I+D
2	2	2	3	41%

Se trata de un tema de naturaleza tecnológica, juzgado por los expertos como muy importante. Únicamente la capacidad de comercialización de las empresas españolas es considerada como favorable en relación con las europeas. La capacidad científica y tecnológica, de innovación y de producción para el diseño y fabricación de nuevos dispositivos para la aplicación de productos fitosanitarios son juzgadas como desfavorables. La medida más recomendada es la cooperación entre la industria y los centros de I+D.

**INDICADORES (materialización 2004-2009)**

\*CAMPAÑA DE INFORMACIÓN SOBRE LOS BENEFICIOS Y RIESGOS DE LOS PRODUCTOS FITOSANITARIOS, \*NUEVOS DISPOSITIVOS DE APLICACIÓN DE LAS FORMULACIONES, \*LEYES QUE RESTRINGEN LOS RESIDUOS DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN LOS ALIMENTOS Y DE DISOLVENTES EN LAS FORMULACIONES

\*MEJOR FORMACIÓN DE LOS AGRICULTORES, \*GESTIÓN INTEGRADA DE LOS PRODUCTOS FITOSANITARIOS GENERALIZADA.  
\*INCORPORACIÓN DE ECOTASAS.

### VI.5.3. Consideraciones generales

Del análisis efectuado con esta selección de los 10 temas más relevantes para la calidad de vida y el entorno, se desprende que:

- Los temas relevante para la calidad de vida y el entorno de distribuyen casi por igual en aspectos de naturaleza tecnológica (4 de 10), ecológica (3 de 10) y económico-social (3 de 10). No aparecen temas de naturaleza legislativa, aunque uno de los temas de naturaleza económico-social, el que hace referencia a la dedicación de parte del presupuesto de la Política Agraria Común a campañas de difusión/comunicación dirigidas a los agricultores, basadas en el establecimiento de vínculos entre potenciales beneficios y riesgos de los productos fitosanitarios (tema 39), posee sin duda claros vínculos con aspectos regulatorios/normativos.
- La capacidad de comercialización de las empresas españolas vuelve a ponerse de manifiesto como favorable para la mayor parte de los temas (7 de 10).
- La capacidad de producción para materializar esta selección de temas resulta mayoritariamente desfavorable (6 de 10 temas obtuvieron una puntuación desfavorable).
- Es evidente, de nuevo, la posición desfavorable en cuanto a la capacidad científica y tecnológica y en cuanto a la de innovación de las empresas españolas; 8 de los 10 temas, han obtenido clasificaciones en este sentido situadas en la parte baja.
- Las medidas más recomendadas (en 5 de los 10 temas) en esta selección de temas se refieren a acciones por parte de la Administración, ya sea en forma de estímulos económicos (exenciones, desgravaciones, subvenciones..) o en forma de nuevas o mejoradas regulaciones, normativas, medidas de fomento etc..
- También se ha recomendado (en 4 de los 10 temas) medidas que refuercen la investigación en las empresas españolas, en forma de cooperación entre la industria y los centros de I+D o mediante la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas.
- La colaboración con empresas exteriores se ha recomendado una única vez, para la incorporación de dispositivos a los envases que faciliten la aplicación de los productos fitosanitarios por parte del agricultor (tema 25).

## VI.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS 10 TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

### VI.6.1. Materialización 1999-2004.

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el Empleo	Índice de Grado de Importancia	Limitaciones /Naturaleza
31	El empleo generado por el sector agroquímico (1400 puestos de trabajo) experimentará una disminución del 20%.	70%	3,48	Económico-sociales
32	Las redes de comercialización de las PYMES españolas se profesionalizarán, con la consecuente ampliación sustantiva de su cobertura comercial.	69%	3,40	Económico-sociales
34	Las pre-jubilaciones en las industrias, supondrán la entrada en el sector agroquímico de jóvenes mejor preparados, con cualificaciones técnicas y de gestión del nivel FP II, lo cual propiciará un incremento de la competitividad del sector agroquímico en España.	63%	3,10	Económico-sociales
36	El actual sobredimensionamiento de las plantas de fabricación en las grandes compañías, será corregido mediante la acción combinada de la especialización de la producción y el incremento de volumen de negocio de las compañías maquiladoras (PYMES) para pequeñas producciones.	48%	3,10	Económico-sociales

#### DISCUSIÓN:

Las grandes plantas de producción se especializarán, basándose la producción en procesos automáticos y discontinuos, disminuyendo el catálogo de los productos ofertados, dejando sin embargo, un margen para pequeñas producciones o productos de poco tonelaje para las

PYMES. Las redes de comercialización de las PYMES se profesionalizarán.

El empleo se reducirá en un 20%, incorporándose al mismo tiempo profesionales jóvenes a las industrias con un nivel de formación mínimo de FP II.

#### Tema 31: El empleo generado por el sector agroquímico (1400 puestos de trabajo) experimentará una disminución del 20%.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Estímulos económicos de la Administración
2	2	2	2	44%

**Tema 32:** Las redes de comercialización de las PYMES españolas se profesionalizarán, con la consecuente ampliación sustantiva de su cobertura comercial.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas
2	2	2	3	43%

**Tema 34:** Las pre-jubilaciones en las industrias, supondrán la entrada en el sector agroquímico de jóvenes mejor preparados, con cualificaciones técnicas y de gestión del nivel FP II, lo cual propiciará un incremento de la competitividad del sector agroquímico en España.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas
2	3	3	3	41%

**Tema 36:** El actual sobredimensionamiento de las plantas de fabricación en las grandes compañías, será corregido mediante la acción combinada de la especialización de la producción y el incremento de volumen de negocio de las compañías maquiladoras (PYMES) para pequeñas producciones.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
2	3	3	3	48%

**INDICADORES (Materialización 1999-2004).**

\*AUTOMATIZACIÓN DE LAS GRANDES PLANTAS PRODUCTIVAS, \*REDUCCIÓN DE CATÁLOGOS, \*REDUCCIÓN EN EL EMPLEO,

\*INCORPORACIÓN DE PERSONAL JOVEN A NIVEL DE FP II A LAS INDUSTRIAS.

## VI.6.2. Materialización 2005-2009.

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el Empleo	Indice de Grado de Importancia	Limitaciones /Naturaleza
33	La población activa europea dedicada a la agricultura disminuirá en 25%.	73%	3,28	Económico-sociales
29	Las grandes empresas multinacionales del sector, fabricantes de principios activos y formulados, cerrarán hasta un 20% de sus plantas en España y se quedarán solo como distribuidores de sus productos.	61%	3,23	Económico-sociales
27	Como consecuencia de la reducción en el número de moléculas comercializables derivado de la aplicación de la normativa 92-UE, el número de empresas formuladoras (que no fabrican principios activos) ocupado por las PYMES españolas, sufrirá un proceso de concentración hasta el 50% del actual.	53%	3,41	Económico-sociales
28	Todo el sector agroquímico experimentará una concentración; las 300 empresas actualmente registradas quedarán reducidas en un 20%.	53%	3,41	Legislativas
40	Como consecuencia de la globalización del sector, las empresas europeas perderán un 25% de su cuota de mercado, en favor de la producción procedente de países cuyos factores de producción son más baratos.	52%	3,24	Económico-sociales
7	Tras el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2000, la Política Agraria Común recortará sustantivamente (por encima del 50%) las ayudas públicas al sector agrario español. (Consecuentemente la agricultura sufrirá un proceso de tecnificación e intensificación sin precedentes).	47%	3,51	Legislativas

## DISCUSIÓN:

Disminución en un 25% de la población activa dedicada a la agricultura. Disminución de la ayuda comunitaria a los agricultores españoles, lo que provocará una fuerte tecnificación e intensificación.

Cerrarán hasta un 20 % las plantas de fabricación de las empresas multinacionales establecidas en España, dejando solo las redes comerciales, disminuyendo al mismo tiempo el número

de PYMES hasta un 50% (desaparición por fusión o compra) Es decir de las 300 empresas actualmente existentes se espera que al final de este período quedaran un máximo de 240.

Las empresas europeas perderán un 25% de la cuota de mercado en favor de importaciones de terceros países con costes de producción más bajos.

**Tema 33:** La población activa europea dedicada a la agricultura disminuirá en 25%.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Estímulos económicos de la Administración
1	3	2	2	55%

**Tema 29:** Las grandes empresas multinacionales del sector, fabricantes de principios activos y formulados, cerrarán hasta un 20% de sus plantas en España y se quedarán solo como distribuidores de sus productos.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
2	2	2	2	42%

**Tema 27:** Como consecuencia de la reducción en el número de moléculas comercializables derivado de la aplicación de la normativa 92-UE, el número de empresas formuladoras (que no fabrican principios activos) ocupado por las PYMES españolas, sufrirá un proceso de concentración hasta el 50% del actual.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
2	2	2	2	47%

**Tema 28:** Todo el sector agroquímico experimentará una concentración; las 300 empresas actualmente registradas quedarán reducidas en un 20%.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
2	2	2	2	43%

**Tema 40:** Como consecuencia de la globalización del sector, las empresas europeas perderán un 25% de su cuota de mercado, en favor de la producción procedente de países cuyos factores de producción son más baratos.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Cooperación con empresas exteriores
2	2	2	2	49%

**Tema 7:** Tras el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2000, la Política Agraria Común recortará sustantivamente (por encima del 50%) las ayudas públicas al sector agrario español. (Consecuentemente la agricultura sufrirá un proceso de tecnificación e intensificación sin precedentes).

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Estímulos económicos de la Administración
NP	NP	NP	NP	35%

#### INDICADORES (Materialización 2004-2009):

\*DISMINUCIÓN DE LA POBLACIÓN ACTIVA DEDICADA A LA AGRICULTURA, \*DISMINUCIÓN DE LA AYUDA COMUNITARIA A LOS AGRICULTORES, \*DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE EMPRESAS DEL SECTOR, \*IMPORTACIONES DE PRODUCTOS PROCEDENTES DE TERCEROS PAÍSES, \*TECNIFICACIÓN E INTENSIFICACIÓN DE LA AGRICULTURA.

#### VI.6.3. Consideraciones generales:

Del análisis efectuado con esta selección de los 10 temas más relevantes para el empleo, se desprende que:

- De los diez temas seleccionados, nueve son de naturaleza económico-social. El restante es de naturaleza legislativa aunque con claras repercusiones sociales y económicas.

- La capacidad de comercialización de las empresas españolas para hacer frente a estos nuevos escenarios de futuro de fuerte impacto sobre el empleo, es más desfavorable que la encontrada en las selecciones ya estudiadas (temas relevantes para el desarrollo industrial y para la calidad de vida y el entorno). Para 6 de los 9 temas (uno es de naturaleza legislativa y No Procede esta respuesta) la capacidad de comercialización ha sido juzgada en la parte baja de la escala de respuestas.

- Lo mismo sucede con la capacidad de producción; ha sido calificada como desfavorable en 7 de los 9 temas con posibilidad de respuesta en esta variable.

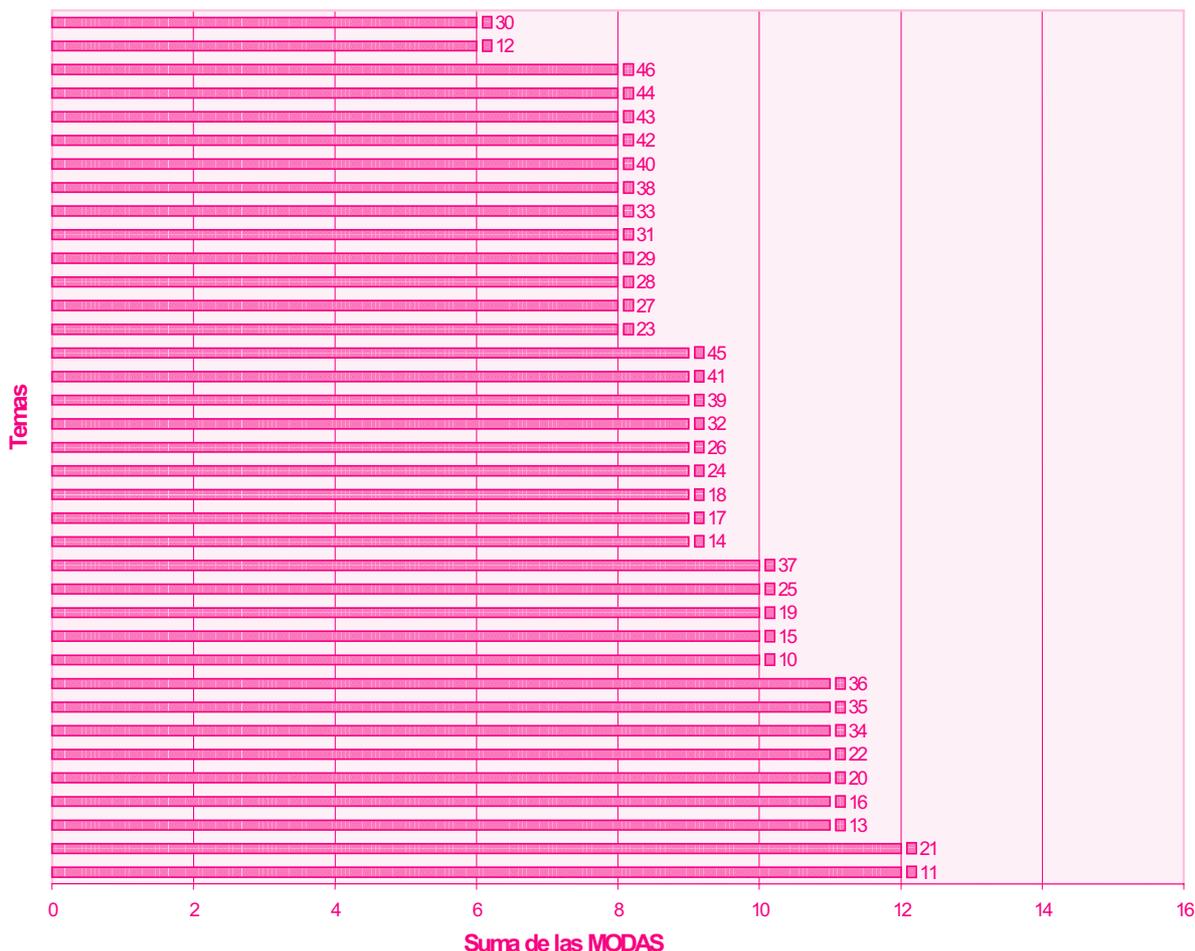
- En cuanto a la capacidad de innovación, parece que, a pesar de ser claramente desfavorable (6 de los 9 temas con posibilidad de

respuesta en esta variable), lo cierto es que resulta mejor considerada en esta selección de temas que en las otras dos estudiadas.

- Es evidente, de nuevo, la posición claramente desfavorable en cuanto a la capacidad científica y tecnológica de las empresas españolas; 8 de los 9 temas han obtenido clasificaciones en este sentido situadas en la parte baja.
- La medida más recomendada por los expertos, para la materialización de estos temas relevantes para el empleo, es la colaboración con empresas exteriores (en 5 de los 10 temas de esta selección). También han sido recomendados los estímulos económicos por parte de la Administración (3 de 10) y, finalmente, la incorporación de científicos y tecnólogos a las empresas (2 de 10).

## VI.7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE.

Figura 7.1. Temas ordenados atendiendo al valor del Índice de Posición, Ip.



Recordemos que para cada uno de los temas, los expertos debían otorgar una valoración entre 1 y 4 en cada una de las capacidades sometidas a su opinión (capacidad científica y tecnológica, capacidad de innovación, capacidad de producción y capacidad de comercialización). Entre los cuatro valores discretos ofrecidos como formato de respuesta, las puntuaciones 1 y 2 corresponderían a una capacidad menos favorable, las puntuaciones 3 y 4 corresponderían a un capacidad favorable de las empresas españolas en relación a las europeas.

De esta manera, a cada tema le corresponden cuatro modas (aquellas puntuaciones registradas con la mayor frecuencia entre los expertos consultados), una para cada capacidad juzgada.

Pues bien, para la selección de los temas del cuestionario en los que la posición de las empresas españolas es más favorable, se ha optado por recurrir al Índice de Posición (Ip) resultante de la suma de las cuatro modas obtenidas para las cuatro capacidades propuestas al juicio de los expertos. De esta manera respetamos los valores discretos que aparecen en el formato de respuesta del cuestionario.

Así, se obtienen unos valores, para el Ip, que pueden variar en el intervalo [4, 16], que correspondería al mínimo posible (cuatro valores de 1 en las cuatro modas) y al máximo posible (cuatro valores de 4 en las cuatro modas).

Para la interpretación de los resultados se han establecido los siguientes sub-intervalos de variación para este índice:

$I_p \in [4,6]$ : Posición muy desfavorable.

$I_p \in [7,9]$ : Posición desfavorable.

$I_p = 10$ : Posición media.

$I_p \in [11,13]$ : Posición favorable.

$I_p \in [14,16]$ : Posición muy favorable.

A la vista de la ordenación de los temas (excluidos los temas de naturaleza legislativa para los cuales se bloqueó la respuesta) según el valor

de este índice, mostrado en la **figura III-2**, se puede apreciar que para veintitres de los treinta y siete temas en los que era posible responder a esta variable, el índice es menor que 9, lo cual indica una posición claramente desfavorable. Además hay un grupo de cinco temas con un valor del índice igual a 10, para los que la posición de las empresas españolas es comparable a la de las europeas. Finalmente, un grupo de nueve temas ha obtenido un valor del índice entre 11 y 12 para los cuales la posición de España podría ser entendida como favorable. No hay temas en el cuestionario para los cuales el valor del índice sea mayor que 12.

Nosotros vamos a resaltar los temas que han obtenido un valor del índice de 11 y 12.

Nº de Tema	Tema	Índice de posición	Limitaciones/ Naturaleza	Fecha de materialización
11	Las empresas del sector agroquímico adaptarán sus plantas de producción para hacerlas más flexibles y versátiles, de forma que sea posible efectuar suministros inmediatos a la demanda (en número y presentación), manteniendo el volumen de facturación.	12	Tecnológicas	1999-2004
21	El <i>Sistema de Gestión Integrada</i> (mínimo número de tratamientos y mínimo número de combinaciones de principios activos para obtener el máximo rendimiento en el control de plagas), será de aplicación generalizada en el sector agroquímico en España en...	12	Tecnológicas	2005-2009
13	Hasta un 20% de los recursos de I+D se concentrarán en el desarrollo y/o mejora de las formulaciones y presentaciones de los productos (microencapsulados, emulsiones, suspensiones coloidales, gránulos dispersantes..).	11	Tecnológicas	1999-2004
16	Los productos formulados con disolventes "no verdes" (tolueno, xileno, monoclorobenceno..) se habrán retirado del mercado hasta en un 50% en...	11	Tecnológicas	2005-2009
20	Las diferencias tecnológicas y de calidad existentes entre los distintos Estados miembros de la UE desaparecerán en la medida que ya lo han hecho las barreras comerciales dentro del Mercado Unico Europeo.	11	Tecnológicas	1999-2004
22	Las empresas del sector permanecerán en el mercado, independientemente de su tamaño, en la medida en que sean capaces de controlar, en sus propias instalaciones, la calidad de los principios activos y de los productos acabados.	11	Tecnológicas	2005-2009
34	Las pre-jubilaciones en las industrias, supondrán la entrada en el sector agroquímico de jóvenes mejor preparados, con cualificaciones técnicas y de gestión del nivel FPII, lo cual propiciará un incremento de la competitividad del sector agroquímico en España.	11	Económico-sociales	1999-2004
35	Los agricultores jóvenes que vayan incorporándose a la agricultura española supondrán un reciclaje de las cualificaciones mínimas de la mano de obra (al nivel de FPII), con lo que la aplicación de los productos fitosanitarios se realizará de una manera más racional.	11	Económico-sociales	2005-2009
36	El actual sobredimensionamiento de las plantas de fabricación en las grandes compañías, será corregido mediante la acción combinada de la especialización de la producción y el incremento de volumen de negocio de las compañías maquiladoras (PYMES) para pequeñas producciones.	11	Económico-sociales	1999-2004

Todos estos temas ya han sido discutidos en los apartados anteriores:

Los temas 11, 20, 13 y 22 están incluidos en la selección de los 15 temas más relevantes para el Desarrollo Industrial (ver **Apartado 4**). Los tres primeros (11, 20, 13) se materializarán en el horizonte 1999-2004, y el último (22) en el horizonte 2005-2009.

Los temas 35, 16 y 21 están incluidos en la

selección de los 10 temas más relevantes para la Calidad de Vida y el Entorno (Ver **Apartado 5**). Todos ellos materializables en el horizonte del 2005 al 2009.

Los temas 34 y 36 están incluidos en la selección de los 10 temas más importantes para el Empleo (Ver **Apartado 6**). Ambos se materializarán entre el año 1999 y el 2004.

## VI. 8. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DELPHI.

Los temas discutidos en este informe suman un total de 41. La primera conclusión general que debería tomarse en consideración, es que DE LOS 46 TEMAS PRESENTADOS, COMO MÍNIMO 41 SE CONSIDERAN RELEVANTES PARA EL SECTOR.

### A. DESARROLLO INDUSTRIAL. Investigación y Desarrollo.

#### Periodo 1999-2004:

Los costes de I+D se incrementarán en aras a una mejor caracterización de las propiedades de los formulados (tema 24), desapareciendo las diferencias de calidad entre los distintos países de la UE (tema 20).

Las plantas de producción serán más flexibles y versátiles, para hacer posible un suministro rápido (tema 11), se basarán en procesos discontinuos y relativamente poco automatizados (tema 10).

Los productos genéricos del sector, presentarán nuevas oportunidades de negocio bajo la forma de formulaciones asociadas a alta tecnología o a nuevos sistemas de aplicación patentables (tema 18). Precisamente una importante cantidad de los recursos de I+D se concentrarán en el desarrollo o mejora de formulaciones y presentaciones de productos (tema 13).

#### Periodo 2005-2009:

Las empresas permanecerán en el mercado, independientemente de su tamaño, en la medida que sean capaces de controlar en sus propias instalaciones la calidad de los principios activos y de los productos acabados (tema 22).

La incorporación de semillas transgénicas no cambiará la estructura de la demanda, avanzando en paralelo los productos fitosanitarios para cultivos tradicionales y para cultivos transgénicos, siendo esto una importante oportunidad para I+D (tema 23).

Las plantas de fabricación se especializarán y habrá una reducción de catálogos de productos ofertados por cada empresa (tema 14). Se incrementarán la fabricación de productos formulados específicos para cada cultivo (tema 19).

### B. CALIDAD DE VIDA Y ENTORNO. Medioambiente

#### Periodo 1999-2004:

Se incorporarán dispositivos en los envases para facilitar al agricultor la información sobre especificaciones, dosificación y modo de empleo (tema 25).

La conversión de los envases en residuo urbano mediante la técnica del triple enjuague será una realidad (tema 41)

#### Periodo 2005-2009:

Desarrollo en España de una red de infraestructuras y organizaciones capaces de asumir competitivamente la gestión y tratamiento de residuos industriales procedentes de fabricantes y agricultores (tema 43). Se aplicarán Ecotasas en España para penalizar el riesgo toxicológico (tema 44). La presión ambiental sobre las empresas será la misma independientemente del tamaño y localización en España o en la UE (tema 46).

Agilización de los trámites administrativos para el registro de productos fitosanitarios en España y en la UE (tema 06).

Habrà una cuantificación racional de los riesgos implícitos en el uso de los productos fitosanitarios, para otorgarle su verdadera dimensión. En este sentido la percepción social del sector se verá mejorada (tema 38), dedicando la Administración Comunitaria parte del presupuesto destinado a agricultura para esta finalidad informativa (tema 39).

La cantidad de residuos procedentes de productos fitosanitarios sobre alimentos, permiti-

da por la ley, se verá substancialmente reducida (tema 45). Los productos formulados con disolventes «no verdes» se habrán retirado del mercado en un 50% (tema 16).

El sistema de Gestión Integrada de los productos fitosanitarios será de aplicación generalizada (tema 21).

### C.- ECONOMIA Y EMPLEO.

#### Periodo 1999-2004:

La financiación de los stocks deberá ser repartido proporcionalmente a la capacidad, a lo largo de la cadena de valor (tema 30).

El mercado de las formulaciones agroquímicas estará dominado en un 70% del volumen del mercado por las grandes empresas que fabrican los principios activos y los formulan dentro de su especialidad (tema 26). Se mantendrá el mismo volumen de facturación (tema 11). El empleo disminuirá en un 20% (tema 31).

Las PYMES españolas establecerán acuerdos de colaboración para que sus intereses estén representados en el sector (tema 37). Asimismo las redes de comercialización de la PYMES españolas se profesionalizarán, ampliando la cobertura comercial (tema 32). Además, las PYMES verán incrementado su volumen de negocio gracias a pequeñas fabricaciones que las grandes empresas renunciarán a hacer, debido a su tendencia a la especiali-

zación (tema 36). Las Pymes sufrirán un proceso de concentración del 50% (tema 27).

Las prejubilaciones supondrán la entrada en el sector industrial agroquímico de jóvenes mejor preparados con cualificaciones técnicas de nivel FP II, incrementando la competitividad del sector (tema 34).

#### Periodo 2005-2009:

Las grandes empresas multinacionales del sector, fabricantes de principios activos y formulados, cerrarán hasta un 20% de sus plantas en España y se quedarán sólo como distribuidoras de productos (tema 29).

Todo el sector agroquímico experimentará una reducción del orden del 20% del número actual de empresas que es de 300 (tema 28). Las empresas europeas perderán un 25% de la cuota de mercado en favor de productos procedentes de países cuyos factores de producción son más baratos (tema 40).

Los agricultores jóvenes tendrán una formación mínima equivalente a FP II, aplicando los productos fitosanitarios de una manera más racional (tema 35). La población activa dedicada a la agricultura disminuirá en un 25% (tema 33).

Reducción de las ayudas comunitarias, dando lugar a un proceso de tecnificación e intensificación (tema 07).

## VI.9. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DEPHI: ELABORACIÓN DE ESCENARIOS.

Gracias a los resultados obtenidos con la aplicación del cuestionario *Delphi*, tenemos a nuestra disposición una selección de hipótesis de futuro especializadas sobre las tendencias tecnológicas que a juicio de la mayoría de los expertos consultados, tienen una mayor probabilidad de materializarse a medio-largo plazo. El paso siguiente consiste en elaborar e interpretar de forma más completa esta información, de forma que resulte más útil para el propio subsector y para la Administración.

Con este objetivo fue organizada una reunión de trabajo en el IQS, el 12 enero del año 2000, convocando a un número reducido de expertos, aquellos que se habían mostrado más participativos durante la ejecución del estudio *Delphi*. Durante esta jornada se procedió a la elaboración de escenarios de futuro.

El escenario de futuro más probable, finalmente elaborado, recoge coherentemente las aportaciones de cada uno de los grupos de trabajo constituidos, respetando las relaciones causa-efecto establecidas por los expertos. A pesar de tratarse de un pronóstico único su trama se desarrolla sobre tres argumentos explicitados derivados de

tres choques motores con consecuencias en ocasiones complementarias:

***El primero de ellos posee claros matices medioambientales, y configura una trama de acontecimientos que resultarán relevantes sobre la calidad de vida y el entorno. Sin duda es el argumento mas indefinido del escenario configurado por los expertos, y es el que se sitúa en el horizonte temporal más lejano.***

***El segundo es un acontecimiento de naturaleza económica, que da lugar a una secuencia de acontecimientos con importantes repercusiones sobre el empleo y la estructura económica del sector.***

***El tercero es una acontecimiento de implicaciones tecnológicas. De él arranca una trama de acontecimientos cuya materialización repercutirá sobre el desarrollo industrial.***

Entendemos que el resultado de la jornada satisface plenamente el test de bondad del escenario. Se trata de un escenario futuro creíble, reconocible desde señales en el presente, consecuente, desafiante e internamente consistente.

## **RACIONALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DEL USO DE LOS PRODUCTOS FITOSANITARIOS (HACIA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE).**

El escenario de futuro más probable a juicio de los expertos (pronóstico), se enmarca en una doble premisa socioeconómica; por una lado, la globalización del sector, que ocasionará la reducción de la cuota de mercado de las empresas europeas a favor de la producción procedente de países cuyos factores de producción sean más baratos (1999-2009); por otro, la creciente incorporación de una correcta gestión del medio ambiente en las políticas económicas de los países industrializados (1999-2004).

En este contexto, son tres choques motores, con consecuencias en ocasiones complementarias, los que ponen en marcha el escenario futuro de la Agroquímica (fitosanitarios) en España:

***I. La Administración Comunitaria dedicará parte del presupuesto de la Política Agraria Común, a campañas de difusión/comunicación dirigidas a los agricultores, basadas en el establecimiento de vínculos entre potenciales beneficios y los riesgos de los productos fitosanitarios (1999-2009).***

Como consecuencia de ello los jóvenes agricultores que vayan incorporándose a la agricultura española estarán mejor cualificados (formación mínima al nivel de FP II), con lo que la aplicación de los productos fitosanitarios se realizará de una manera más racional (2005-2009). La propia mejora en la formación de los agricultores será el vehículo que hará posible la aplicación generalizada del Sistema de Gestión Integrado en todo el sector (2005-2009). En definitiva, el advenimiento de la sociedad tecnológica propiciará la cuantificación racional de los riesgos implícitos en el uso de productos fitosanitarios, para otorgarle su verdadera dimensión, así, la percepción social del sector se verá sustancialmente mejorada (2005-2009).

***II. Recorte sustantivo (por encima del 50%) de las ayudas pública al sector agrario español (1999-2009).***

Como consecuencia de ello, la población activa española dedicada a la agricultura disminuirá un 25% (1999-2009) y la utilización de las tierras para fines agrícolas será corregida a la baja con la consiguiente reducción en el consumo de productos fitosanitarios (1999-2004). Las pre-jubilaciones en las industrias, supondrán la entrada en el sector agroquímico de jóvenes mejor preparados, con cualificaciones técnicas y de gestión, lo cual repercutirá favorablemente en la competitividad del sector (1999-2004).

Como resultado de la reducción del consumo de productos fitosanitarios, el sector agroquímico sufrirá un proceso de concentración (1999-2004). La CONCENTRACIÓN del sector agroquímico, junto a la MEJORA DE LAS CUALIFICACIONES TÉCNICAS de los jóvenes que vayan incorporándose a la industria, son, de hecho, nexos de unión entre este argumento y el siguiente que se expone a continuación.

***III. Incremento de los requerimientos mínimos exigidos para el REGISTRO de nuevos productos fitosanitarios (1999-2004).***

Este hecho, en combinación con la reducción de residuos procedentes de productos fitosanitarios sobre los alimentos permitida por la ley (1999-2009), ocasionará un fuerte incremento de los costes de I+D, que se destinarán a la exhaustiva caracterización de los formulados (ensayos toxicológicos, efectos secundarios, impurezas..) (1999-2004), y al desarrollo y/o mejora de las formulaciones y de las presentaciones de los productos (microencapsulados, emulsiones, suspensiones coloidales, gránulos dispersantes...) (1999-2004).

## Comentarios Adicionales

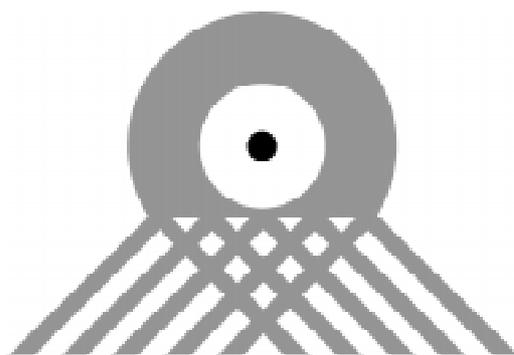
Al finalizar la Jornada era evidente entre los expertos asistentes cierta sensación no muy optimista frente a un futuro que, tras el debate de clausura, se mostraba complejo.

Como conclusión se les solicitó que propusieran verbalmente los términos en los que el Ministerio de Industria y Energía (promotor de este estudio) y la Administración en general podían facilitar el desarrollo de este subsector químico. Las aportaciones de los expertos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Gestión de envases de productos fitosanitarios vacíos: es un problema candente, aunque mal dimensionado, que está afectando a los agricultores, pero que en última instancia revierte en los fabricantes que los han introducido en el mercado. Urge un estudio y solución.
- Tratamiento de los residuos tóxicos generados por las empresas. Es necesario el diseño e implementación de un plan para su gestión de cobertura nacional (en paralelo o com-

plementado por las actuales acciones adoptadas por algunas Comunidades Autónomas).

- En el marco de la Política Agraria Común, es imprescindible que las circunstancias climatológicas e hídricas de los países del norte de Europa no discriminen al resto a la hora de legislar. Las leyes deben contemplar ciertos márgenes de adecuación en función de las características particulares de los diferentes suelos y climas europeos.
- Es importante combatir y evitar la erosión y la desertización del suelo español.
- Los cultivos especiales (olivo, vid, floricultura) deben ser respaldados mediante el concurso coordinado de las Administraciones pertinentes.
- La opinión pública debe comenzar cuanto antes a ser consciente de que el uso de productos fitosanitarios es imprescindible para mantener la productividad del sector agrario y debe saber que la seguridad de estos productos está, actualmente, mucho más garantizada que la de los que se empleaban hace 20 años.



TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA  
COMUNICACIÓN:  
***ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE LAS TIC Y  
LA EMERGENTE ECONOMÍA DIGITAL***

## VII.1. INTRODUCCIÓN: LA NUEVA ECONOMÍA DIGITAL Y EL COMERCIO ELECTRÓNICO

En este apartado se describen, en primer lugar, los principios básicos de la denominada Nueva Economía Digital, esto es, una nueva realidad económica que está emergiendo con fuerza en los países occidentales más desarrollados.

Más adelante se realiza una descripción de lo que entendemos por Comercio Electrónico, se estudian las principales modalidades que puede adoptar, se indican cuáles son las previsiones de crecimiento del mismo para los próximos años y, por último, se analizan las ventajas que ofrece a los agentes económicos y sociales, así como los problemas que plantea su aplicación en la práctica.

### VII.1.1. La Nueva Economía Digital

En los últimos años diversos autores (p.e. Castells, Levy, Martin, Saphiro y Tapscot, entre otros) argumentan que los países occidentales más desarrollados se encuentran en un proceso de gestación de una Nueva Economía. Esta nueva economía se caracterizaría por la aplicación generalizada de la información y el conocimiento, tanto en los procesos productivos como en las transacciones comerciales.

El desarrollo de esta Nueva Economía es posible gracias a la difusión masiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en general, y el uso generalizado de la red Internet,

en particular. Puesto que todas ellas se basan en el uso de sistemas electrónicos digitales, la Nueva Economía se ha bautizado además con el adjetivo de Digital, en honor de la tecnología electrónica digital que la hace posible.

La Nueva Economía Digital constituye un fenómeno emergente que está teniendo un impacto creciente sobre las actividades económicas de los países más industrializados, así como sobre la manera en cómo se interrelacionan los diferentes agentes públicos y privados en el mercado. Por este motivo, es un tema que ocupa y preocupa a los principales agentes públicos y privados del mundo industrial desarrollado.

El crecimiento espectacular que el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación está teniendo en todo el mundo, junto con su contribución al crecimiento de las economías de los países más avanzados, mueve a dichos agentes a analizar la naturaleza del nuevo sector, su evolución y los factores que determinan la lógica de esta Nueva Economía que, a primera vista, rompe los esquemas económicos tradicionales a los cuales estábamos acostumbrados.

En efecto, el proceso de difusión de la llamada revolución digital se está difundiendo a mucha mayor velocidad que lo hicieron anteriormente otros desarrollos tecnológicos, como lo fueron la implantación de la energía eléctrica o el teléfono, por poner unos pocos ejemplos. En la actua-

lidad, más de 200 millones de personas de todo el mundo, que no conocían la red Internet hace tan sólo 5 años, hoy la utilizan regularmente para enviar y recibir correo electrónico, buscar y generar información, así como para realizar compras a través de la red, en algunos casos (ver, por ejemplo, los “*Nua Internet Surveys*”). Por otra parte, la participación porcentual del sector de las TIC en el Producto Interior Bruto (PIB) no para de crecer en los países occidentales más avanzados. En los EE.UU., por ejemplo, que es el país en donde esta Nueva Economía está más desarrollada, este porcentaje pasó del 4,9% en 1985, al 6,1% en 1990, para llegar al 8,2% en 1998 (U.S. Department of Commerce).

Además de ello, se estima que la contribución media del sector TIC al crecimiento económico de los EE.UU. durante los últimos años ha sido de alrededor del 33%, y actualmente este sector representa aproximadamente el 50% del total de las inversiones en bienes de equipo.

Por último, el U.S. Department of Commerce considera que la evolución a la baja de los precios de los productos del sector de las TIC contribuyen a una contención de la inflación, la cual es clave para la estabilidad económica de los países. Concretamente, el sector de las TIC contribuyó en EE.UU. en 1996 y 1997 a una reducción en el índice de precios de más de un punto, según la misma fuente.

Las cifras indicadas anteriormente señalan la importancia estratégica que la Nueva Economía Digital está empezando a tener para los países más desarrollados, así como la necesidad de conocer y comprender con mayor grado de detalle la nueva dinámica que está imprimiendo en las economías de todo el mundo. El simple análisis empírico, sobretodo de las experiencias que tienen lugar en EE.UU., nos permite avanzar algunos principios básicos de la Nueva Economía a la que hacemos referencia. Estos principios se resumen en el Cuadro 1.1.

**Cuadro 1.1. Principios básicos de la Nueva Economía Digital.**

1. Trata de Bienes Intangibles (información, conocimiento, capital intelectual).
2. Es una Economía que aprovecha la Potencia de la Red.
3. Hace desaparecer las Limitaciones del Tiempo y el Espacio.
4. Da lugar a Procesos de Innovación Permanente.
5. Incrementa la Digitalización de Productos y Servicios.
6. Modifica radicalmente la Cadena de Valor.
7. Hace posible Nuevos Modelos de Negocio.
8. Permite que las Transacciones Económicas sean más Eficientes.
9. Traslada el Poder de Negociación a los Clientes.
10. Hace que el Tiempo y la Atención sean ahora los Recursos Escasos.

En los apartados siguientes realizaremos una breve explicación de las principales características de cada uno de dichos principios.

### VII.1.1.1. *Trata de Bienes Intangibles*

Uno de los atributos característicos de la Nueva Economía es el hecho de que trata con elementos intangibles, tales como la información, el conocimiento y el capital intelectual de las personas. Por consiguiente, nos encontramos con un panorama económico distinto del tradicional, puesto cada vez se comercia más con “bits”, en lugar de con “átomos”.

Estos bienes intangibles –en especial el que hace referencia a la información– presentan unas características específicas que conviene resaltar. En primer lugar su transporte puede ser casi instantáneo a cualquier parte del mundo, a un coste muy bajo. Por otra parte no se consume con el uso, sino que es posible su reproducción de forma indefinida, así como el envío a terceras partes, sin que por ello merme su cantidad, calidad o contenido. Su uso no impide que otros puedan utilizarla también. Por consiguiente se trata de un bien que no escasea, sino que más bien tiende a la proliferación. Ahora bien, de forma análoga a un bien perecedero, tiende a hacerse obsoleto con el paso del tiempo, motivo por el cual pierde valor rápidamente. En este caso, más que la “propiedad” del bien, lo que se busca es tener “acceso” al mismo.

En el caso del conocimiento, se trata de otro bien intangible que podríamos definir como “la información incorporada a la propia cultura de las personas”. En este sentido, el nivel de formación de los ciudadanos, su creatividad y capacidad innovadora, o bien la cultura informacional existente en un territorio, representan algunos de los parámetros que determinan su capacidad de generación de riqueza en la Nueva Economía.

La conclusión evidente es que la mejor política económica y social es aquella que concede la máxima prioridad a las políticas educativas y a las inversiones en infraestructuras y sistemas que faciliten el desarrollo de la denominada “Sociedad de la Información”.

### VII.1.1.2. *Es una Economía que aprovecha la Potencia de la Red*

La globalización plena de la economía sólo es posible y sólo alcanza su plena implantación por

medio de la red –Internet sería su plasmación práctica– que permite interconectar cualquier lugar del globo de forma casi instantánea. En lugar de los esquemas tradicionales de conexión de “uno a muchos”, la red permite por primera vez interconectar “todos con todos”. Esto ya ocurre en la actualidad, de manera que confiere ventajas evidentes a todos aquellos agentes económicos, sociales y políticos que son conscientes de sus implicaciones.

La potencia de la red se hace todavía más evidente cuanto mayor es el número de personas y organizaciones conectadas a ella. Como afirma el enunciado de la ley de Metcalfe, el valor de una red es proporcional al cuadrado del número de nodos o puntos existentes en la misma. A este respecto es habitual poner el proceso de difusión del fax como ejemplo para explicar cómo el valor de uno de estos aparatos se vio multiplicado exponencialmente a medida que crecía el parque de aparatos instalados en todo el mundo. Lo mismo se puede decir ahora del correo electrónico. Se está convirtiendo rápidamente en el nuevo instrumento de comunicación universal para todas las personas y organizaciones.

Así como la sociedad industrial precisó de un conjunto de infraestructuras físicas en forma de red para su desarrollo –ferrocarril, carreteras, autopistas–, en estos momentos se requieren infraestructuras de telecomunicaciones de gran capacidad –las denominadas redes de “banda ancha”– para que la Nueva Economía se pueda desarrollar y alcance todo su potencial. Ésta es una responsabilidad que compete a los operadores de telecomunicaciones bajo la tutela de políticas públicas que garanticen un acceso en igualdad de condiciones a estas nuevas infraestructuras por parte de todos los ciudadanos y organizaciones.

### VII.1.1.3. *Hace desaparecer las Limitaciones del Tiempo y el Espacio*

La dinámica propia de la red y el uso de instrumentos de comunicación *asíncronos* –como es el caso del correo electrónico– hacen que en la práctica desaparezcan las limitaciones del tiempo y el espacio para la interrelación entre personas y organizaciones.

El hecho de que, por ejemplo, en el entorno empresarial cualquier cliente, proveedor o incluso un competidor se encuentre a la “distancia de un *click*” del *ratón* del ordenador, modifica radicalmente los referentes espacio-temporales que han conformado el sustrato cultural de la humanidad hasta el presente y da una idea de la magnitud del cambio al cual nos enfrentamos.

De esta manera, la empresa plenamente interconectada en red se constituye como un modelo de *empresa virtual*, la cual se caracteriza por un enorme potencial de reconfiguración permanente de sus alianzas con clientes, socios y proveedores, los cuales pueden ofrecerle continuas oportunidades de negocio. En este entorno tan dinámico, la creatividad y la innovación se erigen como valores que permiten aprovechar o no dichas oportunidades.

#### VII.1.1.4. *Da lugar a Procesos de Innovación Permanente*

El acelerado dinamismo de la Nueva Economía obliga, como se ha visto anteriormente, a una actitud permanente de innovación en el modelo de negocio, así como en todos los procesos asociados al mismo.

En este sentido las actividades de investigación, diseño y desarrollo de productos se aceleran, el concepto de ciclo de vida de los mismos se relativiza y lo que prima sobretodo es la renovación del portafolio, generando con ello crecientes dificultades para un adecuado retorno de las inversiones en I+D.

En este contexto se requieren formas organizativas que favorezcan la capacidad innovadora, además de estrategias de gestión del capital intelectual de las personas de la organización que fomenten su creatividad, así como la creación de nuevos perfiles profesionales que ejerzan como “provocadores de la innovación” en su seno.

A este respecto la multiculturalidad, la mezcla de personas que procedan de áreas geográficas diferentes, la constitución de equipos multidisciplinarios y, sobretodo, la eliminación de rigideces organizativas, serán factores impres-

cindibles para el fomento de la innovación en las organizaciones que operen en la Nueva Economía.

#### VII.1.1.5. *Incrementa la Digitalización de Productos y Servicios*

Actualmente asistimos a un rápido proceso de convergencia en los sectores de las telecomunicaciones, la informática y los medios de comunicación. Ello es posible gracias al progreso tecnológico en el área de digitalización de las señales, lo que permite que diferentes tipos de informaciones –textos, imágenes, datos, etc- puedan ser procesados por los mismos sistemas informáticos y ser transportados por las mismas redes de telecomunicaciones.

De esta forma se produce un creciente solapamiento entre actividades que tradicionalmente eran llevadas a cabo por agentes económicos pertenecientes a diferentes sectores. Como consecuencia de ello tienen lugar procesos de fusión o adquisición entre los actores presentes en sectores relacionados con las tecnologías de la información y los medios de comunicación.

Paralelamente tiene lugar un fenómeno de creciente digitalización en aquellos productos y servicios que se prestan a ello. Sería el caso de las industrias de contenidos (medios de comunicación, editoriales, *brokers* de información), audiovisuales (música y vídeo), empresas productoras de *software* (programas de ordenador) y servicios financieros por la red, entre otros. En estos casos, o bien el producto permite ser digitalizado y distribuido a gran escala en este formato, o bien se trata de bienes tangibles, cuya venta y distribución va acompañada de un amplio abanico de servicios de valor añadido (información, asesoramiento, soporte técnico, pago, etc.) suministrados a través de la red.

#### VII.1.1.6. *Modifica radicalmente la Cadena de Valor*

Una de las características más revolucionarias de la red –en la que, como hemos dicho, Internet es su plasmación práctica- es su capacidad para interconectar directamente los agentes presen-

tes en un mercado (compradores con vendedores, clientes con fabricantes, etc.) prescindiendo de intermediarios.

Tal y como se ha indicado anteriormente, la red acerca los consumidores a los productores a la “distancia de un *click*”, lo que representa una grave amenaza para el amplio sector de intermediarios propios de la sociedad industrial. Es lo que se denomina el proceso de “desintermediación”, es decir, que algunos eslabones intermedios de la cadena de valor pueden desaparecer o bien ver modificado su papel. Un ejemplo de ello, entre muchos otros, lo constituye el sector de las agencias de viaje, amenazadas por la venta directa de billetes de avión a clientes finales por parte de las propias compañías aéreas.

Sin embargo, y como sucede muy a menudo, esta amenaza comporta también una oportunidad de transformación hacia nuevas formas de intermediación, lo que se denomina como proceso de “re-intermediación”, es decir, la aparición de nuevos intermediarios con roles y valores añadidos distintos de los tradicionales. Un ejemplo de ello lo constituyen los denominados *infomediarios*, los cuales son operadores presentes en un mercado determinado y que disponen de la información necesaria, tanto de la oferta (productores, fabricantes, etc.), como de la de-

manda (distribuidores, empresas, etc.), para llevar a cabo transacciones comerciales en los denominados mercados electrónicos (*e-marketplaces*).

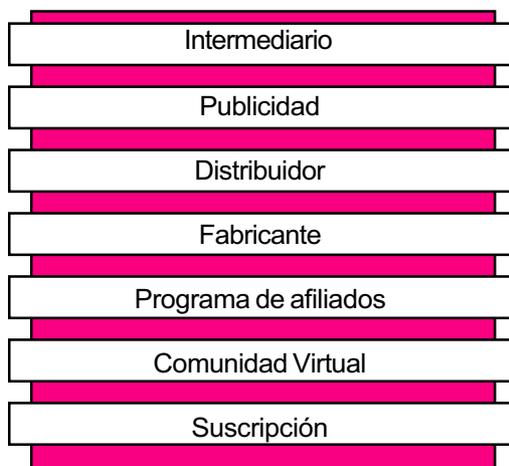
#### VII.1.1.7. Hace posible Nuevos Modelos de Negocio

Otra de las capacidades revolucionarias de la red la constituye el hecho de que gracias a ella es posible concebir e implantar nuevos modelos de negocio, entendiendo por este concepto nuevas formas organizativas y estructuras empresariales que generen ingresos y sean sostenibles con el tiempo.

Para ello, un aspecto-clave lo constituye(n) la(s) fuente(s) de ingresos que ofrezca cada uno de dichos modelos. De hecho, la experiencia práctica está demostrando que gracias a la red son posibles otros modelos de negocio empresariales distintos de los convencionales.

Algunos autores (p.e. Michael Rappa, entre otros) identifican varios modelos de negocio posibles, con diferentes variantes para cada una de ellos. En el Cuadro 1.2. se indican, a modo de resumen, algunos de los modelos de negocio más extendidos en Internet actualmente.

**Cuadro 1.2. Modelos de negocio más extendidos en Internet.**



En el modelo *intermediario* este agente es el encargado de generar el mercado: pone en contacto compradores con vendedores y facilita las transacciones entre ellos. Las transacciones pueden ser de “empresa-a-empresa” (B2B), de “empresa-a-consumidor” (B2C), o de “consumidor-a-consumidor” (C2C). La fuente de generación de ingresos para el intermediario lo constituyen las comisiones por cada una de las transacciones que llevan a cabo de forma efectiva dichos agentes. Algunas de las posibles variantes de este modelo son las siguientes: intermediación completa entre comprador/vendedor, bolsa de intercambio, agregador de compradores, distribuidor, centro comercial virtual (*mall*), intermediación en subastas, subastas inversas, anuncios clasificados, agentes de búsqueda en la red, modelo de registro de usuarios y sistemas basados en recomendaciones.

El modelo *publicidad* es una extensión del modelo de financiación mediante publicidad existente en los medios de comunicación tradicionales. En este caso el promotor de la web proporciona contenidos, habitualmente gratuitos, y otros servicios como e-mail, chats y fórums, intercalados con los mensajes publicitarios (*banners*). Los contenidos pueden ser generados por el propio promotor o ser generados por terceros. Dado que la publicidad constituye la única o la mayor fuente de ingresos para el promotor, es preciso que genere mucho tráfico para ser rentable. Algunas de las posibles variantes de este modelo son las siguientes: portal generalista, portal personalizado, portal especializado, marketing mediante incentivos, información o servicios gratuitos y venta de productos al precio de coste.

El modelo *distribuidor* responde al mismo esquema convencional que el de un mayorista o distribuidor del mundo real. El distribuidor ofrece sus productos en la web a precios de lista o bien mediante subasta. En algunos casos puede darse que el establecimiento sea sólo virtual, es decir, que no exista(n) un(os) establecimiento(s) equivalente(s) en el mercado real. Algunas de las posibles variantes de este modelo son las siguientes: vendedor virtual, vendedor por catálogo, vendedor con presencia en la red y en el mundo real y vendedor de productos digitales (*software*, música, información, etc).

El modelo *fabricante* es aplicable en aquellos casos en que una empresa adopte la estrategia

de vender directamente sus productos en la red, sin necesidad de contar para ello con la intervención de mayoristas o distribuidores. Se argumenta que con ello se obtienen reducciones de costes, se mejora el servicio al cliente y se aumenta al mismo tiempo la eficiencia global de los procesos de negocio. Este modelo puede ser ventajoso en algunos casos –por ejemplo en el caso de comerciar con productos perecederos-, aunque con frecuencia presenta el inconveniente de generar conflictos con los canales de distribución habituales del fabricante.

El modelo de *programa de afiliados* consiste en generar tráfico hacia la web de una empresa vendedora a partir de *banners* o anuncios situados en las webs de las organizaciones afiliadas. Cada vez que un internauta accede a la web de la empresa vendedora –después de haber *clicado* en un enlace de dichas webs afiliadas- y genera una compra, la empresa vendedora ofrece una comisión por ello a la organización de la web afiliada correspondiente. Se trata, por consiguiente, de un modelo que permite incrementar de forma muy significativa los posibles “puntos de entrada” a la web de la empresa vendedora, con muy poco gasto por su parte, generando al mismo tiempo un incentivo económico para las organizaciones afiliadas.

El modelo de *comunidad virtual* se basa en aprovechar la lealtad e implicación emocional de los usuarios de una web, sea comercial o no, ofreciendo una plataforma de comunicación y relación entre sus miembros. Además del efecto de fidelización que se consigue con ella, los propios usuarios pueden ser generadores de contenidos, los cuales normalmente son de gran valor e interés para el resto de miembros de la comunidad. Una vez que se obtiene una masa crítica suficiente de usuarios, es posible obtener ingresos en concepto de publicidad, aunque en muchos casos su mayor fuente de ingresos procede de ingresos por suscripción a servicios de máximo nivel y calidad (*premium services*). Algunas de las posibles variantes de este modelo son las siguientes: comunidad de un sector de negocios específico (comunidades “verticales”), comunidades vinculadas a un producto de una marca determinada (comunidades de clientes) y redes de conocimiento (comunidades de expertos y/o profesionales).

Por último, el modelo de *suscripción* consiste en que los clientes abonados a los servicios

ofrecidos en una web paguen una cuota periódica para acceder a los mismos. Para ello es preciso que los contenidos sean de gran interés y ofrezcan un valor añadido elevado. En ocasiones se ofrece una combinación de servicios básicos, de carácter gratuito, con otros de mayor calidad, que son de pago. En este caso el prestigio y la marca son factores-clave para el éxito de este modelo.

#### VII.1.1.8. Permite que las Transacciones Económicas sean más Eficientes

El rápido progreso tecnológico en el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, unido a su amplia difusión han llevado a especular sobre la posibilidad de una economía "sin fricciones", en la cual los costes de transacción tienden a cero, desaparecen las barreras de entrada en los negocios y los *stocks* presentes en el mercado se reducen al mínimo (OECD, 1999).

Algunos autores llegan a pensar incluso que el comercio electrónico eliminará, en un proceso de desintermediación, los intermediarios existentes en diferentes sectores, reduciendo drásticamente de esta forma los costes de transacción (Vlahos, 1998).

Por otra parte, estas reducciones de costes promoverá la entrada de nuevos contendientes, incrementando con ello la competencia y aumentando la presión para trasladar a los clientes las reducciones de costes en forma de precios más bajos. De esta forma se generará una dinámica de precios a la baja, produciéndose al mismo tiempo un desplazamiento del poder de negociación del fabricante al consumidor (Hagel y Armstrong, 1997).

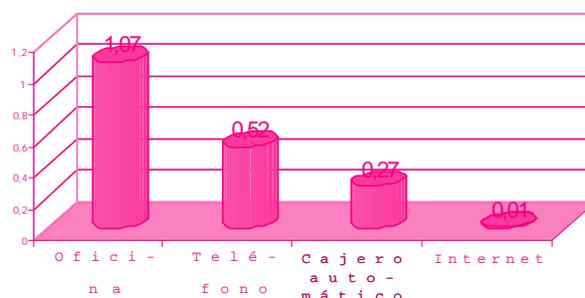
En general, se considera que el comercio electrónico puede mejorar de forma significativa la eficiencia de la economía, incrementar la competitividad de las empresas, mejorar la asignación de recursos y contribuir así a aumentar el crecimiento a largo plazo.

El impacto más visible del comercio electrónico sobre la eficiencia económica se observa en las reducciones de costes que conlleva. Estas reducciones de costes pueden ser de dos tipos: internas y externas a la empresa.

Desde el punto de vista de los costes internos, la implantación del comercio electrónico en una empresa comporta un cambio en su estructura de costes. Este cambio se traduce en una serie de reducciones de costes, las cuales se extienden desde el proceso de ventas (en el que se tienen en cuenta el coste de un establecimiento físico, el coste de realización de un pedido y el coste del servicio post-venta, etc.), hasta el proceso de compras (en el que se tienen en cuenta el coste de los *stocks* y el coste de la distribución), entre otros.

Desde el punto de vista de los costes externos de transacción con clientes y proveedores, la implantación del comercio electrónico comporta análogamente un cambio muy importante sobre la estructura de costes en la cadena de valor añadido de un sector. En cada uno de los eslabones de dicha cadena está presente un agente económico que proporciona un valor añadido en forma de bien o servicio. En muchos casos este servicio es intensivo en información, lo cual permite que se lleve a cabo la transacción (p.e. mediante servicios financieros o legales). En la Figura 1.1. puede verse un ejemplo de reducciones de costes de transacción, para el caso de una entidad financiera, según el canal a través del cual se lleva a cabo la transacción.

Fig. 1.1. Coste de una transacción bancaria (en dólares)



Fuente: Booz-Allen & Hamilton.

En otros casos, el comercio electrónico permite poner en contacto directamente los fabricantes con los consumidores, de forma que se eliminan los intermediarios, reduciendo así los costes globales de toda la cadena de valor. Esto es especialmente visible en el caso de productos intangibles (p.e. *software*, música, información, etc). Todo ello da lugar a importantes modificaciones de la cadena de valor tradicional y genera nuevas formas de transacción entre los agentes económicos, de acuerdo con los modelos de negocio indicados anteriormente.

#### VII.1.1.9. *Traslada el Poder de Negociación a los Clientes*

Anteriormente se ha comentado que la red modifica radicalmente la cadena de valor. Otro aspecto en que esta modificación se pone claramente de manifiesto es en el nuevo papel que otorga al usuario o consumidor, es decir, al agente que se encuentra al final de dicha cadena. Gracias a la red este último eslabón pasa a ser, de mero receptor, a agente que interviene activamente en el proceso de producción y de distribución, con lo cual pasa a adoptar un rol de agente dominante en la escena económica.

A este respecto, el cliente o consumidor accede a la información relevante para sus necesidades, lo que transforma los mercados en mercados de competencia casi perfecta, con el consiguiente cambio de poder en las relaciones entre la oferta y la demanda. Ello obliga a un cambio radical en las formas de producción, venta y relación con el cliente, que ya no es sólo el receptor de una oferta, sino que, de forma activa, accede a la información que le interesa y compra o negocia de acuerdo con esta nueva posición dominante. En este contexto está claro que se invierten las posiciones de dominio, pasando de conceptos como la fidelización del cliente –objetivo máximo del marketing tradicional, desde el punto de vista de la oferta-, a la necesidad de demostrar fidelidad al cliente para poder captar su atención.

#### VII.1.1.10. *Hace que el Tiempo y la Atención sean ahora los Recursos Escasos*

Para terminar con este decálogo de principios, conviene destacar el hecho de que ahora los recursos escasos en la Nueva Economía no son ya las materias primas, como lo eran en la economía tradicional, sino que en este nuevo con-

texto los recursos escasos pasan a ser el tiempo y la atención de las personas.

En un entorno tan cambiante como el de la red, caracterizado por un acelerado ritmo de cambios tecnológicos, así como de innovaciones continuas de productos, procesos y modelos de negocio, la velocidad pase a ser una variable clave y como consecuencia de ello tanto el tiempo como la atención se conviertan en factores críticos de éxito.

En definitiva, una de las claves para el éxito de una empresa o de un proyecto en Internet será la capacidad para atraer la atención del usuario internauta y hacerlo cada día, en cada momento. Por la sencilla razón de que dicho usuario tiene el mundo a sus pies a la “distancia de un *click*”, como ya se ha indicado. En este sentido, si una página web tarda demasiado en descargarse, está repleta de texto o no ofrece lo que busca el internauta, ofrece al mismo suficientes motivos para marcharse a otro lado y no volver más.

Por todos estos motivos, en el futuro sólo será posible retener al usuario si le ofrecemos valor en todo momento, lo que presupone disponer del producto o servicio adecuado que necesita, presentado de forma que le atraiga y despierte su interés. En definitiva fondo y forma: qué le ofrecemos y cómo se lo presentamos. En suma, estamos hablando de producto y forma de comunicación.

En cuanto al producto, parece claro que lo que funciona en la red es aquello que “es mejor que la realidad” (Cornella y Creus, 1999), es decir, que el usuario prefiere hacerlo u obtenerlo a través de la red, ya que le ofrece una serie de ventajas o a que, sencillamente, no es posible de otra forma.

En lo que se refiere a la presentación del producto, aquí tanto un buen diseño gráfico, como un lenguaje apropiado, más ágil e interactivo, para el nuevo entorno de la red, parecen ser elementos indispensables. Este deberá ser un área de investigación en los próximos años, partiendo del reconocimiento de que todavía nos encontramos en un estadio muy primitivo, que no aprovecha todo el potencial que ofrece el nuevo medio de comunicación.

## VII.1.2. El Comercio Electrónico

### VII.1.2.1. Definición. Introducción.

El Comercio Electrónico se puede definir, en un sentido amplio, como cualquier forma de transacción económica entre dos o más agentes basada en la transmisión de datos mediante redes de ordenadores y equipos de telecomunicaciones.

Si bien este concepto ya existe desde hace más de una década en entornos cerrados, sobretodo en lo que hace referencia al denominado Intercambio Electrónico de Datos (EDI), recientemente tiende a asimilarse a su aplicación en entornos abiertos, y más concretamente a la red Internet, la red de redes por excelencia.

Según esta definición, un sistema de comercio electrónico tendría como misión poner en contacto electrónicamente a un comprador con un vendedor y llevar a cabo la transacción económica, sin necesidad de interacción física "in situ" entre ambas partes.

El concepto de comercio electrónico abarca no sólo el acto de compra-venta de bienes y servicios a través de la red, sino que habitualmente incluye también un conjunto de actividades previas y posteriores a la venta como son: la publicidad, el marketing, la búsqueda de información

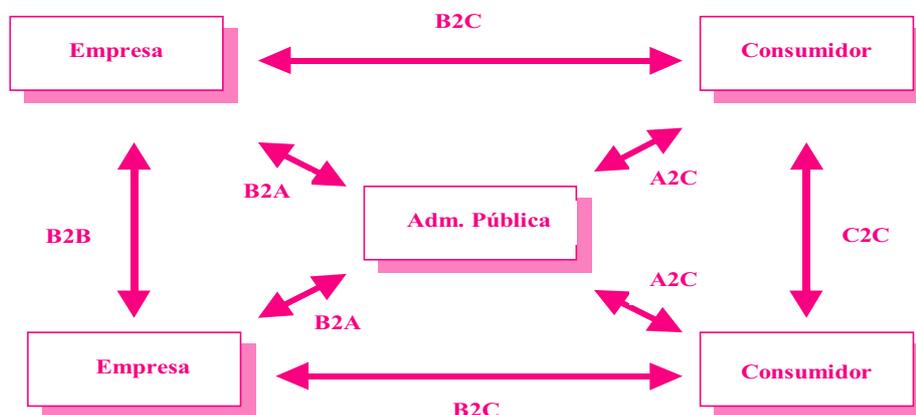
sobre productos, el proceso de negociación sobre precio y otras condiciones de venta, el servicio de atención al cliente antes y después de la venta, así como la realización de trámites comerciales (procesos de pedido, envío, cobro, etc.).

En este sentido, mientras que el comercio tradicional ha estado vinculado al intercambio de bienes y servicios mediante pagos con moneda u otros medios, en el caso del comercio electrónico se añade una nueva dimensión, que es la del intercambio de información asociada a la transacción entre las partes. "Esta información es la constituida por la información sobre bienes, la información sobre servicios y la información sobre los medios de pago, relacionados con una transacción. La información es a partir de ahora el verdadero sujeto de toda transacción y el eje sobre el que se irá desarrollando un nuevo mercado" (Escobar, 1999).

### VII.1.2.2. Modalidades de Comercio Electrónico

Dependiendo de la tipología de los agentes económicos que intervengan en la transacción, el comercio electrónico puede adoptar diferentes modalidades. Pueden distinguirse tres grandes grupos de usuarios: empresas, consumidores y Administraciones Públicas. En la Figura 1.2. se indican los cinco tipos posibles de relaciones comerciales que pueden establecerse entre ellos.

Fig. 1.2. Posibles modalidades de Comercio Electrónico.



En esta figura se observa que pueden darse las cinco modalidades de comercio electrónico indicadas en el Cuadro 1.3.

**Cuadro 1.3. Posibles modalidades de Comercio Electrónico.**

<b>Entre empresas o B2B</b> ( <i>Business to Business</i> )
<b>Entre empresa y consumidor o B2C</b> ( <i>Business to Consumer</i> )
<b>Entre consumidor y consumidor o C2C</b> ( <i>Consumer to Consumer</i> )
<b>Entre empresa y la Administración o B2A</b> ( <i>Business to Administration</i> )
<b>Entre la Administración y ciudadano o A2C</b> ( <i>Administration to Citizen</i> )

Si bien es posible técnicamente que se puedan establecer transacciones electrónicas entre los diferentes agentes indicados, en la práctica las modalidades de comercio electrónico de empresa a empresa (B2B) y la de empresa a consumidor (B2C) son las que presentan unas perspectivas de mayor grado de desarrollo, motivo por el cual nos centraremos exclusivamente en ellas en este estudio de prospectiva.

El comercio electrónico entre empresas o B2B es el que acostumbran a llevar a cabo las empresas para realizar transacciones propias de su negocio. Es un comercio sometido a las leyes que regulan su desarrollo tanto a nivel nacional como internacional. No obstante existe todavía una fuerte controversia sobre si las legislaciones comerciales aplicables lo son del país de origen o del de destino, o bien cuál es la fiscalidad aplicable en cada caso, entre otros aspectos legales pendientes de resolución a escala global. Éste es un aspecto muy importante que, como se verá, será subrayado más adelante en el estudio.

En cualquier caso, el comercio electrónico B2B se realiza normalmente entre empresas, en una relación de cliente-proveedor, sometidas a un marco regulado contractualmente. En este caso algunas de las aplicaciones más importantes hacen referencia a la gestión de proveedores, existencias, distribución y pagos, entre otras.

En cuanto al comercio electrónico entre empresa y consumidor o B2C, es la modalidad a la que habitualmente se hace referencia cuando se habla de comercio electrónico. Se lleva a cabo a

través de la red Internet, la cual aporta a este tipo de transacciones una serie de características propias como son: la *interactividad*—en base a la interacción continua que se establece entre comprador y vendedor—, la *espontaneidad*—las operaciones se realizan a iniciativa del consumidor, que pasa a tener un papel activo en la transacción—, y la *globalidad*—en el sentido que se trata de un sistema abierto a todo tipo de personas y organizaciones de todo el mundo—. En este caso un elemento clave es la confianza que el sistema ofrece al consumidor, sobretodo en lo que hace referencia a los procesos de pago, envío del bien adquirido y servicio post-venta. Más adelante, en el estudio nos referiremos a los factores que actúan como obstáculos o inhibidores de esta modalidad de comercio.

En ocasiones se distingue entre comercio electrónico cerrado y comercio electrónico abierto. El elemento diferencial entre ellos estriba en que, mientras en el comercio electrónico cerrado se llevan a cabo las transacciones comerciales a partir de acuerdos previos entre organizaciones con el fin de intercambiar datos y documentos, en el caso del comercio electrónico abierto no se da la existencia de tales acuerdos previos entre las partes.

El comercio electrónico cerrado es el que suelen practicar las empresas entre ellas (B2B) o en relación con la Administración (B2A), muchas veces en base a estándares de intercambio de datos, tales como EDI, propios o específicos de un sector determinado. Por su parte, el comercio electrónico abierto es el que suelen practicar

las empresas con los consumidores (B2C), los consumidores entre ellos (C2C) o la Administración con los ciudadanos (A2C), mediante aplicaciones que no responden a ningún estándar específico.

No obstante, la distinción anterior tiende a desaparecer, a medida que el uso de la red Internet se va extendiendo y generalizando en todo el mundo. Dado el carácter abierto de la misma, el comercio electrónico que se desarrolla sobre ella tiende a ser también de carácter abierto, sin menoscabo de que en aquellos casos en que es preciso un sistema de comercio electrónico cerrado, sean los propios mecanismos de acceso a las *webs* de las partes los que restrinjan su utilización sólo a las personas y organizaciones autorizadas.

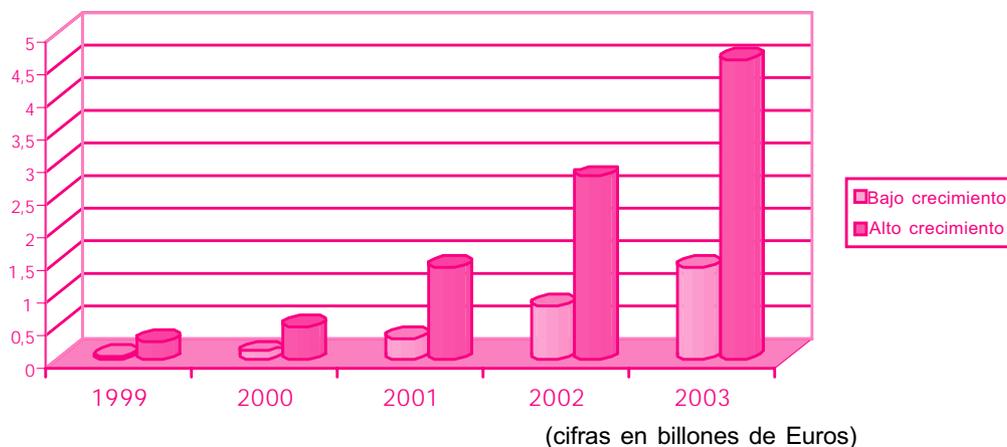
#### VII.1.2.3. Previsiones de crecimiento del comercio electrónico

Las previsiones de evolución y desarrollo futuro del Comercio Electrónico son bastante dispares,

sobretudo en lo que se refiere al volumen económico que va a mover en todo el mundo, dependiendo de la fuente que se tome como referencia. El único denominador común de todas ellas es el de que auguran un crecimiento espectacular del comercio electrónico para los próximos años, en especial del comercio electrónico entre empresas (B2B), que se estima vendrá a representar del 80% al 90% del volumen económico global manejado por este concepto. Éste es un aspecto que es coherente con los resultados obtenidos en el estudio de prospectiva, como se verá más adelante.

A este respecto, por ejemplo, la empresa consultora Forrester prevé que el volumen de ventas de bienes y servicios comercializados electrónicamente en todo el mundo en el año 2003 puede llegar a ser de hasta 4,5 billones de Euros -en un escenario de alto crecimiento-, o bien de unos 1,25 billones de Euros -en un escenario de bajo crecimiento-, como se puede ver en la Figura 1.3.

Fig. 1.3. Previsión de crecimiento del comercio electrónico en todo el mundo

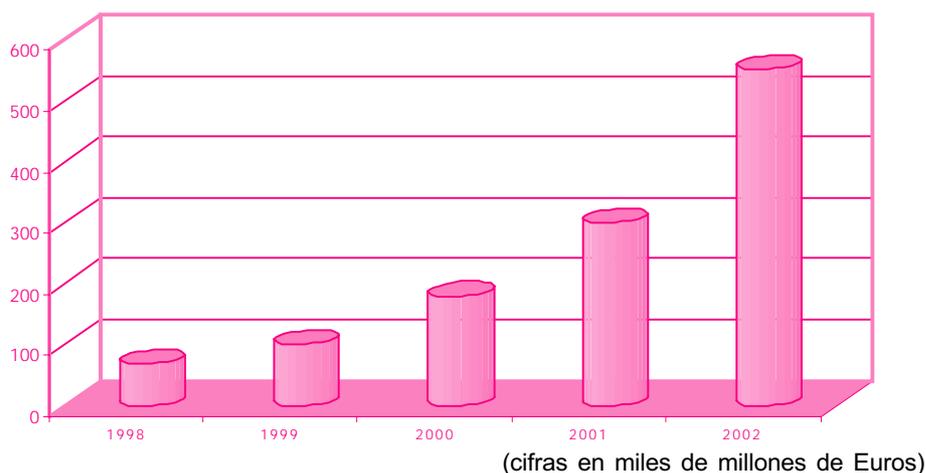


Fuente: Forrester Research Inc.

En el caso de Europa, según datos de la consultora Gemini Consulting, el volumen de comercio electrónico en la Unión Europea durante 1999 se ha estimado en unos 100.000 millones de Euros,

mientras que para el año 2002 se prevé que esta cifra se eleve hasta los 552.000 millones de Euros, como puede verse en la Figura 1.4.

**Fig. 1.4. Previsión de crecimiento del comercio electrónico en Europa**

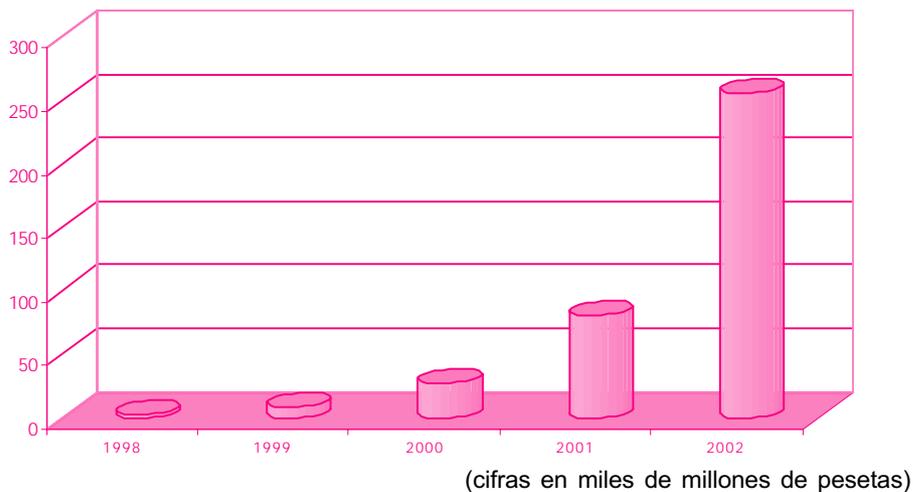


Fuente: Gemini Consulting (CONDRINET).

En el caso español, se espera que esta tendencia sea análoga, aunque evidentemente a una escala cuantitativa muy inferior. Mientras que en 1999 se vendieron electrónicamente en España productos y servicios por valor de 8.500 millones de pesetas, lo que representa un cifra muy mo-

desta, para el año 2002 la Asociación Española de Comercio Electrónico (AECE) prevé que se moverán en España un total de 255.000 millones de pesetas a través del comercio electrónico, como se muestra en la Figura 1.5.

**Fig. 1.5. Previsión de crecimiento del comercio electrónico en España**



Fuente: AECE (años 2000 y 2001 estimaciones propias).

#### VII.1.2.4. Aparición de nuevos intermediarios

El desarrollo completo del comercio electrónico requiere de la participación de numerosos intermediarios que lo hacen posible, en particular en el caso del comercio electrónico abierto. Estos intermediarios satisfacen los requerimientos que

se precisan en cada una de las “capas” o estratos de los diferentes modelos tecnológicos y económicos que lo hacen posible. En el Cuadro 1.4. se indica la tipología habitual de dichos intermediarios.

**Cuadro 1.4. Intermediarios presentes en los diferentes modelos de Comercio Electrónico**

<b>Intermediarios relacionados con infraestructuras, tecnologías y sistemas físicos</b> (proveedores de <i>hardware</i> , <i>software</i> , operadores de telecomunicaciones, servicios de conexión a la red, alojamiento y desarrollo de <i>webs</i> , etc.)
<b>Intermediarios relacionados con la gestión de la información</b> (buscadores, directorios, portales horizontales, portales verticales, <i>agentes</i> de búsqueda de información en la red, agencias de publicidad y marketing, etc.)
<b>Intermediarios relacionadas con la gestión de las transacciones</b> (bancos, entidades financieras, entidades emisoras de tarjetas de crédito, agencias de certificación, hipermercados virtuales, etc.)

Teniendo en cuenta que la implantación de una solución de comercio electrónico en una empresa requiere la intervención de varios de dichos intermediarios, es fácilmente comprensible que su aplicación comporte en la práctica una gran complejidad, tanto técnica como organizativa. Más adelante, en el estudio de prospectiva nos referiremos de forma más detallada a los factores que actúan como frenos o barreras para su desarrollo.

#### VII.1.2.5. Ventajas y problemas del Comercio Electrónico

El Comercio Electrónico presenta una serie de ventajas y problemas, como toda innovación de carácter tecnológico. En los párrafos siguientes nos referiremos brevemente a ellos.

Entre las ventajas del comercio electrónico se destacan habitualmente las indicadas en el Cuadro 1.5.

**Cuadro 1.5. Ventajas del Comercio Electrónico.**

Permite obtener un mayor nivel de eficiencia en las actividades empresariales.
Permite reducir o incluso suprimir algunos agentes intermediarios de la cadena de valor, en particular si el producto es digitalizable.
Ofrece la posibilidad de llevar a cabo fórmulas de cooperación empresarial más innovadoras y dinámicas.
Permite la exploración de nuevos mercados a escala global.
Reduce el nivel de las barreras de entrada existente en los mercados, sobretudo para la pequeñas y medianas empresas (PYMEs).
Permite a los consumidores que puedan acceder con facilidad a multitud de productos, poder comparar sus precios y los servicios ofrecidos por los vendedores.

Por los motivos anteriores, el comercio electrónico obliga, en muchas ocasiones, a redefinir el papel de los intermediarios existentes entre productores y consumidores, eliminándolos en algunos casos, pero generando al mismo tiempo la necesidad de funciones de intermediación nuevas entre otros. Igualmente, el comercio electrónico afecta al papel tradicional de otros actores,

como es el caso de las entidades financieras y de los fedatarios públicos.

Pero el comercio electrónico plantea también nuevos tipos de problemas o agudiza algunos de los ya existentes en el comercio convencional. Entre ellos cabe destacar, por su importancia, los indicados en el Cuadro 1.6.

**Cuadro 1.6. Problemas del Comercio Electrónico**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistencia de acuerdos internacionales que armonicen las legislaciones sobre comercio electrónico a nivel global.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de acuerdos sobre los mecanismos de control de las transacciones internacionales, incluido el cobro de impuestos, aranceles y demás tributos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La necesidad de establecer todavía el marco jurídico que de validez legal de las transacciones y contratos “sin papel”.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La necesidad de unificación de los mecanismos de identificación y autenticación de las partes (firmas y certificados digitales).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de estándares consolidados y la proliferación de aplicaciones y protocolos de comercio electrónico incompatibles entre ellos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La inexistencia de sistemas generalizados para la protección de los derechos de propiedad intelectual.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La necesidad de protección de los consumidores en cuanto a publicidad engañosa o no deseada, el fraude, los contenidos ilegales y el uso incorrecto o abusivo de sus datos personales.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La percepción social de falta de seguridad de las transacciones y medios de pago electrónicos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dificultad de encontrar información en la red, comparar ofertas y evaluar la fiabilidad de las partes (vendedores y compradores) en una transacción electrónica.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La saturación de la red Internet y la falta de accesos a la misma de suficiente capacidad.</li> </ul>

Los problemas citados tienen, en mayor o menor grado, dos componentes bien diferenciadas: una de ellas de carácter legal o regulatorio, y la otra de carácter tecnológico. Por este motivo, su solución requiere incidir con actuaciones en ambos sentidos. Un buen ejemplo de los problemas que plantea el comercio electrónico lo cons-

tituye la seguridad de las transacciones y los pagos por medios electrónicos, en particular a través de la red Internet. Más adelante, en el estudio de perspectiva se analizarán con un mayor nivel de detalle cuáles de estos aspectos los expertos consideran que van a ser más problemáticos para su desarrollo.

## VII.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS TRATADOS EN EL ESTUDIO

### VII.2.1. El Panel de Expertos

El proceso seguido para la identificación de los temas abordados en este estudio de prospectiva ha constado de dos fases: una primera fase de *brainstorming* interno, seguida de una segunda fase de selección y validación de los temas.

En la primera fase se ha realizado una sesión de *brainstorming* interno con expertos del ICT para identificar en primera instancia los aspectos que parecían más relevantes para el desarrollo de la *Nueva Economía Digital*, en general, y del *Comercio Electrónico*, en particular.

En la segunda fase se han sometido los temas seleccionados a la consideración de un *panel de expertos* del sector, los cuales han realizado aportaciones significativas para identificar aquellos temas de mayor importancia e interés para el sector industrial.

El panel de expertos consultado para la realización del estudio de prospectiva sobre el futuro del Comercio Electrónico en España ha estado integrado por cerca de una docena de profesionales, cuya composición se indica en el Anexo I.

La contribución de dicho panel de expertos ha sido fundamental para la selección de los temas más relevantes para el sector, así como para mejorar y enriquecer su contenido.

Dada la dispersión geográfica de sus miembros, el método de trabajo ha consistido fundamentalmente en el intercambio de información y documentación entre ICT y los mismos, vía correo

electrónico o correo convencional, para la identificación de los temas relevantes para el estudio.

Una vez recibidos las observaciones y los comentarios de los expertos, se han incorporado a los temas del cuestionario utilizado para la realización del trabajo de campo. Adicionalmente, ICT ha procedido a recoger información tanto cuantitativa como cualitativa sobre la situación y las perspectivas del comercio electrónico en España.

Una vez obtenidos los primeros resultados del trabajo de campo, se han discutido primero internamente en ICT y se han sometido posteriormente a la consideración de los miembros del panel de expertos, con el fin de contrastarlos y recabar información adicional sobre sus respectivos puntos de vista al respecto.

### VII.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi

De una relación propuesta inicialmente de más de 60 temas relacionados con el ámbito del estudio, se han seleccionado los considerados como más relevantes para el objeto del mismo después del intercambio de información con los expertos del panel, quedando la lista reducida a 38 temas, que han sido los que finalmente se han incorporado al cuestionario Delphi (para una relación detallada de los mismos, ver el Anexo III). Estos temas se han agrupado en 4 grandes áreas temáticas, que son las indicadas en el cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1. Áreas temáticas de los temas abordados en el estudio**

Modelos de Negocio y Aplicaciones	(19 temas)
Aspectos Organizativos y Sociales	(7 temas)
Aspectos Legales y de Entorno	(3 temas)
Tecnología	(9 temas)

Se observa que el apartado correspondiente a **Modelos de Negocio y Aplicaciones** engloba el 50% de los temas del cuestionario, lo que indica que el énfasis del estudio se ha centrado sobretodo en estos aspectos, los cuales se consideran claves y fundamentales para el desarrollo del comercio electrónico. Les siguen a continuación, por orden de importancia numérica, las secciones dedicadas a **Tecnología y Aspectos Organizativos y Sociales**, los cuales incluyen un 24% y un 18%, de las cuestiones, respectivamente. Por último, el apartado relativo a **Aspectos Legales y de Entorno** es el que incluye el menor número de temas, con sólo un 8% de las preguntas del cuestionario.

En el área temática correspondiente a **Modelos de Negocio y Aplicaciones** se han incluido cuestiones relativas al momento en que se generalizará el uso del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B) y de empresa a consumidor (B2C) en España. En este apartado también se han incorporado cuestiones que hacen referencia al escenario temporal más probable en el que se cree que se hará un uso generalizado de sitios *web* para la realización de transacciones en diferentes sectores económicos (turismo, bancario, informático, transporte, consumo y ocio). En él se han incluido además otras cuestiones sobre cuáles van a ser las fuentes de ingresos de los sitios profesionales y de gran público, así como otras cuestiones relacionadas con el marketing en la red, la búsqueda de información por medio de software de *agentes*, y el uso de portales temáticos y de mercados electrónicos virtuales, entre otros.

En el área temática correspondiente a los **Aspectos Organizativos y Sociales** se hace hincapie en la implantación de extranets e intranets en las organizaciones, como plataformas tecnológicas para la información y comunicación con clientes, socios y proveedores, en el primer caso, y para la difusión de la información en el interior de una organización, en el segundo caso. En este apartado también se han incluido cuestiones relativas a la integración de las aplicaciones de comercio electrónico de las empresas con el resto de sus aplicaciones

informáticas, incluyendo los sistemas logísticos y de distribución. Por último, en este apartado se abordan otras cuestiones sobre cuándo piensan los expertos encuestados que se va a superar el déficit de personal cualificado en el área de las TIC y sobre qué nuevos perfiles profesionales creen que serán necesarios en la futura economía digital.

Con respecto al área temática de **Aspectos Legales y de Entorno**, en ella se tratan diversos temas que tienen que ver con la evolución futura del marco legal y normativo bajo el cual se va desarrollar el comercio electrónico en nuestro país. Más concretamente, a los expertos encuestados se les plantean cuestiones sobre cuándo creen que va a existir una plena regulación de esta materia en la mayoría de países desarrollados, así como sobre el escenario temporal en el que creen que existirá plena confianza de los usuarios y consumidores en las políticas de las organizaciones sobre el tratamiento de su privacidad y la protección de sus datos personales.

Por último, en el área temática correspondiente a la **Tecnología**, se han incluido varias cuestiones que hacen referencia a aspectos tecnológicos directamente vinculados con el comercio electrónico, como son el tema de los robots comparadores de precios (*roboshoppers*), las firmas y los certificados digitales, diversos sistemas de pago por Internet, el lenguaje XML, el protocolo WAP (*Wireless Application Protocol*) y el uso generalizado de teléfonos y otros dispositivos electrónicos móviles para realizar transacciones por la red, entre otras.

Para la redacción de las cuestiones se ha adoptado un **enfoque** centrado sobretodo en el **uso de las tecnologías o de las aplicaciones**, más que en su disponibilidad, dado que muchas de las que se tratan en el estudio están ya disponibles o lo estarán en breve plazo. Con ello lo que se ha pretendido es determinar el horizonte temporal más probable en que tendrá lugar su proceso de difusión en la industria y entre la población.

### VII.3. CLASIFICACIÓN DE LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

En este apartado se realiza una clasificación de los temas tratados en el estudio de prospectiva que los expertos encuestados han considerado más relevantes sobre el conjunto.

Para ello se han agrupado todos los temas del cuestionario por bloques en función de los intervalos de su Fecha de Materialización más probable y, dentro de dichos bloques, se han ordenado por su Grado de Importancia.

Para la ordenación de los temas se ha utilizado el denominado Índice del Grado de Importancia (I.G.I.) de los mismos, obtenido a partir de la fórmula indicada en la Parte Primera del presente Informe.

El índice de grado de importancia puede oscilar en un intervalo comprendido entre 1 y 4. Por consiguiente, los temas considerados como de mayor grado de importancia serán aquellos cuyo índice sea más próximo a 4, que es el valor superior que puede adoptar el mismo.

#### VII. 3.1. Fecha de Materialización 1999-2004

De acuerdo con el criterio indicado anteriormente, en la Tabla 3.1. se muestran cuáles son los temas que han sido considerados con un mayor grado de importancia y que se han de materializar en el horizonte temporal del corto plazo contemplado en el estudio (de 1999 al 2004).

Tabla 3.1.



Tabla 3.1.

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
1	Uso generalizado del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B).	3,86
32	Uso generalizado de sistemas de pago electrónicos seguros en Internet.	3,86
21	Uso generalizado de las <i>intranets</i> en las organizaciones.	3,85
27	Plena regulación del comercio electrónico en la mayoría de países desarrollados.	3,84
4	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector bancario y de servicios financieros.	3,79
31	Uso generalizado de firmas y certificados digitales para realizar transacciones por Internet.	3,78
3	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector de viajes y turismo.	3,65
6	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector del transporte y la logística.	3,65
36	Uso generalizado de teléfonos y otros dispositivos electrónicos móviles para realizar transacciones por Internet.	3,65
5	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector informático.	3,56
9	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector del ocio.	3,54
7	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en los sectores de consumo de bienes de bajo coste.	3,53
11	Uso generalizado de <i>portales</i> temáticos y/o sectoriales como sitios primarios para la búsqueda de información en la red.	3,48
12	Uso generalizado de <i>agentes</i> para la búsqueda automatizada de información en la red.	3,44
37	Uso generalizado del estándar WAP como protocolo de desarrollo de aplicaciones en Internet para dispositivos móviles.	3,35
35	Uso generalizado del lenguaje XML como estándar de desarrollo de aplicaciones en Internet.	3,25

A la vista de los resultados anteriores se observa, en términos generales, que los **temas con mayor grado de importancia** para el período 1999-2004:

**Hacen referencia mayoritariamente al uso generalizado del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B).**

También se refieren al uso generalizado de sitios *web* para realizar transacciones en diferentes sectores (bancario, turismo, transporte, informático, ocio y consumo de bajo coste).

**Este hecho implicaría, necesariamente, el uso generalizado de mecanismos para la realización de un comercio electrónico seguro** (p.e. sistemas de pago, firmas y certificados digitales), así como la plena regulación del mismo en la mayoría de países desarrollados.

**De “puertas para adentro” las empresas desarrollarán *intranets* de forma generalizada como potentes plataformas de información y comunicación interna.**

También figuran el uso generalizado de *portales* temáticos o verticales, así como la utilización generalizada de software de *agentes* para la búsqueda automatizada y eficiente de información en la red.

**Finalmente también se considera que existirá un uso generalizado de teléfonos y otros dispositivos electrónicos móviles para realizar transacciones por Internet (*m-commerce*).** En este caso el protocolo WAP (*Wireless Application Protocol*) jugará un papel destacado.

En resumen, estos resultados configuran un escenario en el que presumiblemente se producirá en España, como en la Unión Europea y el resto de países occidentales más desarrollados, una explosión del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B) en numerosos sectores económicos, tal y como pronostican los expertos.

Por otra parte se dispondrá de potentes herramientas para el acceso a la información, tanto interna a la organización (por medio de *intranets*), como externa a ella (mediante portales temáticos, portales verticales, software de *agentes*, etc.).

Por último, los mismos resultados dan a entender que el denominado comercio-móvil (*m-*

*commerce*) experimentará un gran desarrollo, como consecuencia de la aparición de numerosas aplicaciones concebidas para la realización de transacciones por Internet mediante el uso de teléfonos u otros dispositivos electrónicos móviles.

### VII.3.2. Fecha de Materialización 2005-2009

De forma análoga al apartado anterior, en la Tabla 3.2. se muestran cuáles son los temas que han sido considerados con un mayor grado de importancia y que se han de materializar en el horizonte temporal del medio plazo contemplado en el estudio (del 2005 al 2009).

Tabla 3.2.

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
22	Plena integración de las aplicaciones de comercio electrónico de las empresas con el resto de sus aplicaciones informáticas.	3,91
28	Plena confianza de usuarios y consumidores en las políticas de las organizaciones sobre el tratamiento de su privacidad y protección de sus datos personales.	3,87
20	Uso generalizado de las <i>extranets</i> en las organizaciones.	3,85
25	Superación del déficit de personal cualificado en el área de las TIC.	3,77
23	Plena integración de los sistemas logísticos y de distribución en las aplicaciones informáticas de las empresas.	3,76
2		3,75
14	Generalización de la modalidad del <i>marketing</i> personalizado “uno-a-uno”.	3,73
34	Uso generalizado de micropagos para transacciones de bajo valor por Internet.	3,47
13	Generalización de la figura del <i>infomediario</i> en los mercados electrónicos virtuales.	3,38
30	Uso generalizado de <i>agentes</i> o robots buscadores para la comparación de precios y otras características de productos por Internet.	3,31
33	Uso generalizado de la moneda digital en Internet.	3,18
10	Uso generalizado de subastas electrónicas por Internet en el entorno profesional.	3
8	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en los sectores de consumo de bienes de alto coste.	2,97

A la vista de dichos resultados se observa, en términos generales, que los **temas con mayor grado de importancia** para el **período 2005-2009**:

**De una parte se refieren a la integración de las aplicaciones de comercio electrónico de las empresas con el resto de sus aplicaciones informáticas internas, incluyendo los sistemas logísticos y de distribución.**

Además de ello se prevé un uso generalizado de las *extranets* en las empresas, como un potente instrumento de información y comunicación con agentes externos, tales como clientes, socios y proveedores.

**También hacen referencia a mecanismos más eficientes para la determinación de los precios, como pueden ser los *agentes* o robots para la comparación de precios, o bien el uso generalizado de subastas electrónicas por Internet en el entorno profesional.**

**De otra parte hacen referencia al uso generalizado del comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C) y a aspectos relacionados con el mismo.**

Entre dichos aspectos destacan: la generalización de la modalidad del *marketing* personalizado "uno-a-uno", el uso de sitios *web* en los sectores de consumo de bienes de alto coste o de mecanismos de pago, como la moneda digital o los micropagos, entre otros.

Este hecho implicaría, necesariamente, la plena confianza de usuarios y consumidores en las políticas de las organizaciones sobre el tratamiento de su privacidad y protección de sus datos personales.

**Por último se prevé que en este período se supere el déficit de personal cualificado en el área de las TIC.**

En resumen, estos resultados configuran un escenario en el que presumiblemente asistiremos a un proceso de maduración y consolidación del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B), una vez tenga lugar la integración de las plataformas de comercio electrónico en la web (*front-end*) con los sistemas informáticos internos de las empresas (*back-end*). El desarrollo generalizado de las denominadas *extranets*, concebidas como plataformas de información y co-

municación con agentes externos a la empresa –clientes, socios y proveedores-, ha de contribuir de forma decisiva a dicho proceso.

Por otra parte en este período de tiempo se vislumbra también el uso generalizado del comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C), una vez superada la inercia social existente inicialmente a su implantación y una vez se consiga la plena confianza de los usuarios y consumidores en el mismo.

#### VII.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES POR SU GRADO DE IMPORTANCIA Y POR SU IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

En este apartado se realiza una descripción de los temas tratados en el estudio de prospectiva que los expertos encuestados han considerado más importantes por su impacto sobre el desarrollo industrial en general. Esta descripción se realiza también por bloques, según su fecha de materialización más probable.

Para la ordenación de los temas se han considerado los porcentajes más elevados obtenidos en las respuestas dadas por los expertos encuestados al correspondiente apartado de im-

pactos. Esta información se contrasta y complementa con el respectivo índice de grado de importancia, descrito en el capítulo anterior.

##### VII.4.1. Fecha de Materialización 1999-2004

La Tabla 4.1. muestra cuáles son los temas que los expertos encuestados opinan que tendrán un mayor impacto sobre el desarrollo industrial en el horizonte temporal del corto plazo considerado en el estudio (1999-2004).

Tabla 4.1.

Nº de Tema	Tema	Impacto sobre el Desarrollo Industrial	Índice Grado Importancia
35	Uso generalizado del lenguaje XML como estándar de desarrollo de aplicaciones en Internet.	68%	3,25
27	Plena regulación del comercio electrónico en la mayoría de países desarrollados.	57%	3,84
1	Uso generalizado del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B).	56%	3,86
21	Uso generalizado de las <i>intranets</i> en las organizaciones.	54%	3,85
6	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector del transporte y la logística.	53%	3,65
5	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector informático.	53%	3,56
31	Uso generalizado de firmas y certificados digitales para realizar transacciones por Internet.	52%	3,78

#### VII.4.1.1. Análisis de cada uno de los Temas

En este apartado se realiza un análisis individualizado para cada uno de los temas señalados anteriormente. En este análisis se indica cuál es la posición de España en cada uno de ellos, en opinión de los expertos encuestados, así como las principales limitaciones señaladas para su desarrollo y las medidas más recomendadas para su superación.

La posición de España se evalúa en términos de su capacidad científico/tecnológica, de innovación, de producción y de comercialización (cuyos valores pueden ir de 1 a 4, siendo 4 el valor más favorable). Mientras que lo que hace referencia a las principales limitaciones y a las medidas más recomendadas se indica en cada caso el porcentaje de expertos que las han señalado mayoritariamente.

#### Tema 35: Uso generalizado del lenguaje XML como estándar de desarrollo de aplicaciones en Internet.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Colaboración con empresas exteriores
2	2	2	2	66%	40%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es relativamente *desfavorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *tecnológico*. Este hecho es comprensible dada la dependencia tecnológica de nuestro país en materia de

lenguajes y *software* de base para Internet. En este caso la medida más recomendada aboga por la colaboración con empresas exteriores, lo que ha de traducirse en un proceso de difusión tecnológica que nos alinee rápidamente con los estándares *de facto* existentes en el mercado.

#### Tema 27: Plena regulación del comercio electrónico en la mayoría de países desarrollados.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Legal	Otros apoyos de la Administración
3	2	2	2-3	46%	49%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es relativamente *favorable* —el reciente decreto-ley sobre la firma digital y la ley sobre comercio electrónico, en elaboración, serían buenos ejemplos de ello—, siendo obviamente el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *legal*.

Esta claro que ésta es una materia que deberá ser objeto de un amplio y difícil consenso, presumiblemente, entre las grandes zonas económicas (USA, Unión Europea, Asia...), organismos internacionales (ONU, OECD, OMC, FMI, BM...) y Estados de los países más desarrollados.

En el caso de España es presumible que continúe la intervención de los ministerios de Fomen-

to y Justicia, entre otros, para definir la posición española en este campo.

### Tema 1: Uso generalizado del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B).

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Estímulos econom./ fisc. de Administr.
2	2-3	2	2	31%	24%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es relativamente *desfavorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *tecnológico*, en mayor medida, y de carácter *social*, en menor medida. Estos datos coinciden con la situación actual en la que se precisa una clarificación del marco legal en el que se va desarrollar el comercio electrónico, así como en la que existen todavía numerosos obstáculos de naturaleza

técnica y social que deben superarse para su plena implantación en las organizaciones. No obstante, a pesar de ello, está claro entre los expertos encuestados que el comercio electrónico de empresa a empresa (B2B) deberá despegar rápidamente en el período del corto plazo contemplado en el estudio (1999-2004). Como medida más recomendada han señalado la necesidad de estímulos por parte de la Administración Pública.

### Tema 21: Uso generalizado de las *intranets* en las organizaciones.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Cooperación Indust. Centros de I+D
2-3	2	2	2-3	36%	30%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es relativamente *favorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *tecnológico*, en mayor medida, y de carácter *económico*, en menor medida. La creciente percepción del valor de los activos intangibles de las organizaciones y, en particular del conocimiento, ha generado un movimiento acerca de la necesidad de su

gestión. En este sentido, las *intranets* se conciben como uno de los posibles instrumentos para la formalización y gestión del conocimiento, por lo cual es presumible un gran desarrollo de las mismas en los próximos años. Por este motivo, la medida más recomendada propugna la cooperación de la industria con centros de I+D, empresas de consultoría y otras organizaciones que puedan aportar *know-how* para la implantación de las mismas.

**Tema 6: Uso generalizado de sitios web para realizar transacciones en el sector del transporte y la logística.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Colaboración con empresas exteriores
2	2	2-3	2-3	38%	29%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España no es ni *favorable* ni *desfavorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *tecnológico*. Este hecho parece lógico dado el alto componente técnico existente en este tipo de aplicaciones y su relativo bajo nivel de implanta-

ción en nuestro país. En este caso la medida más recomendada aboga por la colaboración con empresas exteriores, lo cual es coherente con la creciente necesidad de las empresas de establecer acuerdos estratégicos con operadores logísticos especializados para dar solución a sus necesidades de transporte.

**Tema 5: Uso generalizado de sitios web para realizar transacciones en el sector informático.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Incorpor. Investig. o acciones formación
2	2-3	2	2-3	33%	25%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España no es ni *favorable* ni *desfavorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *social*, en mayor medida, y de carácter *tecnológico*, en menor medida. Este fenómeno se explica por la novedad del comercio electrónico, incluso en sectores tecnológicamente más avanzados, como el informático, en el cual debe producirse un cambio en los usos sociales y en los patro-

nes de compra. Existen algunas excepciones a esta regla, como es el caso de ciertas empresas, que venden directamente sus ordenadores por la red, aunque se trata de experiencias todavía minoritarias en nuestro entorno. La medida más recomendada en este caso va orientada en la línea de promover acciones de difusión, sensibilización y formación del personal acerca de la existencia y los beneficios de los sitios dedicados a la informática.

### Tema 31: Uso generalizado de firmas y certificados digitales para realizar transacciones por Internet.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Legal	Otros apoyos de la Administración
3	3	3	2-3	37%	36%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *favorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *legal*. A este respecto, desde septiembre de 1999 disponemos en España de un decreto-ley que regula el ámbito y los efectos jurídicos de la firma digital, así como el régimen de prestación de servicios de certificación electrónica, motivo por el cual éste es un tema en el que ya existe, en principio, cobertura legal en nuestro país. También más recientemente se ha incorporado un reglamento para la regulación de las entidades acreditadas para la emisión de certificados digitales. Como es obvio, la medida

más recomendada en este caso aboga por el apoyo decidido en este ámbito de la Administración Pública, en general, y de los ministerios de Fomento y Justicia, en particular, para la plena implantación de dicho marco legal en nuestro entorno.

#### VII.4.2. Fecha de Materialización 2005-2009

La Tabla 4.2. muestra cuáles son los temas que los expertos encuestados opinan que tendrán un mayor impacto sobre el desarrollo industrial en el horizonte temporal del medio plazo considerado en el estudio (2005-2009).

Tabla 4.2

Nº de Tema	Tema	Impacto sobre el Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
23	Plena integración de los sistemas logísticos y de distribución en las aplicaciones informáticas de las empresas.	63%	3,76
20	Uso generalizado de las <i>extranets</i> en las organizaciones.	61%	3,85
22	Plena integración de las aplicaciones de comercio electrónico de las empresas con el resto de sus aplicaciones informáticas.	57%	3,91
10	Uso generalizado de subastas electrónicas por Internet en el entorno profesional.	46%	3
13	Generalización de la figura del <i>infomediario</i> en los mercados electrónicos virtuales.	45%	3,38
8	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en los sectores de consumo de bienes de alto coste.	42%	2,97

### VII.4.2.1. Análisis de cada uno de los Temas

De forma análoga a como se ha hecho antes, en este apartado se realiza un análisis individualizado para cada uno de los temas señalados en la tabla anterior. En este análisis se

indica cuál es la posición de España en cada uno de ellos, en opinión de los expertos encuestados, así como las principales limitaciones señaladas para su desarrollo y las medidas más recomendadas para su superación.

#### Tema 23: Plena integración de los sistemas logísticos y de distribución en las aplicaciones informáticas de las empresas.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL Tecnológica	MEDIDA MÁS RECOMENDADA Incorp. Investig. O acciones formación
	Innovación	Producción	Comercialización		
2-3	2	2-3	2-3	42%	27%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España tiende a ser *favorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *tecnológico*, en mayor medida, y de carácter *económico*, en menor medida. Este resultado parece lógico, dado que se trata de una problemática esencialmente técnica, aunque es previsible que dicha integración

tenga un fuerte impacto organizativo en las empresas y que ello altere de forma significativa su cadena de valor. Las medidas más recomendadas por los expertos para llevar a cabo esta integración pasa por una incorporación de profesionales en las empresas con un perfil técnico o bien, alternativamente, por acciones de formación de su personal informático

#### Tema 20: Uso generalizado de las *extranets* en las organizaciones.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL Tecnológica	MEDIDA MÁS RECOMENDADA Incorp. Investig. o acciones formación
	Innovación	Producción	Comercialización		
3	2	3	2	41%	32%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que las capacidades de España científico-tecnológicas y de producción son favorables, mientras que las de innovación y comercialización se sitúan en la franja más desfavorable. El principal obstáculo para su desarrollo de carácter *tecnológico*. También aquí el resultado parece coherente, puesto que se trata de una problemática esencialmente técnica y muy

ligada a la integración de los sistemas informáticos de las empresas con los sistemas de sus clientes, socios y proveedores. Las medidas más recomendadas para ello, por consiguiente, también pasan por una incorporación de profesionales en las empresas conocedoras de este tipo de sistemas o bien, alternativamente, por acciones de formación de su personal informático.

## Tema 22: Plena integración de las aplicaciones de comercio electrónico de las empresas con el resto de sus aplicaciones informáticas.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Incorp. Investig. o acciones formación
2-3	2-3	2	2	45%	29%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España no es ni *favorable* ni *desfavorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *tecnológico*. Análogamente a los dos temas anteriores, este resultado también resulta lógico, dado que se trata de una problemática esencialmente técnica. En este caso de lo que se trata es de integrar las aplicaciones visibles por los clientes

(*front-end*) con las aplicaciones informáticas internas de la empresa (*back-end*), con la correspondiente problemática técnica y de seguridad que ello comporta. También aquí las medidas más recomendadas por los expertos pasan por una incorporación de profesionales especializados en este tipo de integración o bien por acciones de formación del personal informático de las empresas.

## Tema 10: Uso generalizado de subastas electrónicas por Internet en el entorno profesional.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Colaboración con empresas exteriores
2	2	2	2	46%	37%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es relativamente *desfavorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *social*. En este caso resulta llamativo ver cómo el principal obstáculo identificado es de naturaleza social, más que económica o tecnológica. Este resultado pondría de manifiesto que las subastas electrónicas en el entorno profesional, dado su carácter rompedor, comportan cambios importantes en los usos y costumbres existentes en la industria, por lo que parece que su generalización en el ámbito empresarial no parece que haya

de ser inmediata, al menos en nuestro entorno. Este resultado contrasta con la evolución de este tema en países más avanzados que el nuestro en esta materia, como es el caso de los EE.UU., donde las subastas electrónicas están teniendo -al parecer- un rápido desarrollo para determinadas aplicaciones profesionales. La medida más recomendada por los expertos para conseguir su uso generalizado como mecanismo de fijación de precios es la colaboración con empresas externas, en particular con las especializadas en mercados electrónicos verticales (*e-marketplaces*).

**Tema 13: Generalización de la figura del *infomediario* en los mercados electrónicos virtuales.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Incorp. Investig. o acciones formación
2	2	2-3	3	32%	27%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *relativamente desfavorable*, excepto en el aspecto relacionado con la comercialización, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *social*, en mayor medida, y *tecnológico*, en menor medida. Este resultado parece estar relacionado estrechamente con el del tema anterior, puesto que al final incide en la figura de un inter-

mediario entre empresas, cuyo valor añadido consiste en gestionar la información generada tanto por la oferta como por la demanda en un mercado electrónico virtual determinado. Las medidas más recomendadas por los expertos para la superación de las limitaciones indicadas son las acciones de formación, por una parte, y la colaboración con empresas exteriores —en este caso con los operadores de mercados electrónicos verticales—, por otra.

**Tema 8: Uso generalizado de sitios *web* para realizar transacciones en los sectores de consumo de bienes de alto coste.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Estímul. Econ./fisc. de Administración
2-3	2	2-3	1-2	50%	29%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España, en términos generales, es *desfavorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *social*. Este resultado parece lógico, dado que es presumible que el consumidor medio no adquiera bienes de consumo de alto valor (coches, electrodomésticos, viviendas, etc.) hasta que no esté familiarizado con el comercio electrónico y hasta que esta nueva modalidad de compra le merezca una gran confianza, aspectos que no parece que se den a corto plazo. Las medidas más recomendadas por los expertos para la superación de los obstáculos existentes en esta área hacen referencia a la disponibilidad de estímulos

económicos-fiscales por parte de la Administración Pública, y también a la colaboración con empresas exteriores, que sean las proveedoras de soluciones a las necesidades de cada caso (financiación, seguros, servicios de asistencia técnica, mercado de ocasión, etc.).

**VII. 4.3. Fecha de Materialización más allá del 2010**

Los expertos encuestados no han señalado ningún tema que tenga su fecha de materialización más allá del año 2010.

## VII. 5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES POR SU IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL ENTORNO, Y POR SU GRADO DE IMPORTANCIA.

### VII. 5.1. Fecha de Materialización 1999-2004

La Tabla 5.1. muestra cuáles son los temas que los expertos encuestados opinan que tendrán un mayor impacto sobre la calidad de vida y el entorno en el horizonte temporal del corto plazo considerado en el estudio (1999-2004).

Tabla 5.1.

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
9	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector del ocio.	57%	3,54
32	Uso generalizado de sistemas de pago electrónicos seguros en Internet.	55%	3,86
11	Uso generalizado de <i>portales</i> temáticos y/o sectoriales como sitios primarios para la búsqueda de información en la red.	54%	3,48
7	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en los sectores de consumo de bienes de bajo coste.	53%	3,53
3	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector de viajes y turismo.	52%	3,65
12	Uso generalizado de <i>agentes</i> para la búsqueda automatizada de información en la red.	51%	3,44
36	Uso generalizado de teléfonos y otros dispositivos electrónicos móviles para realizar transacciones por Internet.	51%	3,65
4	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector bancario y de servicios financieros.	49%	3,79
37	Uso generalizado del estándar WAP como protocolo de desarrollo de aplicaciones en Internet para dispositivos móviles.	48%	3,35

### VII. 5.1.1. Análisis de cada uno de los Temas

De forma análoga a como se ha hecho antes, en este apartado se realiza un análisis individualizado para cada uno de los temas señalados en la tabla anterior. En este análisis se indica cuál es la posición de España en cada

uno de ellos, en opinión de los expertos encuestados, así como las principales limitaciones señaladas para su desarrollo y las medidas más recomendadas para su superación.

#### Tema 9: Uso generalizado de sitios *web* para realizar transacciones en el sector del ocio.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Colaboración con empresas exteriores
3	3	3	3	52%	24%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *favorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *social*. Este resultado parece coherente, puesto que la realización de transacciones en sitios *web* dedicados al ocio comporta un cambio de hábitos por parte de la sociedad en su conjunto, frente a otras ofertas de ocio convencionales y sus respectivos canales de venta. En este sentido es presumible que Internet

se configure como una alternativa de ocio más, “robando” parcialmente el tiempo dedicado a otras modalidades existentes (p.e. ver la televisión, ir al cine, leer libros, etc.). Para la superación de los obstáculos existentes en este área, los expertos encuestados recomiendan la colaboración con empresas exteriores, en particular en forma de acuerdos con proveedores de contenidos audiovisuales y otras ofertas de ocio.

#### Tema 32: Uso generalizado de sistemas de pago electrónicos seguros en Internet.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Legal	Otros apoyos de la Administración
2-3	3	2-3	2-3	37%	31%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *favorable* –en efecto, disponemos de varias empresas y organizaciones muy competentes en el tema

de la seguridad en la red-, siendo el principal obstáculo para su desarrollo esencialmente de carácter *legal*. Este resultado está estrechamente relacionado con la disponibilidad de sistemas de

pago que sean estándares aceptados por la industria. A este respecto existe desde hace algún tiempo el protocolo SET (*Secure Exchange Transaction*), de escasa utilización todavía por su complejidad técnica, y también el protocolo SSL (*Secure Socket Layer*), que ofrece un menor nivel de seguridad que el anterior, pero mucho más utilizado por su sencillez, sobretodo en

el entorno del comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C). A este respecto, la medida más recomendada por los expertos para la superación de las limitaciones indicadas hacen referencia al apoyo de la Administración Pública para la difusión e implantación de un estándar de uso general.

**Tema 11: Uso generalizado de *portales* temáticos y/o sectoriales como sitios primarios para la búsqueda de información en la red.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Colaboración con empresas exteriores
3	3	3	3	38%	31%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *claramente favorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo de carácter *social*, en mayor medida, y *tecnológico*, en menor medida. Como en el caso del primer tema, este resultado parece lógico si se tiene en cuenta que la abundancia de información en la red obligará a los usuarios

a ser más selectivos en sus búsquedas y a recurrir a sitios especializados en la red que les puedan ofrecer la información deseada de la forma más eficiente. La medida más recomendada por los expertos para la superación de dicho problema es la colaboración con empresas exteriores, y en particular con las que ofrezcan portales temáticos, sectoriales o verticales muy especializados.

**Tema 7: Uso generalizado de sitios *web* para realizar transacciones en los sectores de consumo de bienes de bajo coste.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Colaboración con empresas exteriores
2	2	3	3	48%	28%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *favorable* en lo que respecta a la producción y comercialización, y más desfavorable en relación con las dos primeras capacidades. El principal obstáculo para su desarrollo es esencialmente de carácter *social*. También en este caso el resultado parece lógico, puesto que el comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C) deberá vencer los hábitos de compra establecidos entre la población. No obstante, a diferencia con

los bienes de consumo de alto coste, en el caso de los bienes de consumo de bajo coste (libros, discos, *software*, flores, etc.) se prevé que este proceso de cambio de hábitos de compra se produzca anticipadamente y de forma más acelerada. Para la superación del obstáculo indicado, los expertos encuestados recomiendan sobre todo la colaboración con empresas exteriores, y en particular los acuerdos con aquellas que sean proveedoras de productos de bajo coste.

### Tema 3: Uso generalizado de sitios *web* para realizar transacciones en el sector de viajes y turismo.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Colaboración con empresas exteriores
2	3	3	3	46%	38%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *favorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo esencialmente de carácter *social*. Análogamente a casos anteriores, también aquí este resultado parece coherente, si se tiene en cuenta el proceso de aceptación social necesario para el uso generalizado del comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C). En este caso se prevé una creciente demanda, por parte de los usuarios de Internet más avanzados, de la información necesaria para planificar sus via-

jes. Más adelante, una vez decidido el destino, éstos usuarios podrán llevar a cabo de *motu proprio* las transacciones necesarias (obtención de billetes de avión, reserva de plazas de hotel, reserva de coches de alquiler, etc.), prescindiendo en muchos casos de las agencias de viajes, como intermediarios tradicionales. Para la superación del obstáculo indicado, la medida más recomendada por los expertos encuestados consiste en la colaboración con empresas exteriores, en especial con *touroperadores* u otros mayoristas del sector de viajes y turismo.

### Tema 12: Uso generalizado de *agentes* para la búsqueda automatizada de información en la red.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Colaboración con empresas exteriores
2	2	2	2	53%	32%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *desfavorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo esencialmente de carácter *tecnológico*. Este resulta perfectamente lógico dada la abundancia de información existente en la red, lo cual obligará a los usuarios a dotarse de herramientas que permitan automatizar la búsqueda

de la información deseada en cada momento. Para la superación de dicho problema los expertos encuestados recomiendan la colaboración con empresas exteriores, y en particular con las proveedores de *software* de *agentes* que permitan realizar dicha búsqueda de información por la red de forma automatizada.

### Tema 36: Uso generalizado de teléfonos y otros dispositivos electrónicos móviles para realizar transacciones por Internet.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Colaboración con empresas exteriores
2-3	2-3	2	2-3	47%	35%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es relativamente *favorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo esencialmente de carácter *tecnológico*. Este resultado parece coherente si se tiene en cuenta que el comercio electrónico móvil (*m-commerce*) va a estar condicionado a la disponibilidad de teléfonos y otros dispositivos electrónicos móviles de nueva generación en el mercado. No obstante, a pesar de ello, se prevé que este proceso se desarrolle de forma acelerada, gracias a la facilidad de uso de los teléfonos móviles, su elevada tasa de penetración en

tre la población y la gran conveniencia que van a proporcionar para la realización de transacciones (obtención de entradas para espectáculos, reserva de plazas en restaurantes, hoteles, coches de alquiler, billetes de avión, etc.). La medida más recomendada por los expertos encuestados para la superación del obstáculo indicado es la colaboración con empresas exteriores, en especial con los proveedores de dichos terminales móviles, así como con los proveedores de contenidos y de aplicaciones transaccionales.

### Tema 4: Uso generalizado de sitios web para realizar transacciones en el sector bancario y de servicios financieros.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Incorp. Investig. o acciones formación
3	3	3	3	44%	25%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es claramente *favorable* –en efecto, disponemos ya de algunos bancos y entidades financieras que han

iniciado su presencia en la red-, siendo el principal obstáculo para su desarrollo esencialmente de carácter *social*. Este resultado parece lógico atendiendo a la necesidad de cambio de hábitos

por parte de los usuarios, para pasar a realizar sus transacciones bancarias del entorno real habitual al entorno virtual. A este respecto, las medidas más recomendadas por los expertos, para la superación de la limitación indicada, ha-

cen referencia a acciones de difusión, sensibilización y formación de los usuarios, por una parte, y a la colaboración con empresas externas, en particular con las entidades interesadas en promover la banca electrónica, por otra.

**Tema 37: Uso generalizado del estándar WAP como protocolo de desarrollo de aplicaciones en Internet para dispositivos móviles.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL Tecnológica	MEDIDA MÁS RECOMENDADA Colaboración con empresas exteriores
	Innovación	Producción	Comercialización		
2	3	2	2-3	50%	45%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es relativamente *favorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo esencialmente de carácter *tecnológico*. Este resultado es coherente, puesto que se trata de un tema de naturaleza técnica y que, presumiblemente, se va a convertir en el estándar *de facto* para el desarrollo de aplicaciones en Internet mediante dispositivos móviles. Su difusión y aceptación parece garantizada, una vez que estén disponibles en el mercado, de forma generalizada, los teléfonos móviles preparados para operar con dicho protocolo. La medida más recomendada por los expertos

encuestados para la superación del obstáculo indicado es la colaboración con empresas exteriores, en particular con los proveedores de dichos terminales móviles.

**VII.5.2. Fecha de Materialización 2005-2009**

La Tabla 5.2. muestra cuáles son los temas que los expertos encuestados opinan que tendrán un mayor impacto sobre la calidad de vida y el entorno en el horizonte temporal del medio plazo considerado en el estudio (2005-2009).

**Tabla 5.2.**

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
33	Uso generalizado de la moneda digital en Internet.	59%	3,18
34	Uso generalizado de micropagos para transacciones de bajo valor por Internet.	59%	3,47
2	Uso generalizado del comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C).	51%	3,75
28	Plena confianza de usuarios y consumidores en las políticas de las organizaciones sobre el tratamiento de su privacidad y protección de sus datos personales.	50%	3,87
14	Generalización de la modalidad del <i>marketing</i> personalizado "uno-a-uno".	48%	3,73
30	Uso generalizado de <i>agentes</i> o robots buscadores para la comparación de precios y otras características de productos por Internet.	48%	3,31

### VII. 5.2.1. Análisis de cada uno de los Temas

De forma análoga a como se ha hecho antes, en este apartado se realiza un análisis individualizado para cada uno de los temas señalados en la tabla anterior. En este análisis se indica cuál es la posición de España en cada

uno de ellos, en opinión de los expertos encuestados, así como las principales limitaciones señaladas para su desarrollo y las medidas más recomendadas para su superación.

#### Tema 33: Uso generalizado de la moneda digital en Internet.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Cooper. Industria-Centros de I+D
2	2	2	2	35%	31%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *desfavorable*—de hecho no existe ninguna gran iniciativa nacional sobre la moneda digital—, siendo los principales obstáculos para su desarrollo de carácter *social*, en mayor medida, y de carácter *tecnológico*, en menor medida. Este resultado se considera normal, dado que se trata de un tema de naturaleza técnica en el que existen varias iniciativas en distintos países, pero sobre el cual existe una gran incertidumbre, tanto por

el estándar *de facto* que se implantará finalmente, como por la aceptación social de este tipo de divisa como instrumento de pago. Las medidas más recomendadas por los expertos encuestados para la superación de los obstáculos indicados son la cooperación de la industria con centros de I+D para su desarrollo tecnológico, por una parte, así como los estímulos de la Administración Pública para contribuir a su implantación, por otra.

#### Tema 34: Uso generalizado de micropagos para transacciones de bajo valor por Internet.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Colaboración con empresas exteriores
2	2	2	2	35%	31%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España también es *desfavorable*—en realidad no existe ninguna empresa u organismo nacional que proporcione un sistema de micropagos por la red—, siendo los principales obstáculos para su desarrollo de ca-

rácter *social*, en mayor medida, y de carácter *tecnológico*, en menor medida. Análogamente al caso anterior, este resultado se considera lógico, puesto que tiene que ver con un tema de naturaleza técnica en el que se han desarrollado algunos sistemas de micropagos. También en

este tema existe una gran incertidumbre por el estándar *de facto* que se implantará finalmente, así como por la futura aceptación social de este tipo de mecanismos como instrumentos de pago. La medida más recomendada por los expertos

encuestados para la superación de los obstáculos indicados es la colaboración con empresas exteriores, y en particular con los proveedores de dichos sistemas de micropagos.

## Tema 2: Uso generalizado del comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C).

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Colaboración con empresas exteriores
2	3	2	3	48%	28%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España en innovación y comercialización es *favorable*, mientras que en los aspectos científico-tecnológicos y de producción es *desfavorable*. El principal obstáculo para su desarrollo es esencialmente de carácter *social*. Estos datos coinciden con la situación actual en la que se precisa una clarificación del marco legal en el cual se va desarrollar el comercio electrónico, así como en la que existen todavía numerosos obstáculos de naturaleza

técnica y social que deben superarse para su plena implantación en la sociedad. Por este motivo, los expertos encuestados consideran que el comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C) se generalizará en el horizonte temporal del medio plazo contemplado en el estudio (2005-2009). Para la superación de dicho obstáculo los expertos proponen como medida más recomendada la promoción de este tipo de comercio mediante estímulos y otras acciones de apoyo por parte de la Administración Pública.

## Tema 28: Plena confianza de usuarios y consumidores en las políticas de las organizaciones sobre el tratamiento de su privacidad y protección de sus datos personales.

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Otros apoyos de la Administración
3	3	2-3	2-3	48%	49%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *favorable* –la legislación existente en España en materia de protección de datos personales, y más concretamente de la LORTAD, contribuye en gran medida a ello-, siendo el principal obstáculo para su desarrollo esencialmente de carácter *social*. Este resultado parece lógico vista la prevención

existente por parte de los usuarios a no facilitar indiscriminadamente a las empresas sus datos personales. Para la superación de dicho obstáculo los expertos proponen como medida más recomendada el apoyo continuado de la Administración Pública mediante disposiciones legales que contribuyan a reforzar la defensa de la privacidad de los consumidores.

**Tema 14: Generalización de la modalidad del *marketing* personalizado “uno-a-uno”.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Colaboración con empresas exteriores
2-3	3	3	3	30%	35%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *favorable*, siendo los principales obstáculos para su desarrollo de carácter *social*, en mayor medida, y de carácter *tecnológico*, en un nivel similar. Este resultado parece coherente con la previsión futura de que se desarrolle un *marketing* individualizado. Sin embargo antes de su difusión generalizada será preciso resolver tanto la

problemática técnica que va a comportar su implantación, como la aceptación social de nuevas técnicas de *marketing*. Para la superación de dichos obstáculos los expertos proponen como medida más recomendada la colaboración con empresas exteriores, y en particular con organizaciones especializadas en este tipo de *marketing* personalizado.

**Tema 30: Uso generalizado de *agentes* o robots buscadores para la comparación de precios y otras características de productos por Internet.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológica	Colaboración con empresas exteriores
2	2	2	2	51%	37%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *desfavorable* –de hecho no existe ninguna gran empresa nacional que desarrolle este tipo de *agentes*–, siendo el principal obstáculo para su desarrollo esencialmente de carácter *tecnológico*. Este resultado parece lógico atendiendo a la presión existente en el mercado por desarrollar software de *agentes* o robots comparadores de precios (*roboshoppers*) que sean realmente efectivos y que puedan comparar otras prestaciones de los productos, además de su precio. No obstante la práctica demuestra que su desarrollo está siendo lento, dada su gran complejidad técnica. Algunos expertos discrepan de este punto y opi-

nan, por el contrario, que su difusión va a ser mucho más rápida de lo previsto y se va a llevar cabo en el corto plazo. Para la superación de dicho problema los expertos encuestados recomiendan sobretodo la colaboración con empresas exteriores, y en particular con los proveedores de *software* de *agentes*, así como la cooperación de la industria con centros de I+D especializados en ellos.

**VII.5.3. Fecha de Materialización más allá del 2010**

Los expertos encuestados no han señalado ningún tema que tenga su fecha de materialización más allá del año 2010.

## VII.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES POR SU IMPACTO SOBRE EL EMPLEO Y POR SU GRADO DE IMPORTANCIA.

En este apartado se indica cuál ha sido el tema que los expertos encuestados opinan que tendrá un mayor impacto sobre el empleo en el horizonte temporal considerado en el estudio.

### VII.6.1. Fecha de Materialización 1999-2004

Los expertos encuestados no han señalado ningún tema relevante por su impacto sobre el em-

pleo que tenga su fecha de materialización entre 1999 y 2004.

### VII.6.2. Fecha de Materialización 2005-2009

De forma análoga a como se ha hecho antes, en este apartado se realiza un análisis individualizado del tema señalado en la tabla anterior.

Nº de Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Índice Grado Importancia
25	Superación del déficit de personal cualificado en el área de las TIC.	58%	3,77

**Tema 25: Superación del déficit de personal cualificado en el área de las TIC.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Social	Incorp. Investig. o acciones formación
3	3	3	3	40%	26%

Para este tema los expertos encuestados han indicado que la capacidad de España es *favorable*, siendo el principal obstáculo para su desarrollo esencialmente de carácter *social*. Este fenómeno es explicable si se tiene en cuenta el déficit actual y el previsto a corto plazo de profesionales de las TIC en España. No obstante se prevé superar este déficit en la segunda mitad de la próxima década. Para la superación de dicho problema los expertos encuestados reco-

miendan sobretodo incidir con amplias acciones de formación, complementadas con medidas de apoyo por parte de la Administración Pública.

### VII.6.3. Fecha de Materialización más allá del 2010

Los expertos encuestados no han señalado ningún tema que tenga su fecha de materialización más allá del año 2010.

### VII.7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE

En este apartado se realiza un análisis de aquellos temas tratados en el estudio de prospectiva en los que la posición de España es más favorable. Recordamos que para cada uno de los temas seleccionados, los expertos debían otorgar una valoración entre 1 y 4 en cada una de las capacidades sometidas a su opinión (capacidad científica y tecnológica, capacidad de innovación, capacidad de producción y capacidad de comercialización).

Así, se obtienen unos valores, para el denominado Índice de Posición (IP), que pueden variar en el intervalo [4-16], que correspondería al mínimo posible (cuatro valores de 1 en las cuatro modas) y al máximo posible (cuatro valores de 4 en las cuatro modas).

Para la interpretación de los resultados se han establecido los siguientes sub-intervalos de variación para este índice:

**IP = [4-6]: Posición muy desfavorable.**

**IP = [7-9]: Posición desfavorable.**

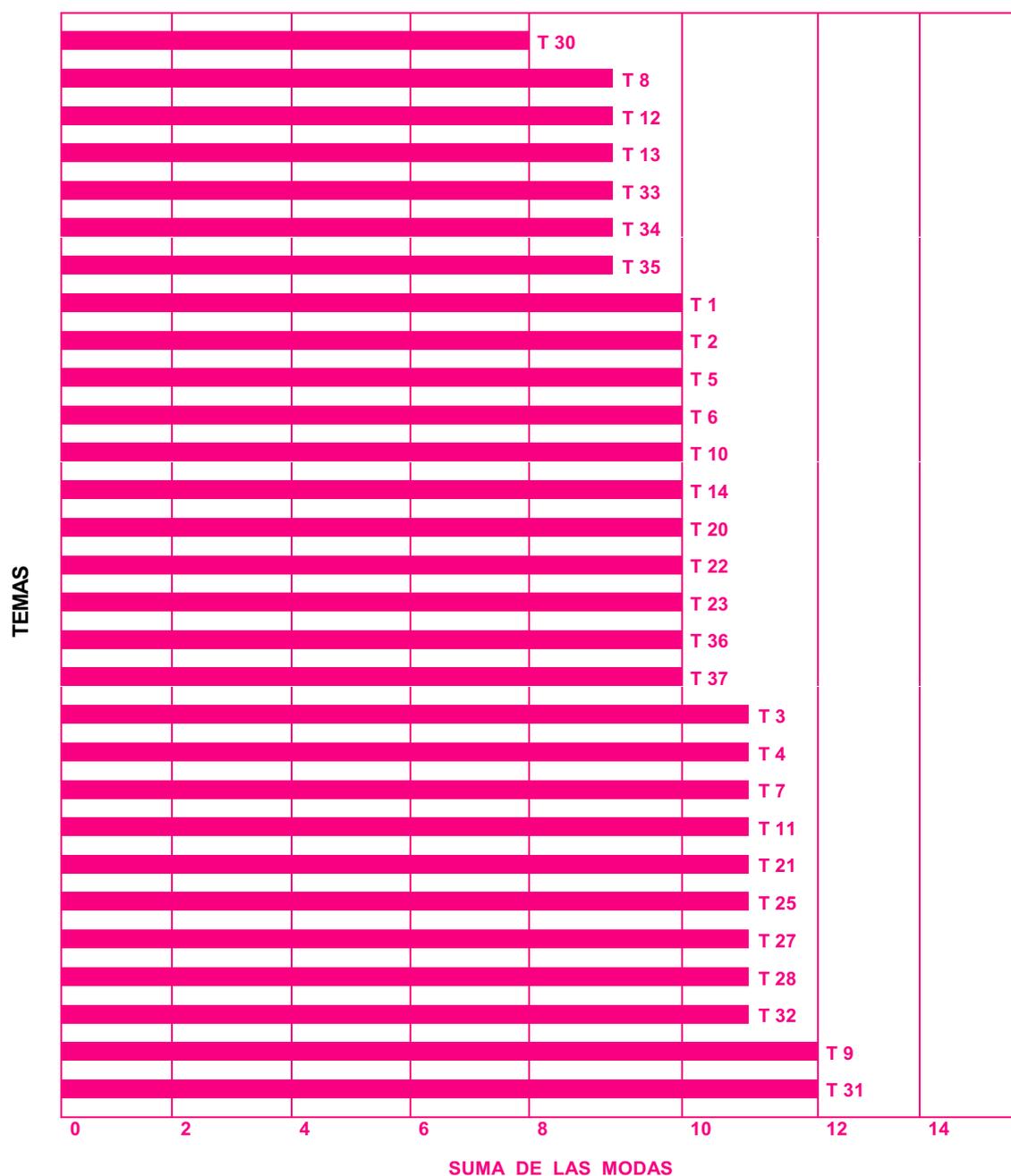
**IP = 10: Posición media.**

**IP = [11-13]: Posición favorable.**

**IP = [14-16]: Posición muy favorable.**

De acuerdo con este criterio, en la Figura 7.1. se representa de forma gráfica cuál es la posición de cada uno de los temas considerados en el cuestionario, de menos a más favorable.

Figura 7.1. Índice de Posición (IP) de cada uno de los temas del cuestionario.



De esta figura se desprende que en un **24%** de los temas la posición de España es **desfavorable**; en un **38%** de los casos dicha posición es **media**; y también en un **38%** de los temas la posición de nuestro país es **favorable**. No existe ningún tema para el cual la posición sea muy

favorable o, por el contrario, muy desfavorable. Por lo tanto, **en términos globales nos encontramos en una situación intermedia** en lo que hace referencia a las capacidades disponibles en España para el desarrollo del Comercio Electrónico.

Tabla 7.1. Temas en los que la posición de España es más favorable

Nº de Tema	Tema	Indice de Posición	Fecha de Materialización
3	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector de viajes y turismo.	11	1999 – 2004
4	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector bancario y de servicios financieros.	11	1999 – 2004
7	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en los sectores de consumo de bienes de bajo coste.	11	1999 - 2004
9	Uso generalizado de sitios <i>web</i> para realizar transacciones en el sector del ocio.	12	1999 – 2004
11	Uso generalizado de <i>portales</i> temáticos y/o sectoriales como sitios primarios para la búsqueda de información en la red.	11	1999 – 2004
21	Uso generalizado de las <i>intranets</i> en las organizaciones.	11	1999 – 2004
25	Superación del déficit de personal cualificado en el área de las TIC.	11	2005 – 2009
27	Plena regulación del comercio electrónico en la mayoría de países desarrollados.	11	1999 – 2004
28	Plena confianza de usuarios y consumidores en las políticas de las organizaciones sobre el tratamiento de su privacidad y protección de sus datos personales.	11	2005 – 2009
31	Uso generalizado de firmas y certificados digitales para realizar transacciones por Internet.	12	1999 – 2004
32	Uso generalizado de sistemas de pago electrónicos seguros en Internet.	11	1999 – 2004

De una parte, se observa que un grupo importante de temas en los que la posición española es más favorable hacen referencia al uso generalizado de sitios *web* en diferentes sectores económicos (turismo, banca, ocio y bienes de consumo de bajo coste). En este sentido estaríamos en una posición relativamente desarrollada, como lo prueban el creciente número de sitios existentes en estos sectores.

De otra parte, un segundo grupo de temas en los que nuestra posición puede calificarse de buena es el que se refiere a la disponibilidad de plataformas de información, tanto de “puertas para

afuera” cara a los usuarios (en forma de *portales* temáticos o sectoriales), como de “puertas para adentro” cara a los empleados de las organizaciones (en forma de *intranets* corporativas). De otro lado pueden identificarse algunos temas en los que existe ya una buena cobertura legal en nuestro país. Nos referimos concretamente a los que hacen referencia a la protección sobre el uso de los datos personales –por medio de la conocida ley LORTAD-, por una parte, y al uso de firmas digitales para la realización de transacciones –amparado por el decreto-ley sobre la firma digital, aparecido a finales de 1999-, de otra parte.

Otro aspecto en el que los expertos encuestados han considerado que nuestra posición es favorable tiene que ver con el uso de sistemas de pago electrónicos seguros. En efecto, existen algunas organizaciones muy competentes sobre esta materia en España.

Por último, se considera también que uno de los problemas más acuciantes a los que deberán

hacer frente -a corto plazo- las empresas y organizaciones es el déficit de personal cualificado en el área de las TIC. En este caso se considera que España dispone de suficiente capacidad para superar dicho déficit -a medio plazo- mediante acciones de formación intensivas y nuevas promociones de técnicos en informática y telecomunicaciones recién titulados.

## VII.8. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DE OTROS TEMAS RELEVANTES PARA EL DESARROLLO DEL COMERCIO ELECTRÓNICO EN ESPAÑA.

En este apartado se ofrece información complementaria acerca de otros temas que también se ha considerado que son relevantes para el desarrollo del comercio electrónico en España.

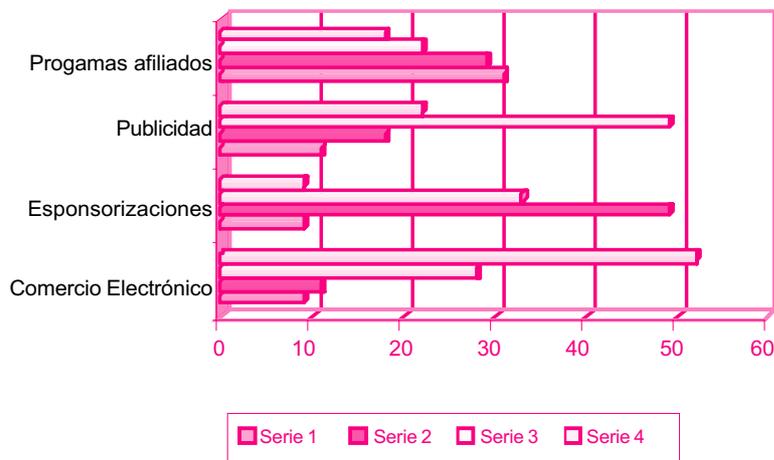
La información incluida en este apartado pretende recoger otros datos e informaciones de tipo cualitativo, aportados por los expertos encuestados, los cuales no se han tenido en cuenta anteriormente. Con ello se pretende ampliar y complementar su significado, introduciendo

otros matices que no son posibles con una mera descripción cuantitativa de los resultados.

En primer lugar se ha preguntado a los expertos encuestados cuáles creen que serán las principales fuentes de ingresos de los sitios (*websites*) existentes en Internet, tanto en el entorno profesional, como en el entorno del gran público (consumo). Los resultados obtenidos son los que se indican en las Figuras 8.1. y 8.2., respectivamente.

**Fig. 8.1. Principales fuentes de ingresos de los sitios profesionales en Internet, según los expertos encuestados (en %).**

(serie 1 = menos importante; serie 4 = más importante).

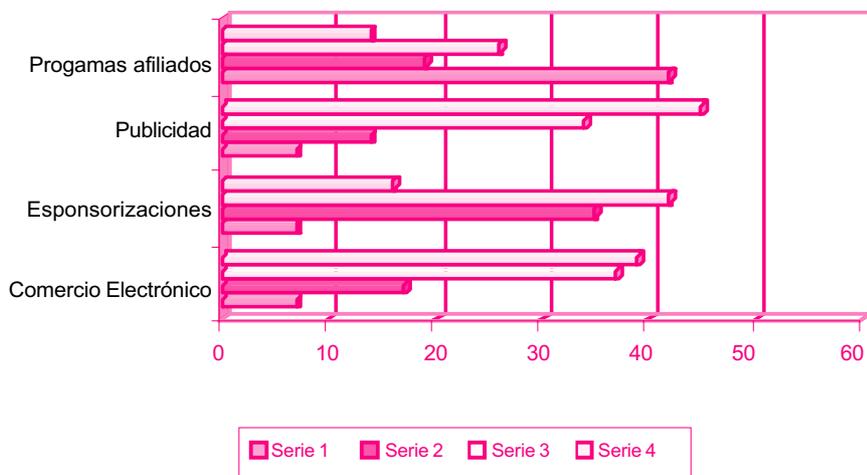


En el caso de los sitios profesionales, se observa que las dos fuentes de ingresos principales van a ser el comercio electrónico -en forma de ventas directas a través de la *web*-, en primer lugar, y la publicidad, en segundo lugar. Otras

fuentes de ingresos adicionales, tales como las esponsorizaciones y los programas de afiliados, los expertos consideran que van a contribuir a la financiación de los sitios -si procede- en una medida muy inferior.

**Fig. 8.2. Principales fuentes de ingresos de los sitios destinados al gran público en Internet, según los expertos encuestados (en %).**

(serie 1 = menos importante; serie 4 = más importante).



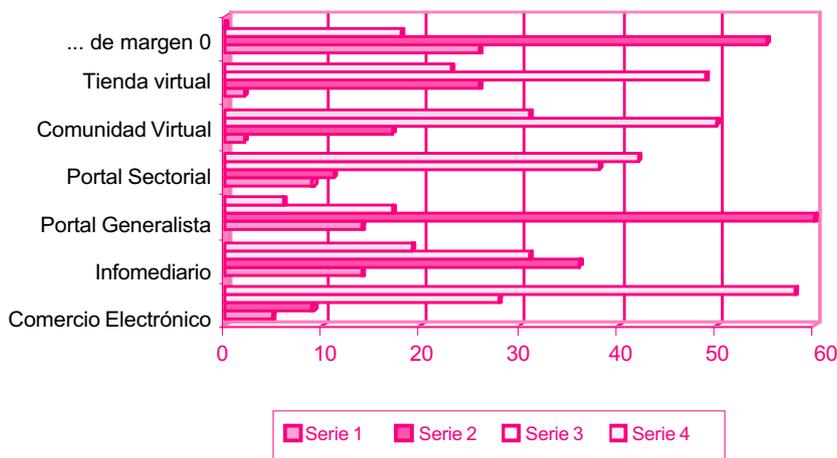
Por su parte, en el caso de los sitios de consumo destinados al gran público, se observa también que van a existir dos fuentes de ingresos principales, pero en orden inverso al de los sitios profesionales. En este caso la publicidad va a constituir la principal fuente de ingresos, seguida de cerca por el comercio electrónico -en forma de ventas directas a través de la web-. De entre las restantes fuentes de ingresos consideradas, las esponsorizaciones van a constituir una fórmula de financiación significativa, mientras que los programas de afiliados van a tener una importancia secundaria.

Más adelante se ha preguntado a los expertos encuestados qué modelos de negocio creen que

se impondrán en el futuro, en su opinión, tanto en el entorno profesional, como en el entorno del gran público. Los modelos de negocio considerados han sido los siguientes: comercio electrónico (transacciones entre empresas o ventas directas a consumidores); *infomediario* (intermediario entre compradores y vendedores); portales generalistas; portales sectoriales o temáticos; comunidades virtuales; centros de empresas (tiendas virtuales); centros comerciales virtuales (*malls*); y modelos de negocio de margen cero (basados en regalar productos a cambio de datos u otros tipos de informaciones). Los resultados obtenidos son los que se indican en las Figuras 8.3. y 8.4., respectivamente.

**Fig. 8.3. Principales modelos de negocio que se impondrán en el futuro en el entorno profesional, según los expertos encuestados (en %).**

(serie 1 = menos importante; serie 4 = más importante).

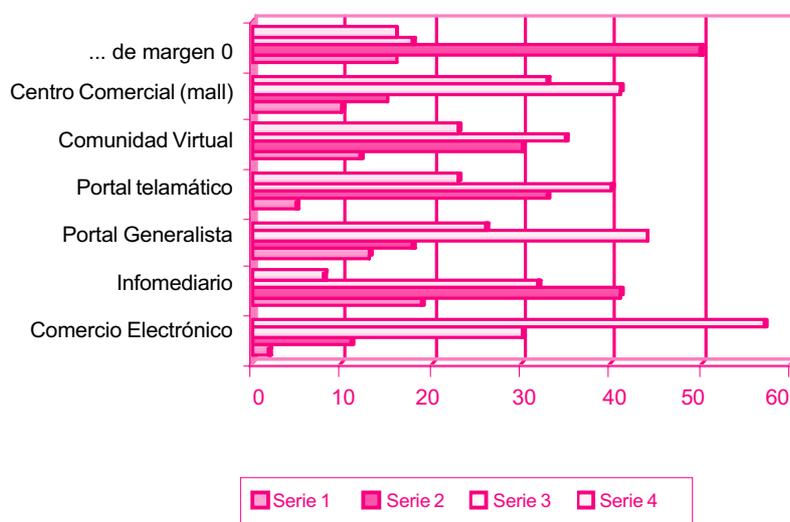


En el caso de los sitios profesionales, se observa que los dos principales modelos de negocio que se van a imponer en la red van a ser el comercio electrónico -en forma de transacciones comerciales entre empresas o bien a través de ventas directas a través de la *web*-, en primer lugar, de forma destacada, y los portales sectoriales, entendidos como mercados electrónicos virtuales para los intercambios entre la oferta y la demanda de un sector (*e-marketplaces*), en

segundo lugar. Otros modelos de negocio considerados, aunque con un nivel de importancia inferior, van a estar constituidos por las comunidades virtuales de profesionales, las tiendas virtuales y las *webs* de infomediarios (intermediarios que manejan información sectorial). En cambio, los modelos de portal generalista y de margen cero van a tener una importancia secundaria en el ámbito profesional, en opinión de los expertos.

**Fig. 8.4. Principales modelos de negocio que se impondrán en el futuro en el entorno del gran público, según los expertos encuestados (en %).**

(serie 1 = menos importante; serie 4 = más importante).

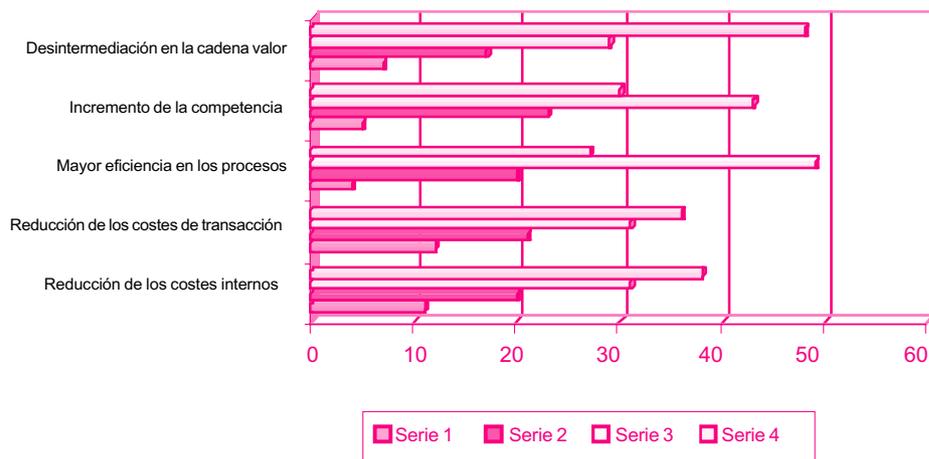


Por su parte, en el caso de los sitios de consumo dedicados al gran público, se observa -de forma análoga a la anterior- que los dos principales modelos de negocio que se van a imponer en la red van a ser el comercio electrónico -en forma de ventas directas a los consumidores-, en primer lugar, también de forma destacada, seguido por los centros comerciales que aglutinen un amplio número de tiendas virtuales (*malls*), en segundo lugar. Otros modelos de negocio considerados, aunque con un nivel de importancia inferior, van a ser los portales generalistas, los portales temáticos y las comunidades virtuales de usuarios o consumidores. En cambio, los modelos de margen cero o de *informediario* van a tener una importancia secun-

daria en el sector de consumo, en opinión de los expertos.

A continuación se ha preguntado a los expertos encuestados qué factores consideran que van a contribuir decisivamente a la implantación del comercio electrónico en las empresas. Los distintos factores considerados han sido los siguientes: reducción de costes internos; reducción de los costes de transacción (de interacción y/o comercio); mayor eficiencia en los procesos; incremento de la competencia y desintermediación en la cadena de valor (eliminación de intermediarios). Los resultados obtenidos son los que se indican en la Figura 8.5.

**Fig. 8.5. Principales factores que van a contribuir a la implantación del comercio electrónico en las empresas, según los expertos encuestados (en %).**



(serie 1 = menos importante ; serie 4 = más importante).

Según estos resultados, de entre los distintos factores considerados, el que más va a contribuir a la implantación del comercio electrónico va a ser el proceso de desintermediación en la cadena de valor, en lugar destacado, seguido a continuación por la reducción de costes internos y de los costes de transacción. Otros factores, tales como el incremento de la competencia o la obtención de una mayor eficiencia en los procesos, van a tener una importancia menor, siempre en opinión de los expertos encuestados.

Seguidamente se han planteado varias preguntas abiertas que hacen referencia a los factores sociales, organizativos, legales y de entorno que van a actuar como frenos o barreras para el desarrollo del comercio electrónico en España. De otra parte se ha pedido también a los expertos

encuestados que indiquen qué nuevos perfiles profesionales creen que serán necesarios en la futura economía digital. Para finalizar, se les ha formulado una última pregunta abierta en la que se les ha pedido que indiquen qué tecnologías consideran que serán claves para el desarrollo del comercio electrónico.

En primer lugar, a la pregunta abierta sobre qué aspectos sociales y organizativos los expertos encuestados consideran que van a actuar como frenos o barreras para el desarrollo del comercio electrónico en nuestro país, sus respuestas son las que se indican resumidamente en el Cuadro 8.1. El orden de las respuestas indica la frecuencia con que dichos temas han sido citados por los expertos.

**Cuadro 8.1. Principales frenos o barreras para el desarrollo del Comercio Electrónico en España de carácter social y organizativo.**

(respuestas de los encuestados, de mayor a menor frecuencia)



Entre los principales frenos o barreras de tipo social u organizativo señalados para el desarrollo del comercio electrónico en España los próximos años, los expertos encuestados han destacado dos elementos de carácter individual y tres elementos de carácter organizativo.

Entre los elementos de carácter individual destacados por mayor número de expertos se han señalado la falta de hábitos y costumbre de compra a distancia en nuestro país, así como la existencia todavía de una fuerte desconfianza para la realización de transacciones online por parte de usuarios y consumidores, sobretudo por temor al fraude o por una percepción de falta de seguridad en el sistema.

Se trata, por consiguiente, de temas que afectan a la percepción y actitud de los usuarios o consumidores a título individual, sobre las cuales convendrá incidir con acciones de sensibilización. A este respecto conviene incidir probablemente con acciones desde la Administración Pública y las organizaciones de promoción del comercio electrónico, tendentes a promover su conocimiento y uso entre los diferentes agentes económicos y sociales.

En cuanto a los elementos organizativos propios de las empresas, se han señalado principalmente el tema del déficit de formación del personal, la cultura empresarial reacia a los cambios y una

estructura organizativa no favorable a la implantación de nuevos modelos de negocio. En este caso se trata de déficits o rigideces estructurales sobre los cuales las empresas deberán realizar por ellas mismas un esfuerzo importante para su superación.

Existen otros factores sociales y organizativos señalados también como frenos o barreras para el desarrollo del comercio electrónico, si bien han sido destacados por un menor número de expertos. De entre estos factores cabe destacar, por su importancia, los siguientes: el desconocimiento de las posibilidades y ventajas del comercio electrónico (CE), el riesgo de cuestionar el papel de los canales de venta tradicionales (distribuidores), el alto coste de implantación de sistemas de CE, la falta de integración de las aplicaciones de CE con los procesos de la empresa, el hecho de seguir una política de “ver y esperar”, etc.

En segundo lugar, a la pregunta abierta sobre qué aspectos legales y de entorno los expertos encuestados consideran que van a actuar como frenos o barreras para el desarrollo del comercio electrónico en España, sus respuestas son las que se indican resumidamente en el Cuadro 8.2. También en este caso el orden de las respuestas indica la frecuencia con que dichos factores han sido citados por los expertos.

**Cuadro 8.2. Principales frenos o barreras para el desarrollo del Comercio Electrónico en España de carácter legal o relativos a factores de entorno**  
(respuestas de los encuestados, de mayor a menor frecuencia)

PRINCIPALES FRENOS O BARRERAS LEGALES Y DE ENTORNO
Complejidad de los sistemas de pago seguros (p.e. SET...)
Falta de una regulación nacional e internacional del comercio electrónico.
Prevención de los consumidores sobre el tratamiento de sus datos personales.
Necesidad de autenticación de las partes. Firmas y Certificados digitales.
Falta de tratamiento y regulación de los impuestos en la red.
Coste de los servicios de telecomunicaciones.
Capacidad y velocidad de las redes de telecomunicaciones.
Penetración del número de PCs (entorno doméstico y empresarial).

Entre los principales frenos o barreras de tipo legal o relativos a factores de entorno señalados para el desarrollo del comercio electrónico en España los próximos años, los expertos encuestados han destacado cuatro elementos de carácter legal y otros cuatro relativos a factores de entorno.

Entre los elementos de carácter legal destacados por mayor número de expertos se han señalado la falta de una regulación nacional e internacional sobre comercio electrónico –si bien en nuestro país está en proceso de desarrollo una ley-marco de regulación del mismo–; la necesidad de autenticación de las partes –que en España viene siendo promovida por el decreto-ley sobre la firma digital, ya citada anteriormente–; la falta de tratamiento y regulación de impuestos en la red –tema importante y complejo, a la vez, al que se deberá dar respuesta en breve–; así como la existencia todavía de una fuerte prevención por parte de los consumidores sobre el tratamiento de sus datos personales –si bien sobre este punto también existe cobertura legal en nuestro país por medio de la ley LORTAD,

citada en apartados anteriores–. Se trata, por consiguiente, de temas en los que la cobertura legal ya está disponible o bien cuyo marco legal se encuentra en un estado avanzado de desarrollo, motivo por el cual no deberían representar grandes obstáculos en nuestro entorno.

En cuanto a los elementos relativos a factores de entorno, se han señalado principalmente aspectos estructurales, tales como el coste y la calidad de los servicios de telecomunicaciones. Éstos son aspectos en los que se espera que la liberalización del sector de las telecomunicaciones contribuya a mejorar con el tiempo, a medida que se vaya configurando una competencia real en el mismo.

Entre los factores de entorno también se ha señalado la complejidad de los sistemas de pago seguros existentes hasta la fecha, como es el caso del SET (*Secure Exchange Transaction*). Ésta es una dificultad de carácter técnico que deberá ser simplificada, en la medida de lo posible, por parte de las entidades de medios de pago y las entidades financieras, con el objetivo de que puedan difundirse y aplicarse a gran escala.

Por último se ha señalado el reducido parque de ordenadores personales instalados en el entorno doméstico y profesional como una de las barreras para el desarrollo efectivo del comercio electrónico. En este caso será preciso que la Administración Pública incentive la adquisición de dichos equipos, en el ámbito doméstico, y que las empresas realicen un esfuerzo inversor en tecnologías de la información, para alinearlos con las cifras de penetración de equipos informáticos existentes en los países europeos de nuestro entorno.

Existen otros factores legales y de entorno señalados también como frenos o barreras para el desarrollo del comercio electrónico, si bien han sido destacados por un menor número de expertos. De entre estos factores cabe destacar, por su importancia, los siguientes: la falta de sistemas adecuados de protección de la Propiedad

Intelectual, la falta de cultura jurídica sobre cómo afrontar los nuevos retos que plantea el comercio electrónico, el desconocimiento de organismos y agencias de certificación autorizados, la falta de estandarización de los medios de pago, las diferentes prácticas de comercio en otros países, el idioma, los problemas relativos a la logística y al transporte de bienes, etc.

En tercer lugar, a la pregunta abierta sobre qué nuevos puestos de trabajo (perfiles profesionales) los expertos encuestados consideran que van a ser precisos para el desarrollo del comercio electrónico en nuestro país, sus respuestas son las que se indican resumidamente en el Cuadro 8.3. También en este caso el orden de las respuestas indica la frecuencia con que dichos perfiles profesionales han sido citados por los expertos.

**Cuadro 8.3. Principales perfiles profesionales requeridos para el desarrollo del Comercio Electrónico en España.**

*(respuestas de los encuestados, de mayor a menor frecuencia)*

PRINCIPALES PERFILES PROFESIONALES REQUERIDOS
Creadores y diseñadores de webs. Diseñadores gráficos. Creativos.
Expertos en marketing online. Especialistas en nuevos canales.
Consultores de e-Business. Consultores de Comercio Electrónico.
Especialistas en Internet (técnicos HW, SW, redes, telecomunicaciones).
Infomediarios. Gestores de información. Brokers de información.
Webmasters. Gestores y mantenedores de webs.
Especialistas en Seguridad Informática.
E-Business Managers. Ciberemprendedores.

Se ha constatado que los profesionales de los que existirá una mayor demanda responden sobretudo a los siguientes perfiles: creadores o diseñadores de *webs*, expertos en *marketing online*, consultores de *e-Business* y especialistas en Internet (técnicos informáticos especializados en *hardware* y *software* propio de Internet, así como técnicos de telecomunicaciones especializados en redes).

Se considera también que existirá una importante demanda, aunque en menor medida que la anterior, de los siguientes perfiles profesionales: *infomediarios*, *webmasters*, especialistas en seguridad informática y *ciberemprendedores*.

Otros perfiles profesionales citados por los expertos encuestados, si bien con una frecuencia muy inferior a la de los puestos anteriores, son los siguientes: especialistas en *e-Procurement*, arquitectos de sistemas de información, gestores de clientes, gestores del conocimiento, expertos en logística y distribución, analistas de tráfico, moderadores de comunidades virtuales, formadores en tecnologías de la información y fedatarios digitales, entre otros.

En cuarto y último lugar, a la pregunta sobre qué tecnologías consideran que serán claves para el desarrollo del comercio electrónico en España, las respuestas de los expertos encuestados han sido las que se indican resumidamente en el Cuadro 8.4.

**Cuadro 8.4. Tecnologías-clave para el desarrollo del Comercio Electrónico en España.**  
(respuestas de los encuestados, de mayor a menor frecuencia)

TECNOLOGÍAS- CLAVE
Internet móvil. Protocolo WAP (Wireless Application Protocol).
Telefonía móvil multimedia de 3ª generación (UMTS).
Lenguaje XML (Extensible Markup Language).
Redes de telecomunicaciones de banda ancha (cable, xDSL, fibra óptica...)
TV Digital / TV Interactiva.
Medios de pago seguros (p.e. SET...).
JAVA.
Firmas y Certificados Digitales.
Internet por TV / WebTV.
Logística / Transporte.

En este caso, los expertos encuestados han hecho hincapie, sobretodo, en lo que hace referencia a las nuevas tecnologías de los teléfonos móviles, tales como el protocolo WAP (*Wireless Application Protocol*) y la futura telefonía móvil de tercera generación o UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). Para la mayoría de ellos parece claro que una de las claves del comercio electrónico en el futuro pasará por el desarrollo del denominado comercio móvil (*m-commerce*), gracias a la facilidad de uso, flexibilidad y ubicuidad que proporcionarán dichos terminales móviles.

Por otra parte, se ha insistido también que el comercio electrónico a gran escala sólo será una realidad cuando estén disponibles de forma generalizada redes de telecomunicaciones de "banda ancha" de gran capacidad, tales como el cable, xDSL, fibra óptica, etc, que posibiliten inter-

cambiar grandes cantidades de información, de forma rápida y a bajo coste.

En otro orden de cosas se ha señalado que el comercio electrónico debe llegar también al gran público a través de dispositivos electrónicos menos complejos que el ordenador personal. En este sentido es presumible que la futura TV digital interactiva y/o la Internet por TV constituyan las plataformas tecnológicas para acceder a la gran masa de consumidores no "tecnófilos".

Por último, se ha destacado asimismo el papel-clave que va a jugar la logística y el transporte para hacer llegar al comprador los bienes adquiridos *online*. Si bien se trata de una "tecnología no electrónica", se considera que su papel va a ser fundamental para la implantación con éxito del comercio electrónico, tanto en el caso del comercio B2B como para el B2C.

## VII. 9. CONCLUSIONES GENERALES.

En este apartado se resumen una serie de conclusiones generales que se desprenden de los resultados obtenidos en este estudio de prospectiva. Estas conclusiones hacen referencia a: los temas señalados como de mayor grado de importancia; los temas en los que la posi-

ción de España es más favorable; las principales fuentes de ingresos de los sitios en Internet (*websites*); así como a los principales frenos o barreras existentes para el desarrollo del comercio electrónico en nuestro país, siempre en opinión de los expertos encuestados.

**Conclusiones sobre los temas con mayor grado de importancia para el horizonte temporal del corto plazo contemplado en el estudio (1999-2004).**

**Hacen referencia mayoritariamente al uso generalizado del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B).**

También se refieren al uso generalizado de sitios *web* para realizar transacciones en diferentes sectores (bancario, turismo, transporte, informático, ocio y consumo de bajo coste).

**Este hecho implicaría, necesariamente, el uso generalizado de mecanismos para la realización de un comercio electrónico seguro** (p.e. sistemas de pago, firmas y certificados digitales), así como la plena regulación del mismo en la mayoría de países desarrollados.

**De “puertas para adentro” las empresas desarrollarán *intranets* de forma generalizada como potentes plataformas de información y comunicación interna.**

También figuran el uso generalizado de *portales* temáticos o verticales, así como la utilización generalizada de software de *agentes* para la búsqueda automatizada y eficiente de información en la red.

**Finalmente también se considera que existirá un uso generalizado de teléfonos y otros dispositivos electrónicos móviles para realizar transacciones por Internet (*m-commerce*).** En este caso el protocolo WAP (*Wireless Application Protocol*) jugará un papel destacado.

En resumen, estos resultados configuran un escenario en el que presumiblemente se producirá en España, como en la Unión Europea y el resto de países occidentales más desarrollados, una explosión del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B) en numerosos sectores económicos, tal y como pronostican los expertos.

Por otra parte se dispondrá de potentes herramientas para el acceso a la información, tanto interna a la organización (por medio de *intranets*),

como externa a ella (mediante portales temáticos, portales verticales, software de *agentes*, etc.).

Por último, los mismos resultados dan a entender que el denominado comercio-móvil (*m-commerce*) experimentará un gran desarrollo, como consecuencia de la aparición de numerosas aplicaciones concebidas para la realización de transacciones por Internet mediante el uso de teléfonos u otros dispositivos electrónicos móviles.

**Conclusiones sobre los temas con mayor grado de importancia para el horizonte temporal del medio plazo contemplado en el estudio (2005-2009).**

**De una parte se refieren a la integración de las aplicaciones de comercio electrónico de las empresas con el resto de sus aplicaciones informáticas internas, incluyendo los sistemas logísticos y de distribución.**

Además de ello se prevé un uso generalizado de las *extranets* en las empresas, como un potente instrumento de información y comunicación con agentes externos, tales como clientes, socios y proveedores.

**También hacen referencia a mecanismos más eficientes para la determinación de los precios, como pueden ser los *agentes* o robots para la comparación de precios, o bien el uso generalizado de subastas electrónicas por Internet en el entorno profesional.**

**De otra parte hacen referencia al uso generalizado del comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C) y a aspectos relacionados con el mismo.**

Entre dichos aspectos destacan: la generalización de la modalidad del *marketing* personalizado “uno-a-uno”, el uso de sitios *web* en los sectores de consumo de bienes de alto coste o de mecanismos de pago, como la moneda digital o los micropagos, entre otros.

Este hecho implicaría, necesariamente, la plena confianza de usuarios y consumidores en las políticas de las organizaciones sobre el tratamiento de su privacidad y protección de sus datos personales.

**Por último se prevé que en este período se supere el déficit de personal cualificado en el área de las TIC.**

En resumen, estos resultados configuran un escenario en el que presumiblemente asistiremos a un proceso de maduración y consolidación del comercio electrónico de empresa a empresa (B2B), una vez tenga lugar la integración de las plataformas de comercio electrónico en la web (*front-end*) con los sistemas informáticos internos de las empresas (*back-end*). El desarrollo generalizado de las denominadas *extranets*, concebidas como plataformas de información y co-

municación con agentes externos a la empresa –clientes, socios y proveedores-, ha de contribuir de forma decisiva a dicho proceso.

Por otra parte en este período de tiempo se vislumbra también el uso generalizado del comercio electrónico de empresa a consumidor (B2C), una vez superada la inercia social existente inicialmente a su implantación y una vez se consiga la plena confianza de los usuarios y consumidores en el mismo.

**Conclusiones generales sobre los temas en los que la posición de España es más favorable.**

De una parte, se observa que un grupo importante de temas en los que la posición española es más favorable hacen referencia al uso generalizado de sitios *web* en diferentes sectores económicos (turismo, banca, ocio y bienes de consumo de bajo coste).

De otra parte, un segundo grupo de temas en los que nuestra posición puede calificarse de buena es el que se refiere a la disponibilidad de plataformas de información, tanto de "puertas para afuera" cara a los usuarios (en forma de *portales* temáticos o sectoriales), como de "puertas para adentro" cara a los empleados de las organizaciones (en forma de *intranets* corporativas).

De otro lado pueden identificarse algunos temas en los que existe ya una buena cobertura legal en nuestro país. Nos referimos concretamente a los que hacen referencia a la protección sobre el uso de los datos personales –por medio de la conocida ley LORTAD– por una parte, y al uso de firmas digitales para la realización de transacciones –amparado por el decreto-ley sobre la firma digital, aparecido a finales de 1999–, de otra parte.

Otro aspecto en el que los expertos encuestados han considerado que nuestra posición es favorable tiene que ver con el uso de sistemas de pago electrónicos seguros –en efecto, existen algunas organizaciones muy competentes sobre esta materia en España–

Por último, se considera también que uno de los problemas más acuciantes a los que deberán hacer frente -a corto plazo- las empresas y organizaciones es el déficit de personal cualificado en el área de las TIC. En este caso se considera que España dispone de suficiente capacidad para superar dicho déficit -a medio plazo- mediante acciones de formación intensivas y nuevas promociones de técnicos en informática y telecomunicaciones recién titulados.

Con respecto a las principales **fuentes de ingresos de los sitios** (websites) presentes en Internet, los expertos encuestados han señalado las indicadas en el cuadro siguiente.

En el caso de los **sitios profesionales**, las dos fuentes de ingresos principales van a ser el comercio electrónico -en forma de ventas directas a través de la *web*-, en primer lugar, y la publicidad, en segundo lugar. Otras fuentes de ingresos adicionales, tales como las esponsorizaciones y los programas de afiliados, los expertos consideran que van a contribuir a la financiación de los sitios -si procede- en una medida muy inferior.

En el caso de los **sitios de consumo** destinados al gran público, se observa también que van a existir dos fuentes de ingresos principales, pero en orden inverso al de los sitios profesionales. En este caso la publicidad va a constituir la principal fuente de ingresos, seguida de cerca por el comercio electrónico -en forma de ventas directas a través de la *web*-. De entre las restantes fuentes de ingresos consideradas, las esponsorizaciones van a constituir una fórmula de financiación significativa, mientras que los programas de afiliados van a tener una importancia secundaria.

Entre los diferentes elementos que se han señalado como **frenos o barreras** para el **desarrollo del comercio electrónico en España**, las respuestas de los expertos encuestados, de mayor a menor frecuencia, se resumen en los cuadros siguientes.

#### Principales frenos o barreras de carácter social y organizativo.

Hábitos y costumbres de compra. Escasa cultura de compra a distancia en España.

**Desconfianza o escepticismo de los usuarios y consumidores. Temor al fraude.**

Falta de conocimientos técnicos o de formación (individuos y/o empleados).

**Cultura empresarial reacia a los cambios. Lentitud de los proceso de cambio.**

Estructura organizativa de las empresas no favorable al desarrollo del CE.

#### Principales frenos o barreras de carácter legal o relativos a factores de entorno.

Complejidad de los sistemas de pago seguros (p.e. SET...)

**Falta de una regulación nacional e internacional del comercio electrónico.**

**Prevención de los consumidores sobre el tratamiento de sus datos personales.**

**Necesidad de autenticación de las partes. Firmas y Certificados digitales.**

Falta de tratamiento y regulación de los impuestos en la red.

**Coste de los servicios de telecomunicaciones.**

Capacidad y velocidad de las redes de telecomunicaciones.

**Penetración del número de PCs (entorno doméstico y empresarial).**

Como conclusión final de los resultados obtenidos en este estudio de prospectiva puede afirmarse que el comercio electrónico es un área de actividad todavía incipiente en España, que precisa aún de un marco legal más desarrollado y de cambios importantes -tanto en las actitudes de la población, como en las estructuras organizativas de las empresas-, pero que presenta unas grandes perspectivas de crecimiento y desarrollo futuros, a corto y medio plazo, una vez superados los obstáculos indicados.



**SECTORES TRADICIONALES:  
*INFORME DE PROSPECTIVA SOBRE  
TECNOLOGÍAS DE AUTOMATIZACIÓN***

## VIII.1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI), los Sectores Tradicionales están integrados por:

- ◆ Cuero, Calzado y Marroquinería
- ◆ Textil, Fibras Naturales, Hilatura y Confección
- ◆ Madera, Corcho, Mueble y otros transformados
- ◆ Cerámica, Azulejos y Vidrio. Cerámicas Avanzadas
- ◆ Juguete
- ◆ Joyería y Bisutería

INESCOP, Instituto Español del Calzado y Conexas, actuando como Centro Cabecera dentro de OPTI, ha coordinado la realización de un trabajo de prospectiva en el campo de las **Tecnologías de la Automatización** como un tema estratégico para estas empresas, principalmente manufactureras y siendo la automatización un factor muy importante en sus procesos productivos. El resultado de este trabajo debería servir de apoyo a las empresas en la toma de sus de-

cisiones de carácter estratégico en relación con la evolución y cambio tecnológico en el apartado de la Automatización.

El trabajo de prospectiva se inició partiendo de la realidad y necesidades de las empresas que componen estos Sectores Tradicionales, para la identificación de las tecnologías claves y de las barreras y desafíos para su incorporación y desarrollo.

Las áreas del conocimiento a estudiar dentro de este trabajo de prospectiva con un enfoque eminentemente industrial y un horizonte temporal de no más de quince años, han sido las siguientes:

- Planificación industrial
- Comunicación en los procesos
- Control automático del proceso productivo
- Transporte y logística
- Calidad en el proceso
- Medioambiente
- Impacto empresarial y social

## VIII.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE TEMAS

### VIII.2.1. El Panel de Expertos

El panel de estuvo compuesto por 18 personas, pertenecientes a la industria y a los Centros de Investigación de los Sectores Tradicionales, expertos en las Tecnologías de Automatización.

Las funciones desarrolladas por el panel de expertos, fueron:

- Identificar los temas objeto de la consulta.
- Determinación de otros expertos sectoriales para que participasen en la consulta.
- Colaborar en el análisis y en la interpretación de los resultados obtenidos en la primera y segunda ronda del trabajo.

La metodología de trabajo del Panel de Expertos, consistió en la realización de tres reuniones, en las que se determinaron de un abanico

de 75 temas posibles, cuales formarían parte del cuestionario definitivo y que posibles expertos con credenciales y experiencia reconocida entre la comunidad profesional, podrían formar parte del estudio. En la tercera reunión una vez realizada la segunda vuelta del cuestionario Delphi, se presentaron y analizaron los resultados obtenidos.

### VIII.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi

De la relación de temas propuestos inicialmente por el Panel de Expertos en una sesión de “brainstorming”, se priorizaron y se englobaron los semejantes en temas más generales, estableciendo el cuestionario en 30 temas, clasificados y agrupados en siete áreas temáticas.

### VIII.3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

Los expertos consultados prevén la materialización de la mayor parte de los temas (82,33%) en un escenario del corto y del medio plazo, antes del 2009. Este conjunto de temas son los que deberían ser objeto de posibles medidas de políticas industriales por parte de las administraciones y de definición de estrategias empresariales por parte de las empresas de los Sectores Tradicionales. Son cuantitativamente poco significativos (3,27%) los temas en los que se prevé una fecha de materialización a muy largo plazo, más allá del 2015. Aquellos temas en los que según los expertos consultados no se materializaran nunca son muy bajos, el 0,49%.

Los expertos consultados han determinado que el tema 5, es aquel con mayor índice de grado de importancia y el más cercano temporalmente de todos los temas del cuestionario.

#### VIII.3.1. Materialización 1999-2004.

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
5	La utilización de redes informáticas facilitará la comunicación interna en la empresa proporcionando acceso automático a la información corporativa en tiempo real, permitiendo mejorar la organización y facilitando la toma de decisiones.	3,90
9	Generación de piezas mediante técnicas avanzadas de prototipado rápido para su utilización como moldes o modelos iniciales.	3,68
19	Generalización del uso de aplicaciones informáticas de gestión de calidad, de especialización sectorial y concebidas para pequeñas y medianas empresas.	3,60
22	Se establecerán sistemas de análisis en tiempo real de los costes de la calidad y no calidad en diferentes áreas del proceso productivo.	3,48
16	Los avances en robótica y automática, así como la reducción de sus costes, permitirán la implantación de almacenes automatizados en pequeñas y medianas empresas.	3,40

Estos temas con fecha de materialización inmediata, denotan la preocupación de los Sectores Tradicionales en las áreas de la comunicación en los procesos (tema 5), control automático del proceso productivo (tema 9), calidad (temas 19 y 22) y transporte (tema 16).

## VIII.3.2. Materialización 2005-2009.

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
30	Las tecnologías de la automatización y su implantación tenderán a minimizar los riesgos laborales y el impacto sobre la salud de los trabajadores.	3,86
1	Se implantarán sistemas de control para la supervisión de los procesos de producción, logrando la automatización de la planificación y programación de los mismos. (SCADA).	3,8
27	El incremento de las inversiones en tecnologías para la automatización de las empresas, cifrable en un 50%, permitirá optimizar el funcionamiento de las mismas.	3,78
29	Se producirán cambios en las competencias (conocimientos, destrezas y actitudes) requeridas a los trabajadores para desempeñar puestos de trabajo automatizados. Adquirirán competencias complejas y podrán desempeñar varios puestos en el proceso de fabricación.	3,75
25	Se crearán centros sectoriales de recogida y tratamiento automatizado de residuos específicos, para su reciclado, reutilización o eliminación reduciendo el daño ecológico.	3,74
4	Integración de la cadena logística virtual (proveedores, empresa y clientes), mediante la estandarización de los procesos interempresariales y su automatización a través de los sistemas informáticos.	3,68
28	Las nuevas estructuras de fabricación que derivan la producción a empresas auxiliares, convirtiendo las fábricas en estructuras de control, montaje, empaquetado y distribución del producto final, requerirán de una creciente automatización de las relaciones entre proveedores y fabricantes.	3,65
20	Se implantarán sistemas automáticos para la inspección de materias primas, proceso productivo y producto final, mediante visión artificial y otros sensores avanzados, que serán capaces de detectar cualquier anomalía.	3,64
10	Las líneas de producción incluirán utillaje automático que agilizará los procesos de cambio de piezas, moldes, planchas, materiales, etc., economizando espacio y tiempo.	3,63
3	La utilización de sistemas de simulación de procesos productivos, permitirá optimizar la producción (nuevas distribuciones en planta, gestión de recursos, etc.)	3,62
26	Tanto la recogida selectiva de residuos, como la separación automatizada de los mismos, favorecerá la aparición de materiales reciclados de calidad.	3,57

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
15	Se desarrollarán sistemas de identificación, mediante la integración de dispositivos y terminales avanzados de comunicación en el propio producto, que permitirán el seguimiento y localización del mismo para aplicaciones como: gestión inteligente de la producción, distribución y comercialización.	3,56
2	Desarrollo y aplicación de sistemas expertos como herramienta automática de planificación y programación de los sistemas de producción.	3,55
14	El 50% del conjunto de maquinaria que existirá en la empresa, permitirá realizar un control automático del proceso de producción.	3,54
7	Nuevos desarrollos científico-técnicos basados en el uso de robots harán posible la automatización de tareas hasta ahora reservadas exclusivamente a operarios.	3,53
23	Se implantarán sistemas automáticos de medición del conjunto de variables medioambientales involucradas en los procesos productivos, basados en la instalación de sensores, e integrados en el sistema de gestión medioambiental de la empresa.	3,52
21	Se desarrollarán sistemas inteligentes que mediante la captura de las variables de control de un proceso, permitirán su reajuste automático.	3,50
12	Se introducirán sistemas de ensayos no destructivos en los procesos de fabricación que conectados al sistema informático de control de la producción, permitirán la regulación de parámetros de fabricación.	3,48
13	Se diseñarán sencillos aparatos de campo conectados al sistema de información de producción, que permitirán el análisis físico-químico de las materias primas a la recepción, pudiendo efectuar la clasificación inmediata de las mismas.	3,42
17	Se desarrollarán técnicas para la optimización de los embalajes en función del producto, destino, medio de transporte, etc.	3,36
11	Se dispondrá de sistemas de monitorización del desgaste de los componentes y útiles de las máquinas que generen alarmas automáticas para proceder a su mantenimiento predictivo.	3,35
6	Se orientarán los procesos de automatización de una forma específica para cada aplicación, desarrollándose dispositivos y máquinas especiales para dichos procesos, en detrimento de los dispositivos de carácter genérico.	3,32
8	Se producirán avances importantes en las interfaces hombre/máquina que incrementarán el conocimiento de los procesos y permitirán su automatización.	3,28
18	Se optimizarán las rutas de transporte entre proveedores, empresas auxiliares y fabricantes, a través de técnicas de localización, GPS, etc.	3,24
24	Se implantarán sistemas de separación automática de residuos mediante visión artificial y otros sensores avanzados.	3,19

En este rango de fechas de materialización se concentra el 83,33% de los temas objeto del cuestionario. Los expertos consideran que los temas planteados llegarán a cumplirse a corto medio plazo, denotando una buena elaboración del cuestionario por parte del panel de expertos, considerando viables la inmensa mayoría de los temas y reflejando un cierto nivel de con-

fianza en el avance tecnológico en los Sectores Tradicionales.

Dentro de este intervalo de materialización, el tema 21 ha recibido un número significativo de respuestas en el intervalo 2010-2015, por lo que podemos considerarlo bimodal en fecha de materialización.

Nº Tema	Tema	Materialización 2005-2009	Materialización 2010-2015
21	Se desarrollarán sistemas inteligentes que mediante la captura de las variables de control de un proceso, permitirán su reajuste automático.	38,70%	33,30%

#### VIII.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

##### VIII.4.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Desarrollo Industrial	Índice Grado Importancia
9	Generación de piezas mediante técnicas avanzadas de prototipado rápido para su utilización como moldes o modelos iniciales.	92,00%	3,68
22	Se establecerán sistemas de análisis en tiempo real de los costes de la calidad y no calidad en diferentes áreas del proceso productivo.	84,95%	3,48

##### VIII.4.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 9: Generación de piezas mediante técnicas avanzadas de prototipado rápido para su utilización como moldes o modelos iniciales.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-Centros de Invest y Tecnológicos
3	2	3-2	3	54%	48%

En los Sectores Tradicionales, la fabricación de prototipos de piezas y moldes para la realización de las series, es uno de los factores más importantes en el proceso productivo. Algunos de estos sectores generan nuevas colecciones - prototipos cada cuatro meses, por lo cual no es de extrañar que los expertos consultados hayan establecido mayoritariamente (92,0%), que este tema sea el de mayor impacto sobre el desarrollo industrial. El panel de expertos considera que

la incorporación de esta tecnología de prototipado rápido, con las técnicas de STL, SLS y mecanizado, reducirán considerablemente los tiempos de fabricación de sus productos.

La posición de España, respecto a los países del entorno en cuanto al potencial científico y tecnológico existente para el desarrollo de este tema, se considera en la franja alta. En relación con la capacidad de innovación se sitúa en un

valor de la moda igual a dos, posición baja. Respecto a la capacidad de producción de la tecnología para el prototipado rápido, el valor resultante es bimodal (3-2), situándose en una posición media. Los expertos consideran que la capacidad de comercialización de esta tecnología por empresas españolas es alto, con un valor modal de 3. El índice de posición con relación a las cuatro capacidades tiene un valor de 11, que corresponde con una posición favorable.

El índice del grado de importancia de este tema se sitúa en un 3,68.

Las principales limitaciones que los expertos han considerado para el desarrollo de este tema, en

los Sectores Tradicionales son de índole tecnológicas (53,5%) y económicas, debido a las dificultades de desarrollar esta tecnología no excesivamente compleja y a costos ajustados para el tipo de empresa que componen estos sectores productivos.

Las medidas recomendadas para facilitar la materialización de este tema, son principalmente la cooperación con los Centros de I+D sectoriales (48,0%): el Panel de expertos considera que deberían crearse centros de prototipado rápido sectoriales, para las pequeñas empresas. Otra de las medidas recomendadas, es el apoyo de las administraciones para que las empresas pudieran acceder a la tecnología.

**Tema 22: Se establecerán sistemas de análisis en tiempo real de los costes de la calidad y no calidad en diferentes áreas del proceso productivo.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
3	3-2	2	2	50%	39%

Como cualquier sector empresarial, el análisis de costes en las empresas es importante para el funcionamiento de las mismas. De ahí, que el estudio de la calidad total en diferentes áreas del proceso productivo sea un tema que los expertos consultados en un 85,0% consideran que es uno de los de mayor impacto sobre el desarrollo industrial.

La posición de España respecto a los países del entorno, en cuanto al nivel Científico-Tecnológico que existe para el desarrollo de este tema es considerada a un nivel modal 3, por parte de los expertos. Respecto a la capacidad de innovación se sitúa en un valor bimodal (3-2) "medio". En cuanto a la capacidad de producción y de

comercialización, los expertos consideran que se encuentra en un valor modal igual a 2, es decir, menos favorable. El índice de posición (IP) alcanza un valor de 10 (posición media).

Las principales limitaciones consideradas para el desarrollo del tema son de índole económica y segundo lugar tecnológicas en un 37,0%. Y las medidas recomendadas para intentar que se lleve a cabo con la mayor facilidad son por una parte, la cooperación de la industria con los Centros de investigación y tecnología, y por otra, el apoyo de la administración (21,0%) para que así se puedan realizar los estudios de Costes totales de calidad en las diferentes áreas del proceso productivo.

## VIII. 4.2. Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
1	Se implantarán sistemas de control para la supervisión de los procesos de producción, logrando la automatización de la planificación y programación de los mismos. (SCADA).	86,55%	3,80
3	La utilización de sistemas de simulación de procesos productivos, permitirá optimizar la producción (nuevas distribuciones en planta, gestión de recursos, etc.)	84,96%	3,62
2	Desarrollo y aplicación de sistemas expertos como herramienta automática de planificación y programación de los sistemas de producción.	83,72%	3,55
14	El 50% del conjunto de maquinaria que existirá en la empresa, permitirá realizar un control automático del proceso de producción.	82,11%	3,54
21	Se desarrollarán sistemas inteligentes que mediante la captura de las variables de control de un proceso, permitirán su reajuste automático.	81,82%	3,50
10	Las líneas de producción incluirán utillaje automático que agilizará los procesos de cambio de piezas, moldes, planchas, materiales, etc., economizando espacio y tiempo.	80,87%	3,63
20	Se implantarán sistemas automáticos para la inspección de materias primas, proceso productivo y producto final, mediante visión artificial y otros sensores avanzados, que serán capaces de detectar cualquier anomalía.	80,73%	3,64
27	El incremento de las inversiones en tecnologías para la automatización de las empresas, cifrable en un 50%, permitirá optimizar el funcionamiento de las mismas.	81,48%	3,78

## VIII.4.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 1: Se implantarán sistemas de control para la supervisión de los procesos de producción, logrando la automatización de la planificación y programación de los mismos. (SCADA).**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
3	3	3	3	46%	39%

El panel de expertos considera que la implantación de sistemas de control para la supervisión de los procesos de producción es un tema que, hoy por hoy, no está muy desarrollado en el conjunto de las empresas objeto del estudio, debido a que está en proceso de iniciación y establecimiento en las mismas, a partir del seguimiento de las determinaciones establecidas por la técnica SCADA, pero no en su totalidad sino amoldándolas a las condiciones y formas de trabajo de los sectores tradicionales.

Pero debemos reseñar, que sí es un tema que despierta mucho interés en los expertos consultados, ya que su llevada a cabo será muy favorable para el funcionamiento, rendimiento y prestación de las empresas que lo forman. Así quedó establecido por ellos con un índice de grado de importancia de 3,80 y un impacto sobre el desarrollo industrial del 86,6%.

La posición de España en comparación con los países del entorno con respecto a las cuatro capacidades, se encuentra a un nivel modal 3, es decir, "favorable" para todas ellas. Destaca la capacidad científica-tecnológica con un valor del 73,1%. El índice de posición es favorable con un valor de 12.

Las limitaciones que los expertos han considerado más relevantes para el desarrollo del tema son en primer lugar las económicas, seguidas de las tecnológicas con un 38,0%, debido a los altos costos y a las dificultades en desarrollar nuevas estrategias que tienen las empresas que forman los sectores en estudio.

Las medidas recomendadas para enfrentarse a estas limitaciones son cooperar con los Centros de Investigación y Tecnológicos de su entorno (39,0%) e incorporar personal cualificado y especialista del tema en las empresas (26,2%).

**Tema 3: La utilización de sistemas de simulación de procesos productivos, permitirá optimizar la producción (nuevas distribuciones en planta, gestión de recursos, etc.)**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
3	2-3	3	1	46%	44%

La utilización de sistemas de simulación de procesos productivos es un tema que en principio a los expertos de los sectores tradicionales les despierta gran interés y lo consideran importante para el desarrollo de las empresas, así queda reflejado en el índice de impacto que los expertos piensan que dicho tema produce en el desarrollo industrial siendo de un 85,0%.

El Panel de Expertos, considera que deberían desarrollar herramientas informáticas

sectorializadas, para la simulación de partes de los procesos productivos.

La situación de España respecto a los otros países varía con relación a lo que consideremos, así para el potencial científico-tecnológico y el de producción el nivel modal es 3, es decir, "favorable" y para la innovación es bimodal situándose en una posición media (2-3). Sin embargo la posición más desfavorable que los expertos consultados conceden a la capacidad de

comercialización, hace que el índice de posición (IP) para las cuatro capacidades sea desfavorable con un valor de 9.

El índice de grado de importancia es 3,62, con lo cual es considerado un tema importante para los sectores industriales en estudio.

Las limitaciones más consideradas por los expertos seleccionados son por una parte, las económicas y por otra, las tecnológicas. Por los

motivos ya considerados en el estudio de otros temas, la falta de recursos y limitaciones en costos y tecnología en el tipo de empresas.

Las medidas recomendadas para hacer frente a estas limitaciones y hacer posible la ejecución de este tema son, la cooperación con los Centros de investigación y tecnología del entorno con un 43,8% y la incorporación de científicos y tecnólogos en las empresas con un 21,9%.

**Tema 2: Desarrollo y aplicación de sistemas expertos como herramienta automática de planificación y programación de los sistemas de producción.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
2	2	2	2	45%	37%

El impacto en el desarrollo industrial que los expertos consideran que produce la aplicación de sistemas expertos como herramienta automática de planificación y programación de los sistemas de producción es de un 83,7% con lo cual, es un tema que se considera óptimo para el desarrollo de las empresas de los sectores tradicionales.

El índice de posición respecto de este tema es desfavorable con un valor de 8. Para las cuatro capacidades se sitúa en un valor modal 2 (menos favorable).

Respecto al índice de grado de importancia es de 3,55, con lo cual, es un tema bien considerado.

Las limitaciones que, según los expertos, las empresas se encuentran para llevar a cabo dicho tema, fundamentalmente son de índole tecnológico en un 44,9% y económico en un 37,3%. Las medidas recomendadas por los expertos para superar estas limitaciones son la cooperación de la industria con los Centros de I+D y la incorporación de científicos y tecnólogos en las empresas.

**Tema 14: El 50% del conjunto de maquinaria que existirá en la empresa, permitirá realizar un control automático del proceso de producción.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
3	2	3	3	48%	37%

Este tema produce, según los expertos consultados, un impacto importante sobre el desarrollo industrial con un 82,1%.

La posición de España respecto a los países del entorno, en cuanto a las cuatro capacidades es favorable con IP=11. Fundamentalmente se sitúan claramente en un valor modal 3, salvo la capacidad de innovación cuyo valor modal es 2, posición baja.

Respecto al índice de grado de importancia es de 3,54.

La fecha de materialización en el rango que estudiamos en este punto (2005 al 2009), tiene uno de los valores más altos alcanzados en la totalidad de los temas (61,6% según los expertos).

Las limitaciones que las empresas se van a encontrar fundamentalmente, son fundamentalmente de índole económico, seguido de las tecnológicas en un 43,4%. Pero por otro lado, las medidas a adoptar por las empresas para intentar hacer frente a estas limitaciones son, la cooperación de éstas con los Centros de Investigación y Tecnología en un 37,0% y buscar el apoyo económico de la administración en un 24,5%.

**Tema 21: Se desarrollarán sistemas inteligentes que mediante la captura de las variables de control de un proceso, permitirán su reajuste automático.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
2	2	2	2	49%	43%

Al igual que en el caso anterior, este tema según los expertos consultados es importante para el desarrollo de la industria en los sectores tradicionales, así viene reflejado en el porcentaje de impacto sobre desarrollo industrial que es del 81,8%.

El Panel de Expertos considera que se debería potenciar en las empresas suministradoras de maquinaria para estos sectores industriales, las áreas de regulación automática y control/aplicación de sensores.

La capacidad de España respecto a los países del entorno, tanto en el área Científica y Tecnológica como en Innovación, Producción y Comercialización es la misma, situándose en todos los casos en un nivel modal 2, menos favorable, que proporciona un índice de posición global de 8 (posición desfavorable).

El índice de grado de importancia es de 3,50.

Pero como en todos los temas estudiados hasta ahora, el poner en marcha estas innovaciones en las empresas no es sencillo y nos encontramos con una serie de limitaciones de las cuales, los expertos consultados consideran que para este caso, mayoritariamente son de índole tecnológico y económico a unos porcentajes del 48,8% y del 43,8% respectivamente.

Para hacer frente a estas limitaciones, las medidas que los expertos consideran más aconsejables son en primer lugar, la cooperación de las empresas con los Centros de I+D del sector y en menor medida, la incorporación de científicos y tecnólogos en las mismas.

**Tema 10: Las líneas de producción incluirán utillaje automático que agilizará los procesos de cambio de piezas, moldes, planchas, materiales, etc., economizando espacio y tiempo.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
2	2	2-3	2	54%	41%

El impacto que este tema produce sobre el desarrollo industrial, según los expertos consultados, es de un 80,9%.

La posición de España respecto a los países del entorno es muy similar en todos los aspectos estudiados, es decir, en la capacidad de innovación, científico-tecnológica y comercialización se ha obtenido un nivel modal 2, franja baja. Destaca ligeramente la capacidad de producción se ha obtenido un valor bimodal (2-3), media. El índice de posición es desfavorable.

Las limitaciones que la industria se va a encontrar para llevar a cabo este tema son, según los expertos, fundamentalmente de tipo tecnológico, aunque también son importantes las de tipo económico en un 38,6%. Las medidas resolutorias para hacerles frente que han considerado son, la cooperación con los Centros de Investigación y Tecnología del sector en un 41,1% y la incorporación de personal especializado en un 25,8%.

**Tema 20: Se implantarán sistemas automáticos para la inspección de materias primas, proceso productivo y producto final, mediante visión artificial y otros sensores avanzados, que serán capaces de detectar cualquier anomalía.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
3	2-3	3-1-2	3	48%	42%

En general, nos encontramos con un tema que es considerado muy importante para el desarrollo de la industria, de ahí que el impacto sobre el desarrollo industrial sea de un 80,7%.

El Panel de Expertos, considera al igual que en el tema 10, que la industria de maquinaria debería potenciar la incorporación en sus desarrollos de las tecnologías de visión artificial y elemen-

tos sensores, con el objeto de detectar fallos en los procesos productivos.

Por otro lado, la posición de España respecto a los países del entorno es para los rasgos científico-tecnológicos y de comercialización de un nivel modal 3, posición más favorable, en unos porcentajes del 42,6% y 46,2% respectivamente, para la capacidad de innovación es de un

nivel bimodal 2-3, media, y por último, para la capacidad de producción el nivel es trimodal 3-1-2 con valores en torno al 30%.

Según los expertos, las limitaciones que supuestamente nos podemos encontrar a la hora de querer implantar estos sistemas dentro de cualquier empresa de los sectores en estudio, son tanto de índole tecnológicas como de índole

económicas con un número de respuestas obtenido de aproximadamente un 47% para ambos casos.

Las medidas para contrarrestar estas limitaciones consideradas por los expertos son, la cooperación de la industria con los Centros de I+D y en menor medida la colaboración con empresas exteriores.

**Tema 27: El incremento de las inversiones en tecnologías para la automatización de las empresas, cifrable en un 50%, permitirá optimizar el funcionamiento de las mismas.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Admón.
3	3	3	2	55%	40%

El impacto que sobre el desarrollo industrial este tema produce es según los expertos consultados de un 81,5%, con lo cual es un tema importante para la mejora del nivel de desarrollo industrial.

La situación de nuestro país con respecto a los del entorno es muy similar para las diferentes capacidades en estudio, así para las capacidades científica-tecnológica, innovación y producción nos encontramos con un nivel modal 3, es decir más favorable, en cambio para la capacidad de comercialización el nivel modal es inferior (moda 2), estando en una posición menos favorable. Esto sitúa la posición global de España respecto a este tema como favorable con un IP=11.

El índice de grado de importancia es de 3,78, siendo uno de los más elevados en el conjunto de temas estudiados.

Las limitaciones que las empresas de los sectores en estudio encuentran para realizar estas inversiones tan satisfactorias en tecnología son, según los expertos, de índole económico principalmente, aunque también son importantes las limitaciones tecnológicas que han recibido un 38,3% de las respuestas.

Las medidas a adoptar por estas empresas según los expertos han de ser estímulos económicos-fiscales de la administración en un 40,1%, para así tener recursos económicos para adquirirlas y en segundo lugar, cooperar con los Centros de I+D en un 27,5%, para que los expertos de los mismos cooperen en la implantación para un mejor rendimiento.

## VIII.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL ENTORNO.

### VIII.5.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Índice Grado Importancia
5	La utilización de redes informáticas facilitará la comunicación interna en la empresa proporcionando acceso automático a la información corporativa en tiempo real, permitiendo mejorar la organización y facilitando la toma de decisiones.	21,74%	3,9

#### VIII.5.1.1. Análisis de este Tema

**Tema 5:** La utilización de redes informáticas facilitará la comunicación interna en la empresa proporcionando acceso automático a la información corporativa en tiempo real, permitiendo mejorar la organización y facilitando la toma de decisiones.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Incorporación de Científicos y Tecnólogos en Empresas y Acciones de Formación
4-3	2	3	3	44%	33%

Los expertos consultados han ponderado este tema en relación con su impacto sobre la calidad de vida y el entorno en un 21,74%.

El índice de posición IP respecto a las cuatro capacidades se sitúan en una posición favorable, destacando en el aspecto más favorable la capacidad científico-tecnológica con un valor bimodal (4-3) y en el aspecto menos favorable la capacidad de innovación con un valor modal 2 (franja baja).

Las limitaciones para la puesta en marcha de este tema son principalmente, económicas en un 43,6% y tecnológicas en un 30,1%. Las medidas que se aconsejan para superar estas limitaciones y poder llevar a cabo la realización del mismo son, por un lado la incorporación de científicos y tecnólogos a la empresa, y la realización de acciones de formación en un 33,0%, y por otro lado, el apoyo de la administración en un 24,7%.

## VIII.5.2. Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
24	Se implantarán sistemas de separación automática de residuos mediante visión artificial y otros sensores avanzados.	90,38%	3,19
25	Se crearán centros sectoriales de recogida y tratamiento automatizado de residuos específicos, para su reciclado, reutilización o eliminación reduciendo el daño ecológico.	87,34%	3,74
23	Se implantarán sistemas automáticos de medición del conjunto de variables medioambientales involucradas en los procesos productivos, basados en la instalación de sensores, e integrados en el sistema de gestión medioambiental de la empresa.	85,95%	3,52
30	Las tecnologías de la automatización y su implantación tenderán a minimizar los riesgos laborales y el impacto sobre la salud de los trabajadores.	81,60%	3,86
26	Tanto la recogida selectiva de residuos, como la separación automatizada de los mismos, favorecerá la aparición de materiales reciclados de calidad.	73,13%	3,57
17	Se desarrollarán técnicas para la optimización de los embalajes en función del producto, destino, medio de transporte, etc.	43,96%	3,36

## VIII.5.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 24: Se implantarán sistemas de separación automática de residuos mediante visión artificial y otros sensores avanzados.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Administración
2	2	2	2	41%	39%

Todo lo que tenga que ver con mejoras en el tema referente a tratamiento de residuos en los Sectores Tradicionales, producirá un impacto importante sobre la Calidad de vida y el Entorno, así queda reflejado en el tanto por ciento considerado por los expertos sobre el tema de implantación de sistemas de separación automática de residuos mediante visión artificial y otros sensores avanzados, siendo este a su vez el tema que ellos consideran de más impacto ya que registra el porcentaje más alto con un 90,4%.

El índice de grado de importancia es de 3,19.

La posición de España, respecto a este tema, en comparación con los países del entorno es

muy parecida para todas capacidades, correspondiéndoles un nivel modal 2 (más desfavorable), que proporciona un valor del índice de posición de 8 (desfavorable).

Las limitaciones principales con que nos vamos a encontrar son, económicas y, seguidamente con un valor parecido, las tecnológicas en un 40,0%, debidas a la falta de recursos de esa índole de las empresas de los sectores en estudio. Las medidas más aconsejadas por los expertos para paliar estas limitaciones son los estímulos económicos fiscales de la administración y, con un peso específico menor, la cooperación con los Centros de I+D del entorno en un 28,9%.

**Tema 25: Se crearán centros sectoriales de recogida y tratamiento automatizado de residuos específicos, para su reciclado, reutilización o eliminación reduciendo el daño ecológico.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Administración
3	3-2	3	3	43%	48%

Como en el caso anterior este es un tema referido al tratamiento de los residuos, de ahí que tenga también mucho impacto sobre la calidad de vida y el entorno, quedando reflejado en un porcentaje del 87,3%. A la vez, el índice de grado de importancia de este tema es alto, situándose en un 3,74.

La posición global respecto a las cuatro capacidades sitúan a España en una posición favorable respecto a los países del entorno (IP=12). Todas ellas, se encuentran en el nivel modal 3 (favorable), aunque la capacidad de innovación

se puede considerar “media” con un valor bimodal (3-2) y unos porcentajes del 42,9% para el nivel 3 y 40,0% para el nivel 2.

Las limitaciones que las empresas de los Sectores Tradicionales se van a encontrar principalmente son, según los expertos, de tipo económico. Las medidas propuestas por los expertos son la obtención de estímulos económicos-fiscales de la administración en un 47,8% y la cooperación de la industria con los Centros de Investigación y Tecnología en un 24,3%.

**Tema 23:** Se implantarán sistemas automáticos de medición del conjunto de variables medioambientales involucradas en los procesos productivos, basados en la instalación de sensores, e integrados en el sistema de gestión medioambiental de la empresa.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Administración
3	3	3	3	47%	44%

En este caso, el impacto del tema sobre la calidad de vida y el entorno sigue siendo importante, considerándolo así los expertos en un 85,95%. A la vez, el índice del grado de importancia se sitúa en un 3,52.

La posición de España con respecto a los países del entorno es favorable, nivel modal 3, para todas las capacidades estudiadas, lo que proporcionan un valor del índice de posición de 12, favorable.

Las limitaciones con que las empresas se encuentran para llevar a cabo este tema, según los expertos, son mayoritariamente de índole económico seguido en menor medida por limitaciones de tipo tecnológico en un 29,3%. Las medidas recomendadas son mayoritariamente la obtención de estímulos económicos-fiscales de la administración y, en segundo lugar, la cooperación con los Centros de I+D del sector en un 28,7%.

**Tema 30:** Las tecnologías de la automatización y su implantación tenderán a minimizar los riesgos laborales y el impacto sobre la salud de los trabajadores.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Administración
2	2	2	3	37%	44%

El impacto sobre la calidad de vida y el entorno que este tema produce es, según los expertos consultados un tema importante y así queda reflejado en el porcentaje que ellos mismos han estimado sobre dicho tema y que es de 81,6%. El índice de grado de importancia es alto (3,86) con lo cual, es un valor elevado dentro del rango establecido.

La capacidad de España respecto a los países de su entorno, se encuentra a un nivel modal menos favorable (moda 2), respecto a las capacidades estudiadas, excepto la de comercialización, lo que sitúa el índice de posición de España respecto a los países del entorno en desfavorable con IP=9.

Las limitaciones que se encuentran son de tipo económico en un 36,6% y tecnológico en un 26,3%, y las medidas aconsejadas para contrarrestarlas son, el apoyo económico y fiscal

por parte de la administración en 44% y la cooperación de la industria con los Centros de Investigación y Tecnológicos en un porcentaje del 25,3%.

**Tema 26: Tanto la recogida selectiva de residuos, como la separación automatizada de los mismos, favorecerá la aparición de materiales reciclados de calidad.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Administración
2	3-2	2	2	37%	41%

Este tema, según los expertos consultados, produce un impacto sobre la calidad de vida y el entorno del 73,13%, y a la vez, el grado de importancia del mismo es de 3,57.

Un IP=9, sitúa a España en una posición desfavorable respecto a este tema, aunque la capacidad de innovación es más favorable con un valor

bimodal 3-2 con porcentajes obtenidos del 35% aproximadamente.

Las limitaciones principales de las empresas para llevar a la práctica este tema son de índole económicas y en segundo lugar tecnológicas. Las medidas para poder llevarlo a cabo subsanando estas limitaciones son, el apoyo económico y fiscal de la administración en un 41,4% y cooperar con los Centros de I+D del sector en un 24,3%.

**Tema 17: Se desarrollarán técnicas para la optimización de los embalajes en función del producto, destino, medio de transporte, etc.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
2	2	2	2	43%	38%

El impacto sobre la calidad de vida y el entorno que este tema produce, es según los expertos mucho menor que el registrado en los temas anteriores, alcanzando un 44,0%. A la vez, el grado de importancia sobre la calidad de vida se sitúa en el 3,36.

La capacidad científica-tecnológica, innovación, producción y comercialización de España en comparación con los países del entorno, es de un nivel bajo (desfavorable) en todos los casos

(moda 2).

Por otro lado, las limitaciones que las empresas se encuentran son fundamentalmente, económicas en un 43,3% y tecnológicas en un 34,2%, debidas a la falta de recursos de esas índoles en las empresas de estos sectores. Las medidas para contrarrestar estas limitaciones son cooperar con los Centros de I+D del sector en un 37,9% y reclamar apoyo a la administración tanto económico como fiscal en un 29,6%.

## VIII.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

### VIII.6.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el empleo	Índice de Grado de importancia
16	Los avances en robótica y automática, así como la reducción de sus costes, permitirán la implantación de almacenes automatizados en pequeñas y medianas empresas.	17,39%	3,40

#### VIII.6.1.1. Análisis de este Tema

**Tema 16:** Los avances en robótica y automática, así como la reducción de sus costes, permitirán la implantación de almacenes automatizados en pequeñas y medianas empresas.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos-fiscales de la Administración
3	2	3	2	54%	34%

El desarrollo de este tema tiene un impacto sobre el empleo de 17,39%. El índice de grado de importancia del tema se sitúa en un 3,40.

Sobre la posición que ocupa España en comparación con los países del entorno, se observa un índice de posición medio (IP=10), que para la capacidad de producción y la científica-tecnológica la moda se sitúa en un nivel 3, posición favorable. En cambio, para la capacidad de innovación y comercialización, la moda se sitúa en

un nivel 2, posición desfavorable.

Las limitaciones que las empresas de los sectores en estudio se encuentran, para llevar a cabo la implantación de dicho tema, son en gran medida de tipo económico, seguido de limitaciones tecnológicas en un 38,3%, y las medidas para subsanar estas limitaciones son principalmente, recibir apoyo económico y fiscal por parte de la administración en un 34,4% y la cooperación de la industria con los Centros de Investigación y Tecnológicos en un 26,3%.

## VIII.6.2. Materialización 2005-2009.

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el empleo	Índice de Grado de importancia
29	Se producirán cambios en las competencias (conocimientos, destrezas y actitudes) requeridas a los trabajadores para desempeñar puestos de trabajo automatizados. Adquirirán competencias complejas y podrán desempeñar varios puestos en el proceso de fabricación.	52,80%	3,75
7	Nuevos desarrollos científico-técnicos basados en el uso de robots harán posible la automatización de tareas hasta ahora reservadas exclusivamente a operarios.	21,15%	3,53

## VIII.6.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 29:** Se producirán cambios en las competencias (conocimientos, destrezas y actitudes) requeridas a los trabajadores para desempeñar puestos de trabajo automatizados. Adquirirán competencias complejas y podrán desempeñar varios puestos en el proceso de fabricación.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Sociales	Estímulos económicos-fiscales de la Administración
2-3	2-3	3	2	49%	38%

La introducción de cambios en las competencias requeridas a los trabajadores es un tema que produce un gran impacto sobre el empleo y así, queda demostrado en el tanto por ciento observado por los expertos sobre esta cuestión, ya que es la que obtiene un valor más elevado, alcanzando un 52,80 %, siendo el más destacado sobre el empleo y con gran diferencia sobre el alcanzado por el resto de temas. Además, todo esto queda confirmado por el índice de grado de importancia que el tema alcanza situado en el 3,75.

En cuanto a la posición que ocupa España en comparación con los países del entorno y res-

pecto a este tema es, según el índice de posición, ligeramente desfavorable, aunque muy próximo del valor medio. Las capacidades científica-tecnológica y de innovación presentan un valor bimodal 2-3, posición media. Para la capacidad de producción, la posición corresponde a un valor modal 3, posición favorable, mientras que la capacidad de comercialización tiene una posición desfavorable, con un valor modal 2.

Las limitaciones que según los expertos consultados, se van a encontrar las empresas a la hora de llevar a cabo este tema, son principalmente de tipo social, pero además, también se van a

encontrar con limitaciones de tipo tecnológicas en un 23,8%. Las medidas propuestas para intentar contrarrestar la acción de estas limitaciones son, principalmente, reclamar apoyo económico y fiscal por parte de la administración y además, cooperar con los Centros de Investigación y Tecnología.

Este tema es el único de todo el cuestionario donde los expertos consultados opinan (además de forma mayoritaria con un 48,8% de respuestas) que las principales limitaciones para llevarlo a cabo son de tipo social. Además, ocupa el quinto lugar en cuanto al grado de importancia otorgado por los expertos al tema.

**Tema 7: Nuevos desarrollos científico-técnicos basados en el uso de robots harán posible la automatización de tareas hasta ahora reservadas exclusivamente a operarios.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-Centros de Investig y Tecnológicos
2-1	2	1	1-2	48%	34%

En este caso, el impacto sobre el empleo es mucho menor que en el caso anterior aunque también se podría considerar un tema relevante, de ahí que los expertos consultados lo hayan considerado con un grado de importancia del 21,15%. El índice de grado de importancia se sitúa en un 3,53.

La posición de España con respecto a los países que la rodean se sitúa para este tema en unos niveles inferiores a los alcanzados, por lo general, hasta ahora. El índice de posición se sitúa en el nivel más bajo alcanzado por todos los temas que corresponde a una posición muy desfavorable.

Las principales limitaciones para la puesta en marcha de este tema son, tecnológicas en un 47,5% y económicas en un 36,2%, todas ellas, como siempre, debidas a la falta de recursos de esta índole en las empresas del sector.

Las medidas aconsejadas para hacer frente a estas limitaciones son la cooperación por parte de la industria con los Centros Tecnológicos y de Investigación y pedir apoyo a la administración tanto económico como fiscal para poder llevar a cabo la implantación del tema en las empresas de los sectores en estudio.

## VIII.7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE

Nº Tema	Tema	Indice de posición	Fecha de materialización
1	Se implantarán sistemas de control para la supervisión de los procesos de producción, logrando la automatización de la planificación y programación de los mismos. (SCADA).	12	2005-2009
5	La utilización de redes informáticas facilitará la comunicación interna en la empresa proporcionando acceso automático a la información corporativa en tiempo real, permitiendo mejorar la organización y facilitando la toma de decisiones.	12	1999-2004
12	Se introducirán sistemas de ensayos no destructivos en los procesos de fabricación que conectados al sistema informático de control de la producción, permitirán la regulación de parámetros de fabricación.	12	2005-2009
18	Se optimizarán las rutas de transporte entre proveedores, empresas auxiliares y fabricantes, a través de técnicas de localización, GPS, etc.	12	2005-2009
23	Se implantarán sistemas automáticos de medición del conjunto de variables medioambientales involucradas en los procesos productivos, basados en la instalación de sensores, e integrados en el sistema de gestión medioambiental de la empresa.	12	2005-2009
25	Se crearán centros sectoriales de recogida y tratamiento automatizado de residuos específicos, para su reciclado, reutilización o eliminación reduciendo el daño ecológico.	12	2005-2009
9	Generación de piezas mediante técnicas avanzadas de prototipado rápido para su utilización como moldes o modelos iniciales.	11	1999-2004
14	El 50% del conjunto de maquinaria que existirá en la empresa, permitirá realizar un control automático del proceso de producción.	11	2005-2009
20	Se implantarán sistemas automáticos para la inspección de materias primas, proceso productivo y producto final, mediante visión artificial y otros sensores avanzados, que serán capaces de detectar cualquier anomalía.	11	2005-2009
27	El incremento de las inversiones en tecnologías para la automatización de las empresas, cifrable en un 50%, permitirá optimizar el funcionamiento de las mismas.	11	2005-2009

Dentro de los temas en los que el índice de posición de España es favorable (10 temas), destaca el tema 5 al ser el que presenta el mayor índice del grado de importancia (3.90), y con una fecha de materialización de hasta el 2004. Esto demuestra que es un tema clave y de gran importancia para los expertos consultados. La industria de los Sectores tradicionales está cada vez más concienciada de que es fundamental la utilización de redes informáticas para mejorar la comunicación interna de la empresa, mejorando la organización y facilitando la toma de decisiones.

El tema 1 figura en tercer lugar en cuanto a su grado de importancia (3,80) y el tema 25 en sexto lugar, mientras que el resto de temas con un índice de posición favorable (IP=12) poseen grados de importancia inferiores.

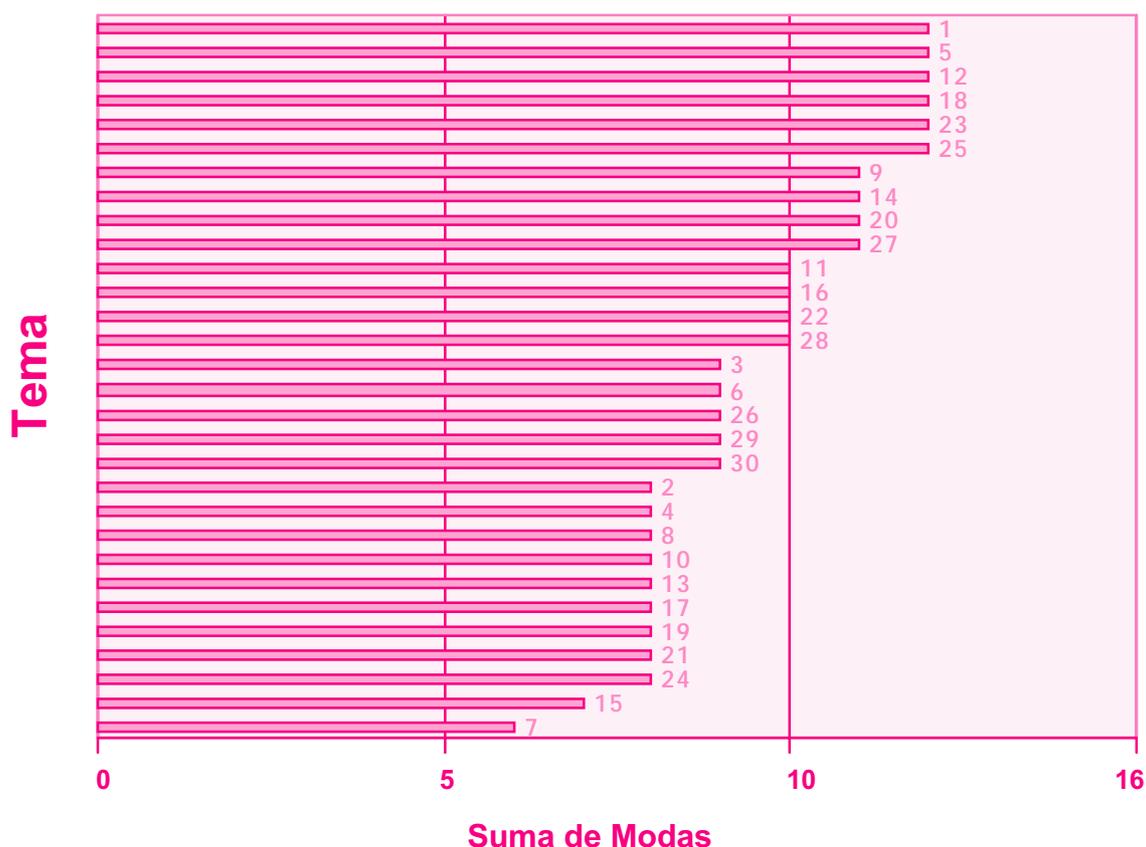
En la mayoría de temas con un índice de posición favorable [11-12] el impacto sobre el desarrollo industrial es mucho mayor que el impacto sobre la calidad de vida y el empleo, excepto en los temas 23 y 25 donde destaca el impacto sobre la calidad de vida con un 85,94% y un 87,34% respectivamente.

Así mismo, la fecha de materialización predominante de estos temas es del 2005 al 2009, con la excepción del tema 5 y del tema 9 con una fecha de materialización hasta el 2004.

Las principales limitaciones para el desarrollo de estos temas son las económicas (7 temas) y en menor grado las tecnológicas (3 temas) y en las medidas que se aconsejan figura en primer lugar la Cooperación Industria con Centros de Investigación Tecnológicos (5 temas), seguido de cerca (4 temas) por los Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración.

Respecto a los temas cuyo índice de posición es más desfavorable destaca el tema 7, que hace referencia a la utilización de robots para la automatización de tareas reservadas exclusivamente a operarios, con un índice de posición muy desfavorable (6).

En el gráfico siguiente se encuentran representados la totalidad de temas consultados en función de su índice de posición:



## VIII.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los Sectores Tradicionales, integrados por Cuenca, Calzado y Marroquinería; Textil, Fibras Naturales, Hilatura y Confección; Madera, Corcho, Mueble y Otros Transformados; Cerámica, Azulejos y Vidrio; Cerámicas Avanzadas; Juguete y Joyería-Bisutería, han desarrollado este trabajo de prospectiva tecnológica en el marco de la Fundación OPTI, en el área de las **Tecnologías de la Automatización** como un tema estratégico, ya que la mayoría de industrias de los sectores tradicionales son básicamente manufactureras, siendo la automatización de sus procesos productivos un factor clave para mejorar su posición en un mercado cada vez más globalizado y competitivo.

Los Sectores Tradicionales, representan cerca de 40.000 empresas, ubicadas en su mayoría en la franja del Mediterráneo y generan empleo directo para casi 600.000 personas. Están compuestos en su mayoría por pequeñas empresas con una media de 14 trabajadores/empresa.

El estudio de prospectiva tecnológica se ha realizado mediante una encuesta Delphi con un total de **147 expertos consultados** procedentes en su mayoría **del entorno industrial (74,15%)**. Los Centros de Investigación ocupan el segundo puesto en cuanto al número de expertos consultados (15,65%).

Respecto a la distribución geográfica, la mayoría de los expertos encuestados proceden de la Comunidad Valenciana (82,31%).

Dichos expertos han declarado tener un **conocimiento medio** sobre los temas planteados (**50,39%**). Las respuestas en las que el experto indica tener un nivel de conocimiento bajo no han sido consideradas a la hora de realizar el estudio.

El **grado de importancia** o relevancia de los temas propuestos en el cuestionario ha sido **alto (61,60%)**. Las respuestas en las que los expertos valoraban el grado de importancia en bajo o

irrelevante han sido muy escasas (**3,64%**), lo que certifica la validez del cuestionario Delphi.

Considerando el conjunto global de los temas y de las respuestas de los consultados, el impacto sobre el **desarrollo industrial** supone el **65,67%**, y en mucha menor medida en la calidad de vida y del entorno (24,43%) y el empleo (9,90%). En general, se considera que la introducción de las tecnologías de la automatización inciden directamente sobre la productividad y la competitividad de las industrias, además de potenciar la aparición de nuevas empresas. Sin embargo, respecto al empleo los expertos no consideran que tenga una influencia importante, ya que se consigue un aumento de productividad sin aumentar el coste de operarios, y aunque requiere la incorporación de personal especializado no supone una masiva generación de empleo.

En cuanto a la **fecha de materialización** estimada de los temas planteados ha sido en la mayoría de los casos el **corto y medio plazo (hasta el 2004 y 2005-2009 con un 33,62% y 48,71% respectivamente)**. Esto indica que existe optimismo y confianza en incorporar estas tecnologías en la industria, siempre que se venzan las limitaciones que su desarrollo implica.

La posición de España respecto a otros países de su entorno en cuanto a la **capacidad científica y tecnológica** en los temas propuestos, se sitúa de forma global mayoritariamente en la franja **media (39,61% para la posición 2 y 38,46% posición 3)** siendo claramente bimodal. En cuanto a la posición 1 (menos favorable) ha recibido un 10,81% de respuestas y la posición 4 (más favorable) un 11,12%.

La posición de España respecto a otros países de su entorno en cuanto a la **capacidad de innovación**, se sitúa mayoritariamente en la franja **media (42,38% para la posición 2 y 36,80% posición 3)** por lo que también le podemos aplicar el concepto bimodal. En cuanto a la posi-

ción 1 (menos favorable) ha recibido un 10,60% de respuestas y la posición 4 (más favorable) un 10,22%.

La posición de España respecto a otros países de su entorno en cuanto a la **capacidad de producción**, se sitúa mayoritariamente en la franja **media (38,32% para la posición 2 y 38,28% posición 3)** siendo también claramente bimodal. En cuanto a la posición 1 (menos favorable) ha recibido un 15,19% de respuestas y la posición 4 (más favorable) un 8,22%, lo que indica que la capacidad de producción es ligeramente inferior a la media (menos favorable).

La posición de España respecto a otros países de su entorno en cuanto a la **capacidad de comercialización**, se sitúa mayoritariamente en la franja **media (38,71% para la posición 2 y 35,55% posición 3)** aplicando el concepto bimodal, aunque con una ligera tendencia hacia la posición menos favorable. En cuanto a la posición 1 (menos favorable) ha recibido un 17,15% de respuestas y la posición 4 (más favorable) un 8,59%.

Los expertos consultados consideran como **limitaciones más importantes** para el conjunto de los temas, las limitaciones **económicas (42,18%)** y las **tecnológicas (40,31%)**.

Las **medidas recomendadas** para posibilitar que los temas se lleven a cabo son la **cooperación industria con centros de investigación (34,08%)** y los **estímulos económico-fiscales de la administración (27,04%)**.

En relación con los temas objeto del cuestionario, el **Panel de Expertos**, ha realizado las consideraciones siguientes:

La cultura técnica no ha arraigado suficientemente en las empresas que componen los Sectores Tradicionales, se ha dado tradicionalmente más importancia a los aspectos comerciales que a los técnicos y como consecuencia el nivel tecnológico es en términos generales relativamente bajo. Esto ha determinado la insuficiente incor-

poración de personal cualificado que pudiera facilitar la implantación y el desarrollo tecnológico.

Respecto al impacto sobre el **Desarrollo Industrial**, el Panel de Expertos propone la potenciación de las siguientes líneas tecnológicas:

#### **A corto plazo** (Hasta el 2004)

Desarrollo de Centros de prototipado rápido para la preparación de maquetas y moldes para series pequeñas, utilizando tecnologías láser (STL), sinterizado (SLS) y potenciando la generación de software para diseño y fabricación con interfaces de triangularización de superficies (tema 9).

Desarrollo de sistemas (hardware y software) de análisis para el control de calidad durante el proceso de fabricación, potenciación de la investigación para el desarrollo de materiales inteligentes que se autoregulen según condiciones atmosféricas (tema 22).

Otras posibilidades de actuación para el tema 22 son:

*Costes de No Calidad* (Fallos Internos y Externos). Aplicación de sistemas integrados de gestión de las producción con posibilidad de control y cuantificación económica de:

- Recepción de materias primas no conformes.
- Errores realizados durante el proceso.
- Grado de aprovechamiento real de materias primas (pieles, adhesivos, herrajes, etc.).
- Desechos o reprocesos.
- Fallos y retrasos por causas administrativas.
- Tiempos muertos en diferentes zonas.
- Reparaciones y rediseños de producto final.

#### *Costes de Calidad.*

Aplicación de sistema integrados de control de gastos en actividades de prevención:

- Formación interna/externa.
- Programa de mantenimiento de equipos.
- Programas de limpieza/orden de utensilios y equipos de producción.
- Reuniones de programación de actividades y procesos.
- Preparación de normas y procedimientos internos de trabajo.
- Actividades de homologación de proveedores.
- Elaboración de planes de calidad de producto.

Aplicación de sistema integrados de control de gastos en actividades de evaluación:

- Inspecciones y mediciones internas.
- Informes de laboratorio.
- Auditorías internas/externas.
- Ensayos de validación del modelo/ producto.

### A medio plazo (2005 - 2009)

Desarrollo de aplicaciones informáticas, orientadas a la planificación, programación y supervisión de los procesos productivos, con información en tiempo real de necesidades de materias primas para la fabricación, situación de los pedidos en las cadenas de fabricación, supervisión del proceso de fabricación con toma de decisiones on-line y posibilidad de generar simulaciones, en cuanto a la rentabilidad de los pedidos a fabricar, en función de los recursos humanos, maquinaria y componentes existentes y los tiempos de servicio (temas 1 y 3).

Las nuevas máquinas a utilizar en los procesos productivos de los Sectores Tradicionales, deberán llevar incorporadas herramientas de autoprogramación, monitorización, sensores avanzados, visión artificial y autoaprendizaje, con el objeto de reajustarse automáticamente, en función del artículo a fabricar, y poder realizar un control de calidad sobre los materiales que intervienen en la fabricación y sobre el nivel de calidad del producto terminado. Los expertos consi-

deran mayoritariamente que para este horizonte temporal, debería recuperar la relación hombre-máquina existente actualmente, en el que una persona pudiera operar y/o supervisar un conjunto de máquinas (temas 20 y 21).

El aumento del nivel técnico de las empresas que componen los Sectores Tradicionales y su capacidad de interlocución facilitaría el tránsito hacia una gestión empresarial que incorporase las tecnologías de automatización como factor clave de su competitividad.

### Respecto al impacto sobre la **Calidad de Vida y el Entorno** y sobre el **Empleo**:

Los expertos han denotado una sensibilidad especial con los temas relacionados con la separación de residuos industriales, los centros sectoriales de recogida y tratamiento de residuos, y el control de las variables medioambientales como temas con el mayor impacto sobre la calidad de vida, con fechas de materialización a medio plazo y coincidiendo como limitación en la necesidad de estímulos económicos-fiscales por parte de las administraciones correspondientes, con relación a legislaciones específicas sobre recogida y tratamiento de los residuos generados por las industrias de los Sectores Tradicionales, con objeto de evitar vertederos de residuos poco controlados y no especializados en su tratamiento.

El Panel de Expertos, ante el elevado grado de importancia (segundo lugar) concedido al tema 30, que hace referencia a la implantación de las tecnologías de la automatización para minimizar los riesgos laborales y el impacto sobre la salud de los trabajadores, recomienda que las medidas establecidas por los expertos en cuanto a la necesidad de apoyos económicos-fiscales de las administraciones, se dirijan a la seguridad en la utilización de los pigmentos, adhesivos, esmaltes y máquinas utilizadas en los procesos productivos de los Sectores Tradicionales.

El Panel de Expertos, valorando las respuestas obtenidas en el cuestionario, considera que la adaptación de los trabajadores para desempeñar puestos de trabajo automatizados, es un tema

clave para implantación de las tecnologías de la automatización en los procesos productivos de las industrias tradicionales, por lo que recomienda que se planifiquen procesos formativos multidisciplinares. Para garantizar el éxito será imprescindible que se cuente con el apoyo de la administración en la realización de estos procesos formativos (tema 29).

El Panel de Expertos opina que se debe potenciar la introducción y utilización de sistemas digitalizadores 3D, así como la generación de software de diseño y fabricación para aquellos componentes principales de los productos que actualmente se realizan de forma artesanal, y que son elementos base sobre los que se ensamblan el resto de componentes (Ejem.: fabricación de hormas en el Sector Calzado), para

posteriormente poder introducir procesos robotizados en las cadenas de montaje pudiendo disponer de la geometría 3D del elemento principal (tema 7).

Las empresas deberían adquirir los hábitos de cooperar con otras empresas del entorno, como medio para la introducción de las tecnologías de automatización, además de seguir cooperando con los centros de investigación sectoriales.

En relación con las limitaciones tecnológicas más importantes, el Panel de Expertos considera que, las administraciones deberían establecer mecanismos permanentes de difusión de las capacidades científicas y tecnológicas entre las empresas que componen los Sectores Tradicionales.

IMPACTO SOBRE	> 2004	2005 - 2009
<i>DESARROLLO INDUSTRIAL</i>	<p>¥ Desarrollo de Centros de Prototipado rápido, utilizando tecnologías Láser (STL), sinterizado (SLS) y potenciando software para diseño.</p>	<p>¥ Aplicaciones informáticas, de planificación, programación y supervisión de los procesos productivos.</p>
	<p>¥ Desarrollo de sistemas de análisis para control de calidad durante la fabricación. Desarrollo de materiales inteligentes.</p>	<p>¥ Máquinas incorporando herramientas de autoprogramación, monitorización, sensores avanzados, visión artificial, autoaprendizaje para reajuste automático en función del artículo a fabricar.</p>
<i>CALIDAD DE VIDA</i>		<p>¥ Separación de residuos, centros sectoriales de recogida y tratamiento, control de variables medioambientales.</p>
		<p>¥ Tecnologías de automatización para minimizar los riesgos laborales.</p>
		<p>¥ Cambio de competencias profesionales/procesos de formación multidisciplinares.</p>
<i>EMPLEO</i>		<p>¥ Automatización (sistemas digitales 3D) de los componentes último reducto artesanal completando la cadena.</p>



**TRANSPORTE:  
*ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE EL  
SECTOR FERROCARRIL***

## IX.1. INTRODUCCIÓN

Tras un largo declive que ha abarcado gran parte del siglo XX, el transporte ferroviario ha comenzado a revitalizarse en la última década y aborda este nuevo siglo con unas perspectivas razonablemente optimistas: el transporte ferroviario urbano y de cercanías sigue creciendo con el aumento demográfico de las zonas urbanas, la alta velocidad ha trastocado viejos clichés y el transporte de mercancías se abre paso por todas las redes europeas.

Este ambiente de confianza en el futuro del ferrocarril es igualmente percibido desde el nuevo Plan de Infraestructuras 2000-2007 que prevé una inversión de 4,7 billones de pesetas para la construcción de un ferrocarril moderno, competitivo y de gran capacidad; cantidad muy superior a la prevista para carreteras u otros medios de transporte. A favor de esta decisión se argumenta el menor impacto ambiental producido por el ferrocarril, su competitividad y elevado grado de avance tecnológico, y la necesaria contribución que debe hacerse a incrementar el transporte ferroviario de mercancías, con una tasa actualmente muy inferior a la media europea.

La industria española de fabricación de material ferroviario está comprendida en el grupo **35.2** de la **CNAE-93**. Este grupo integra todas las actividades relacionadas con la construcción, reparación y mantenimiento del material ferroviario. A su vez, los medios sectoriales distinguen habitualmente entre las actividades de construcción

de material rodante, las de construcción de material fijo para las vías férreas y la electrificación, y las de construcción de señalización y protección ferroviaria.

Las principales empresas del sector se pueden clasificar en: empresas constructoras de material y equipos ferroviarios, y empresas dedicadas a la señalización y electrificación ferroviaria. Algo más de un tercio del sector está formado por empresas medianas y grandes, con una importante presencia de multinacionales aunque, en su conjunto, más del 60% de la capacidad instalada corresponde a empresas de capital español.

En los últimos años, la industria de material ferroviario ha sufrido una profunda transformación tanto en su implantación industrial como en la relación con sus clientes, que la han llevado (según datos del *Informe sobre la Industria Española 1997-1998* editado por el MINER y referentes únicamente a la construcción y reparación de equipo ferroviario) a reducir su plantilla de los más de 14.000 empleos existentes a principios de los años 90 hasta las 7.200 personas ocupadas por el sector en el año 1997.

Simultáneamente, se modernizaron instalaciones, se realizaron importantes desarrollos tecnológicos generando tecnología propia, se abandonó la excesiva dependencia de la demanda interna (ligada a RENFE y FEVE), y se aborda-

ron nuevos mercados, aumentando la exportación media anual en pesetas constantes de 1997 desde las 4.878 Mpta del período 1988-91 hasta las 56.147 Mpta de media para el período 1992-97. Este importante esfuerzo exportador viene a suponer un 50% del volumen total de contratación. En contrapartida, las importaciones realizadas durante 1997 ascendieron a 13.742 Mpta, lo que proporciona un balance netamente positivo.

En cuanto a los ingresos, el sector ferroviario es relativamente pequeño si se le compara con el PIB pues según las estimaciones del MINER el valor de la construcción y reparación de equipo ferroviario en España en 1997 fue de 77.680 Mpta. Esta cantidad supone una disminución del 29,9% con respecto al año anterior, a pesar de que la contratación aumentó un 16,5%. Este diferencial se explica por el período de realización medio de este tipo de obras que, al ser de 2 años,

reflejará en 1999 los aumentos de contratación de 1997.

Como apuntábamos anteriormente, el sector ha realizado y realiza un gran esfuerzo de renovación tecnológica tanto a nivel de infraestructuras como de material móvil, e invierte en I+D del orden del 3% de su facturación.

En conclusión, las empresas españolas de construcción y reparación de material ferroviario han tenido en los últimos años una evolución muy positiva, realizando grandes avances tecnológicos y penetrando en los mercados mundiales gracias al nivel de competitividad alcanzado. No obstante, los ferrocarriles están evolucionando a pasos gigantescos, por lo que el futuro no deja de plantear nuevos retos que sólo se transformarán en oportunidades en la medida que persista su actitud vigilante y su capacidad para prever y adaptarse al cambio.

## IX.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE TEMAS

### IX.2.1. El Panel de Expertos

El Panel de Expertos del FFCC ha estado compuesto por 8 miembros, de los que cinco pertenecen a las industrias más relevantes del sector, y los otros tres provienen de las principales empresas de transporte ferroviario que operan en España. Su selección, tras diversas consultas en los medios sectoriales, está respaldada por su reconocido prestigio y por su gran visibilidad sobre las actividades desarrolladas por el sector.

Además de liderar la consulta, el Panel asume las funciones siguientes: proponer los temas de la encuesta, elaborar la lista de expertos a consultar y, analizar los resultados y establecer las conclusiones del estudio.

La ejecución de la encuesta Delphi corrió a cargo de INASMET como Centro responsable del sector Transporte de OPTI.

Inglaterra (1º) y Alemania (2º). Este planteamiento se apoya en el proceder de otros países como Alemania y Francia, - Inglaterra en mucha menor medida -, que en su primer estudio Delphi realizaron una réplica más o menos exacta del 5º Delphi japonés. Inglaterra siguió una vía más autónoma, desarrollando sus propios temas, aunque también utilizó temas y variables del citado ejercicio.

Con ello se deja una vía abierta a la crítica al suponer que se transponen al país opciones culturales e industriales desarrolladas fuera de sus fronteras. No obstante, la posibilidad de permitir una comparación internacional de los resultados suele ser una de las principales razones esgrimidas para justificar esta práctica. Añadiríamos por nuestra parte, la ayuda y la simplificación que ha supuesto en las primeras fases del estudio el disponer de los correspondientes trabajos realizados previamente por estos países.

### IX.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi

Los temas del cuestionario utilizado en el sector del FFCC han sido seleccionados de los últimos estudios de prospectiva realizados en Japón (6º),

Aceptado este planteamiento, el Panel analizó los temas relativos a los estudios de prospectiva citados. En total se seleccionaron veintiocho temas estratégicos para el sector, de los que veinticinco provienen de otros Delphis y tres fueron propuestos por el propio panel.

Tabla 2.2.

Origen	Área	Nº Tema
JAPÓN 6ºDelphi	Transporte: Trenes y Tráfico Ferroviario	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Materiales y Procesos	22
	Producción y Maquinaria	25
REINO UNIDO 1ºDelphi	Transporte: Ferrocarril y Sistemas de Transporte por Vía	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
	Materiales	23, 25
	Fabricación, Producción y Procesos	26
	Tecnologías de Información y Electrónica	27, 28
ALEMANIA 2º Delphi	Transporte	15, 16, 17, 18
PANEL DE EXPERTOS		19, 20, 21

### IX.3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

A tenor de los expertos, la materialización de los temas se producirá según la distribución temporal de la Figura 3.1. Cabe destacar que la mayor

parte de los mismos deberían acaecer en el período 2005-2009.

Figura 3.1



No obstante, si nos fijamos en el Grado de Importancia que traduce la mayor o menor coincidencia de los expertos a la hora de valorar en uno u otro sentido la importancia concedida a cada tema, se observará que los temas de materialización más tardía (>2010) carecen de relevancia y que los 10 temas más importantes, -de los que se tratará en los capítulos 4 y 5-, abar-

can a los tres de la primera franja temporal y a siete de la segunda.

A continuación se citan los temas que se materializarán en cada uno de los periodos contemplados, ordenándolos por su Índice Grado de Importancia.

#### IX. 3.1. Materialización 1999-2004.

Nº de Tema	Tema	Índice Grado Importancia
1	Desarrollo de trenes inteligentes para obtener un mayor confort y reducir los costos de mantenimiento, controlando automáticamente la velocidad y ajustando los parámetros adecuados para el control de las suspensiones en respuesta al estado de los raíles	3,7
2	Uso práctico de un sistema que permita circular a los vehículos motorizados sobre vías de anchos diferentes.	3,69
8	Uso práctico de un sistema seguro, preciso, flexible y fiable de localización de trenes sobre y bajo tierra.	3,64

La elevada importancia que los expertos confieren a estos tres temas y su pronta materialización prevista sugieren una gran actualidad de la problemática abordada así como una elevada confianza en su resolución con los conocimientos

y desarrollos tecnológicos actuales. Tal es el caso, sin duda, del tema nº2 al que España se ha enfrentado históricamente proporcionando soluciones adaptadas a las posibilidades tecnológicas y necesidades de cada época.

## IX.3.2. Materialización 2005-2009.

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
15	Interoperabilidad de los sistemas ferroviarios de alta velocidad europeos.	3,82
13	Los costes del ciclo de vida de vehículos ferroviarios son un 30% menores en términos reales que el de los modelos producidos actualmente, gracias al uso de tecnologías de diseño y de nuevos materiales y procesos.	3,76
16	El tráfico aéreo en la UE será reducido hasta en un 50% en personas a través de un sistema ferroviario de alta velocidad.	3,73
14	Uso práctico, sin comprometer la seguridad, de vehículos ferroviarios que usan materiales ligeros y unidades de potencia y auxiliares de reducido volumen, para reducir el peso del vehículo en un 50%.	3,67
7	Uso práctico de sistemas de transporte rueda/carril que combinan las tecnologías de vehículo y de infraestructura para viajes interurbanos a velocidades superiores a 350 Km/h.	3,64
10	Desarrollo de un método factible para reducir a la mitad el contenido en frecuencias medias/altas del ruido percibido del sistema rueda/raíl.	3,59
21		3,57
17	Mediante la intermodalidad de los sistemas ferroviarios de larga distancia con los sistemas individualizados de transporte se ampliará la oferta completa del "puerta a puerta".	3,4
27	Disponibilidad de pilas secas con una capacidad de almacenar energía cinco veces mayor que las pilas actuales de NiCd, sin aumento de precio ni de peso.	3,37
19	La modularización y estandarización de los trenes permite reducir en un 50% el plazo de entrega actual.	3,35
22	Desarrollo de tecnologías de diagnóstico que permiten la estimación in-situ de la vida remanente de componentes y estructuras en materiales metálicos, dependiendo de las condiciones de servicio, mediante inspecciones no destructivas.	3,33
28	Los productos electrónicos de consumo cumplen por rutina estándares militares de fiabilidad, de robustez y de insensibilidad a la temperatura.	3,26

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
11	Uso práctico de pantógrafos / catenarias que permitan el empleo de pantógrafos múltiples en trenes eléctricos de alta velocidad.	3,26
24	Desarrollo de materiales compuestos de base aluminio de bajo costo, con elevada resistencia y rigidez y buena tolerancia al daño: $E \geq 110$ GPa, $R_p \geq 450$ MPa, $d \leq 2,8$ Mgm <sup>-3</sup> ; $K_{Ic} > 25$ MPa(m) <sup>1/2</sup> .	3,25
23	El desarrollo de técnicas de ensayo no destructivo para evaluar la calidad inicial y la durabilidad de uniones adhesivas conduce a una mayor aplicación de los adhesivos.	3,13
6	Uso práctico en trenes eléctricos de equipos de almacenamiento de energía que permitan la recuperación de la misma, aliviando así la carga de las subestaciones de distribución eléctrica en horas punta.	3,04
5	Uso práctico de sistemas a base de rayos laser, de ultrasonidos, etc., para detectar sobre las vías (incluyendo áreas diferentes a los cruces) a personas, vehículos u otros obstáculos, y provocar el frenado automático del tren.	3,04
9		3,03
20	Amplio uso de sistemas de freno electrónicos eliminando el freno de aire comprimido.	3
3		2,96
26	Uso práctico de prototipado de imagen en lugar de prototipos sólidos (p. ej.: realización virtual por hologramas) como único precursor para la producción a escala real.	2,61

Los temas de mayor importancia de este amplio grupo reflejan las principales inquietudes sobre las que hoy en día se debate en el mundo del ferrocarril sin que se tengan aún respuestas definitivas a los temas planteados: la interoperabilidad europea, la reducción de los costes del ciclo de vida, la alta velocidad, el con-

fort, el aligeramiento y la seguridad de los vehículos, el respeto medioambiental y la reducción del impacto acústico de los trenes, la intermodalidad, los nuevos materiales y tecnologías, o la modularización y estandarización de los trenes, etc.

**IX.3.3. Materialización 2010-2015.**

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
25	Desarrollo de robots de mantenimiento capaces de diagnosticar y reparar máquinas y equipos actualmente mantenidos por el hombre.	3,13
18	Amplio uso de minitrenes automáticos como un sistema de transporte urbano.	2,91
12	Uso práctico de nuevos métodos de captación eléctrica sin contacto (o con contacto intermitente) para uso seguro en vehículos ferroviarios.	2,86

La menor importancia otorgada por los expertos a estos temas de materialización tardía no les merma su interés pero, desde la perspectiva del

presente estudio, los relega a un segundo plano por lo que no insistiremos en los mismos.

**IX.3.4. Materialización más allá del 2015.**

Nº de Tema	Tema	Indice Grado Importancia
4	Uso práctico de trenes de levitación magnética, a velocidad máxima de unos 500 km/h.	2,67

A pesar de las numerosas publicaciones y esfuerzos que en Europa y Japón se destinan a este tópico, es evidente que la levitación magnética no suscita grandes adhesiones entre los expertos consultados en España, sea por la debilidad de la posición española en esta materia, sea por la lejanía atribuida por nuestros expertos a la materialización potencial de este tema.

**IX.3.5. Materialización NUNCA.**

Ninguno de los temas de la consulta ha sido calificado en este ítem.

#### IX.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

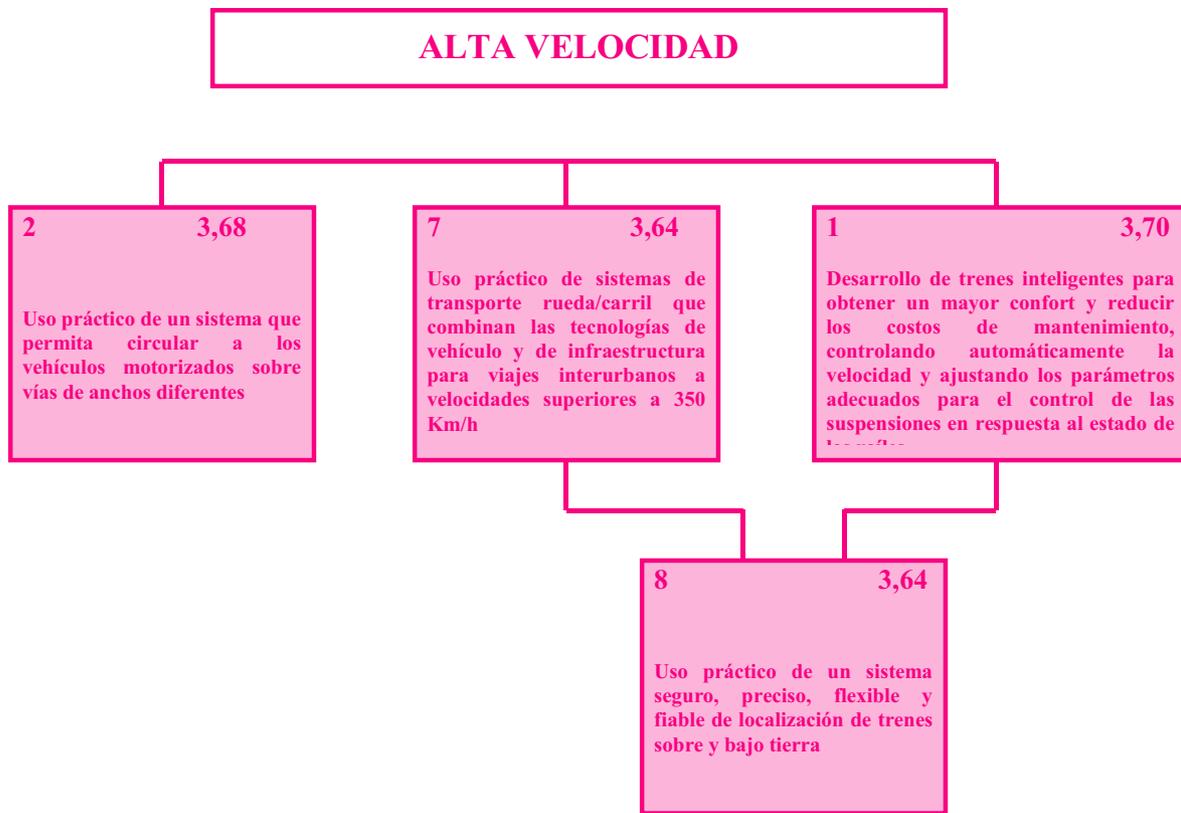
El presente estudio utiliza el Índice Grado de Importancia como criterio básico para clasificar la relevancia de los temas, considerando arbitrariamente a los diez mejor valorados como los más relevantes del estudio.

Al considerar la variable 'Impacto sobre' se aprecia que estos diez temas son complementarios respecto a la clasificación obtenida para el desarrollo industrial y para la calidad de vida y el entorno, dado que el impacto sobre el empleo es muy bajo. Es decir, que aquéllos temas de elevado impacto sobre el desarrollo industrial son

los de menor impacto para la calidad de vida y entorno, y viceversa. Por ello, los temas tratados en el presente capítulo más los del capítulo 5 corresponden a los 10 temas más relevantes.

A fin de dilucidar las principales fuerzas que guiarán los desarrollos del sector, el Panel de Expertos ha analizado las posibles agrupaciones de estos diez temas en base a las afinidades existentes entre ellos. Se aprecia de esta forma que existen dos objetivos básicos que guían los seis temas clasificados, de este conjunto de diez, por su relevancia para el desarrollo industrial.

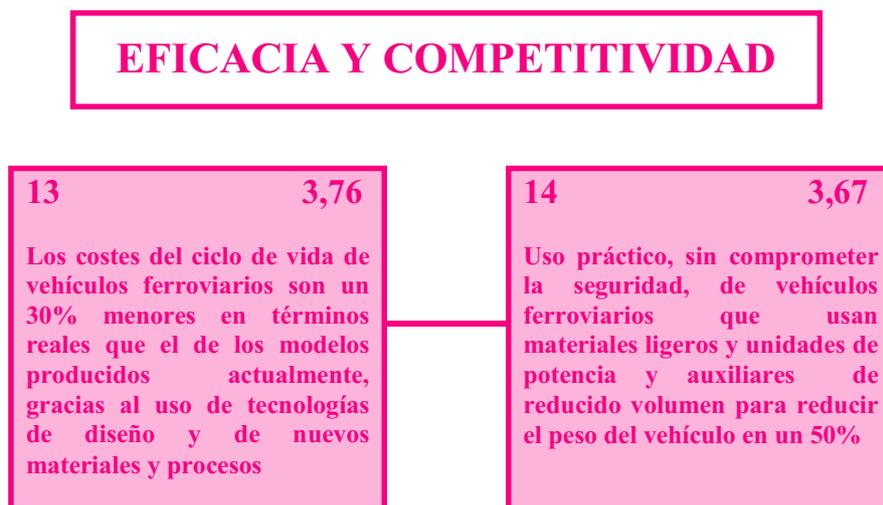
Figura 4.1



El conjunto de los cuatro temas de la figura 4.1 se caracteriza por su relación con la **alta velocidad** ferroviaria que constituye uno de los ejes del desarrollo tecnológico por el que hoy día apuesta claramente el ferrocarril. A su favor juegan su potencial para recuperar el mercado del transporte de viajeros perdido en décadas pasadas, como quedó demostrado sin ambigüedad alguna desde sus primeras aplicaciones, así

como su elevada capacidad de transporte, sus excelentes tiempos de viaje y su nivel de seguridad y bajo impacto medioambiental. El logro práctico de trenes de alta velocidad requiere el desarrollo de diversos sistemas de alto nivel tecnológico de los que los temas 1, 2, 7 y 8 reflejan, en relación con el desarrollo industrial, las principales preocupaciones de los expertos del sector.

Figura 4.2



El segundo objetivo básico, al que se relacionan los dos temas restantes de este grupo, es la **eficacia y la competitividad** del producto en la fabricación de trenes, reduciendo los costes del ciclo de vida y el peso de los vehículos ferroviarios.

A continuación se analizarán uno a uno estos seis temas relevantes por su impacto en el desarrollo industrial, agrupados por fecha de materialización.

#### IX.4.1. Materialización 1999-2004

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el desarrollo industrial	Indice Grado Importancia
2	Uso práctico de un sistema que permita circular a los vehículos motorizados sobre vías de anchos diferentes.	62%	3,69
8	Uso práctico de un sistema seguro, preciso, flexible y fiable de localización de trenes sobre y bajo tierra.	56%	3,64
1	Desarrollo de trenes inteligentes para obtener un mayor confort y reducir los costos de mantenimiento, controlando automáticamente la velocidad y ajustando los parámetros adecuados para el control de las suspensiones en respuesta al estado de los raíles	55%	3,70

## IX.4.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 2: Uso práctico de un sistema que permita circular a los vehículos motorizados sobre vías de anchos diferentes**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económica	Estímulos económico-fiscales de la Admón
4	4	4	3	60%	43%

Considerando que los expertos de nuestro país han estado continuamente confrontados con esta problemática dada la coexistencia de diferentes anchos de vía tanto en líneas nacionales como en las grandes líneas de tráfico internacional, no es de extrañar que el 77% de los consultados hayan manifestado poseer un conocimiento medio-alto sobre el presente tema.

Esta debilidad histórica se transforma en fortaleza en el sentir de los expertos, quienes valoran al más alto nivel la posición de España en cuanto a capacidad científica y tecnológica, de innovación y de producción.

La unanimidad (81%) al pronosticar para antes del 2004 la Fecha de Materialización del tema, confirma esta valoración y hace suponer la existencia de bases sólidas para el desarrollo de soluciones técnicas cuya aplicación práctica se enfrenta principalmente con limitaciones de tipo económico, por lo que se recomiendan mayores estímulos económico/fiscales por parte de la Administración.

La problemática se traslada, también, a las modernas redes de alta velocidad donde la existencia de anchos de vía diferentes genera nuevas

fronteras de partición. Todo ello sumado a la demanda de una mayor interoperabilidad, tanto nacional como europea, aumenta las expectativas de este producto en el que son previsibles desarrollos importantes a nivel español.

El desarrollo de sistemas que permitan circular a los trenes sobre vías de ancho diferente constituirá, presumiblemente, una gran *oportunidad* para la industria española del sector que se verá beneficiada por un aumento previsible de la demanda.

En opinión de los expertos, la materialización efectiva de este tema requiere una mayor profundización tecnológica en los campos siguientes:

- Desarrollo de tecnologías de cambio de ancho de vía en ejes motor
- Desarrollo de tecnologías de cambio de ancho de vía en ejes remolcados
- Desarrollo de tecnologías de cambio de catenaria

Igualmente se considera fundamental el desarrollo simultáneo de **normativas de sistemas de cambio y de condiciones de cambio**.

**Tema 8: Uso práctico de un sistema seguro, preciso, flexible y fiable de localización de trenes sobre y bajo tierra**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros I+D; Colaboración con empresas exteriores
2-3	2-3	3	2	54%	35%

La internacionalización del tráfico, tanto de carga como de viajeros, aumenta considerablemente la dificultad de conocer la localización logística de un determinado vehículo ferroviario, dificultando la gestión del parque móvil. Por otra parte, la localización de seguridad para el control en tiempo real del tráfico y sus incidencias en un determinado ramal del sistema ferroviario, impulsan igualmente al desarrollo de este tema.

Las nuevas tecnologías vía satélite abren importantes perspectivas para la solución a corto plazo de la localización logística o de flota mediante la combinación de tecnologías GPS y de transmisión GSM. No obstante, la visibilidad variable de los satélites a lo largo de un recorrido en el que pueden existir obstáculos diversos (topografía, edificios, obra civil, ...) así como su vulnerabilidad (guerra electrónica, etc.), obligan a considerar igualmente otras soluciones tecnológicas en tierra para la localización de seguridad como,

por ejemplo, el balizamiento (ETCS) del recorrido.

En definitiva, aunque las tecnologías que permitan la materialización de este tema ya se están perfilando, queda un importante camino por recorrer en los próximos años para la selección, validación (precisión, fiabilidad, etc.) de los desarrollos emergentes, por lo que se recomienda ahondar en:

*Tecnologías avanzadas de localización logística y de seguridad (satélite, balizamiento, ...)*

Según los expertos, España posee globalmente una capacidad **media** en este tema en el que la principal limitación es de tipo tecnológico y, en el que se recomienda por igual tanto la cooperación industria – centros de investigación y tecnológicos como la colaboración con empresas exteriores.

**Tema 1: Desarrollo de trenes inteligentes para obtener un mayor confort y reducir los costos de mantenimiento, controlando automáticamente la velocidad y ajustando los parámetros adecuados para el control de las suspensiones en respuesta al estado de los raíles**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización		
3	2	3	2-3	Económica	Estímulos económico-fiscales y colaboración con empresas exteriores
				54%	34%

La sensación de confort experimentada por los viajeros tiene, a medida que aumentamos la velocidad, una relación directa con la respuesta del tren al estado de las vías y a las características de la trayectoria recorrida. Por añadidura, un mejor control de los movimientos del tren induce niveles inferiores de deterioro que se traducen en menores costes de mantenimiento.

El desarrollo de trenes con niveles de inteligencia superiores a los actuales, entendiéndola como la capacidad de detectar perturbaciones

externas y de corregir autónomamente y en tiempo real los parámetros adecuados ajustando la respuesta a los cambios producidos e informando y decidiendo sobre las intervenciones de mantenimiento, etc., constituye uno de los avances más importantes para completar la oferta de la alta velocidad adaptándola a la demanda de mayor confort, seguridad y reducción de costes.

En relación con este tema, España posee, en general, una capacidad *media* comparada con la de los países de nuestro entorno; siendo la prin-

principal limitación de tipo económico y las medidas más recomendadas los estímulos económicos y fiscales de la Administración junto con la colaboración con empresas exteriores.

El desarrollo de trenes inteligentes para obtener un mayor confort y reducir costes de mantenimiento exige una mayor profundización en las

siguientes tecnologías:

- a) *Desarrollo de sistemas activos de suspensión y de basculación*
- b) *Materiales inteligentes (activos) para la atenuación del ruido interno*
- c) *Sistemas expertos de diagnóstico para mantenimiento predictivo*

#### IX.4.2. Materialización 2005-2009

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
14	Uso práctico, sin comprometer la seguridad, de vehículos ferroviarios que usan materiales ligeros y unidades de potencia y auxiliares de reducido volumen, para reducir el peso del vehículo en un 50%.	67%	3,67
13	Los costes del ciclo de vida de vehículos ferroviarios son un 30% menores en términos reales que el de los modelos producidos actualmente, gracias al uso de tecnologías de diseño y de nuevos materiales y procesos.	63%	3,76
7	Uso práctico de sistemas de transporte rueda/carril que combinan las tecnologías de vehículo y de infraestructura para viajes interurbanos a velocidades superiores a 350 Km/h.	51%	3,64

##### IX.4.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 14:** **Uso práctico, sin comprometer la seguridad, de vehículos ferroviarios que usan materiales ligeros y unidades de potencia y auxiliares de reducido volumen, para reducir el peso del vehículo en un 50%.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros I+D+D
2	3	3	2	54%	37%

La reducción de peso constituye en sí misma un enunciado tópico en todo lo relativo al transporte ya que va en el sentido de mejorar la eficiencia energética del mismo. Sin embargo, lograr reducciones de peso del orden del 50% sin mermas en la seguridad constituye un reto muy ambicioso para la industria del sector. Así lo han percibido los expertos, para los que este hito no se materializará hasta el periodo 2005-2009.

A tenor de los resultados obtenidos, España competiría por el logro de este objetivo desde una posición *media* comparada con las capacidades de otros países europeos, siendo la principal limitación de tipo tecnológico, y la medida más recomendada la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos.

Algunas de las tecnologías actualmente utilizadas en los trenes penalizan considerablemente la relación peso/volumen de los mismos. Es el caso, por ejemplo, de la señalización de vía a baja frecuencia (<50 Hz) que conlleva el uso de reactancias de gran peso que podrían ser eliminadas si se sustituyeran (superando la magni-

tud económica del problema) por los actuales sistemas de señalización de alta frecuencia.

En general, las acciones encaradas a la reducción de peso deberán considerar con prioridad la sustitución de los elementos más pesados de las unidades de potencia y auxiliares mediante el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías como:

- a) *Aplicación de tecnologías de señalización de alta frecuencia*
- b) *Desarrollo de tecnologías para sustitución de transformadores e inductancias por sistemas electrónicos funcionalmente equivalentes*
- c) *Desarrollo de estructuras en materiales ligeros*
- d) *Desarrollo de sistemas de refrigeración para sistemas de potencia*

A pesar de todo ello, el aligeramiento propuesto parece difícilmente alcanzable si no se reconsideran en profundidad las **normativas de seguridad pasiva (resistencia al impacto), de vida del material y de redundancia de equipamiento de conducción y control.**

**Tema 13: Los costes del ciclo de vida de vehículos ferroviarios son un 30% menores en términos reales que el de los modelos producidos actualmente, gracias al uso de tecnologías de diseño y de nuevos materiales y procesos.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros I+D+D
3	3	3	2-3	60%	38%

El aumento de la movilidad, la congestión del tráfico por carretera y del espacio aéreo, el menor consumo energético e impacto ambiental, los nuevos desarrollos tecnológicos, etc., aseguran una perspectiva inmejorable para el futuro próximo del transporte ferroviario. No obstante, el tren continuará en liza con sectores altamente competitivos, por lo que la reducción de los costes del ciclo de vida de vehículos ferroviarios será una estrategia omnipresente y de la máxima importancia para el futuro del ferrocarril.

Así lo han entendido los expertos consultados para los que este tema es el segundo más importante de todos los planteados en el presente estudio de prospectiva. En su opinión, España posee una posición favorable en cuanto a capacidad científico-tecnológica, de innovación, de producción y de comercialización, cara a superar las limitaciones supuestas que principalmente son de tipo tecnológico. Se recomienda la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos, seguido de la colaboración con empresas exteriores.

Considerando una vida de treinta años, el coste de ciclo de vida total se reparte *grosso modo* entre el coste de adquisición (1/3) y el coste de mantenimiento (2/3). Para alcanzar el ambicioso objetivo del 30% de reducción planteado en el enunciado del tema se tendrá que incidir en ambos capítulos desde la misma fase de diseño.

En el primer caso, la estandarización y modularización (tema 19) contribuiría significativamente a la reducción de los costes de adquisición al avanzar en la unificación de vehículos, aunque ello encierra grandes dificultades dada la complejidad y diversidad de la demanda. Otro vector para la reducción de costes pudiera venir desde los nuevos desarrollos de sistemas activos de seguridad en la medida en que éstos permitieran la revisión y adecuación de elementos pasivos de seguridad que, como en el caso de la normativa de impacto, penalizan la fabricación de los trenes. En fin, los nuevos materiales y procesos de fabricación completarían las tecnologías de interés para el logro de este propósito.

Con respecto al segundo y más importante origen del coste, nada más lógico que orientar la acción al desarrollo de aquellas tecnologías que integradas en los vehículos ferroviarios garanticen la máxima reducción posible de los costes de mantenimiento.

Por todo ello, se entiende que la materialización de este tema requiere de importantes desarrollos en las tecnologías siguientes:

a) *Desarrollo de tecnologías para la reducción del mantenimiento*

• *Mantenimiento predictivo y sistemas expertos de diagnóstico*

• *Desarrollo de tecnologías de interrupción estática de la corriente para sustituir el aparellaje convencional (disyuntores, contactores...): electrónica de potencia aplicada a la tracción ferroviaria*

• *Desarrollo de sistemas de refrigeración de reducido mantenimiento para sistemas de potencia*

• *Desarrollo de sistemas de captación de corriente sin contacto*

• *Desarrollo de sistemas electrónicos de control de altas prestaciones y nivel de integración para los equipamientos auxiliares del tren*

b) *Estandarización y modularización (tema 19)*

c) *Desarrollo de sensores específicos para aplicaciones ferroviarias (desgaste, nivel, temperatura, ...)*

d) *Desarrollo de sistemas activos de seguridad*

e) *Desarrollo de materiales no metálicos de altas prestaciones y bajo coste*

f) *Desarrollo de adhesivos estructurales. Tecnologías de unión por adhesivos*

g) *Tecnologías avanzadas de automatización y robotización de los procesos de fabricación de vehículos ferroviarios.*

**Tema 7: Uso práctico de sistemas de transporte rueda/carril que combinan las tecnologías de vehículo y de infraestructura para viajes interurbanos a velocidades superiores a 350 Km/h.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y económicas	Cooperación con empresas exteriores
2	2	3	2	48%	31%

Básicamente ya existen hoy en día las tecnologías necesarias para la materialización de este tema, por lo que el uso práctico de sistemas de transporte rueda/carril para viajes interurbanos a velocidades superiores a 350 Km/h requiere sobre todo del desarrollo y experimentación de aspectos concretos relacionados con las problemáticas principales de la alta velocidad. A saber:

- a) *Nuevos desarrollos de sistemas de freno*
- b) *Desarrollo de cojinetes para muy alta velocidad*
- c) *Atenuación de ruido aerodinámico*
- d) *Desarrollo teórico y experimental para aerodinámica ferroviaria*
- e) *Desarrollo de actuadores y sensores para aplicaciones funcionales y de seguridad*
- f) *Nuevos materiales y tecnologías*

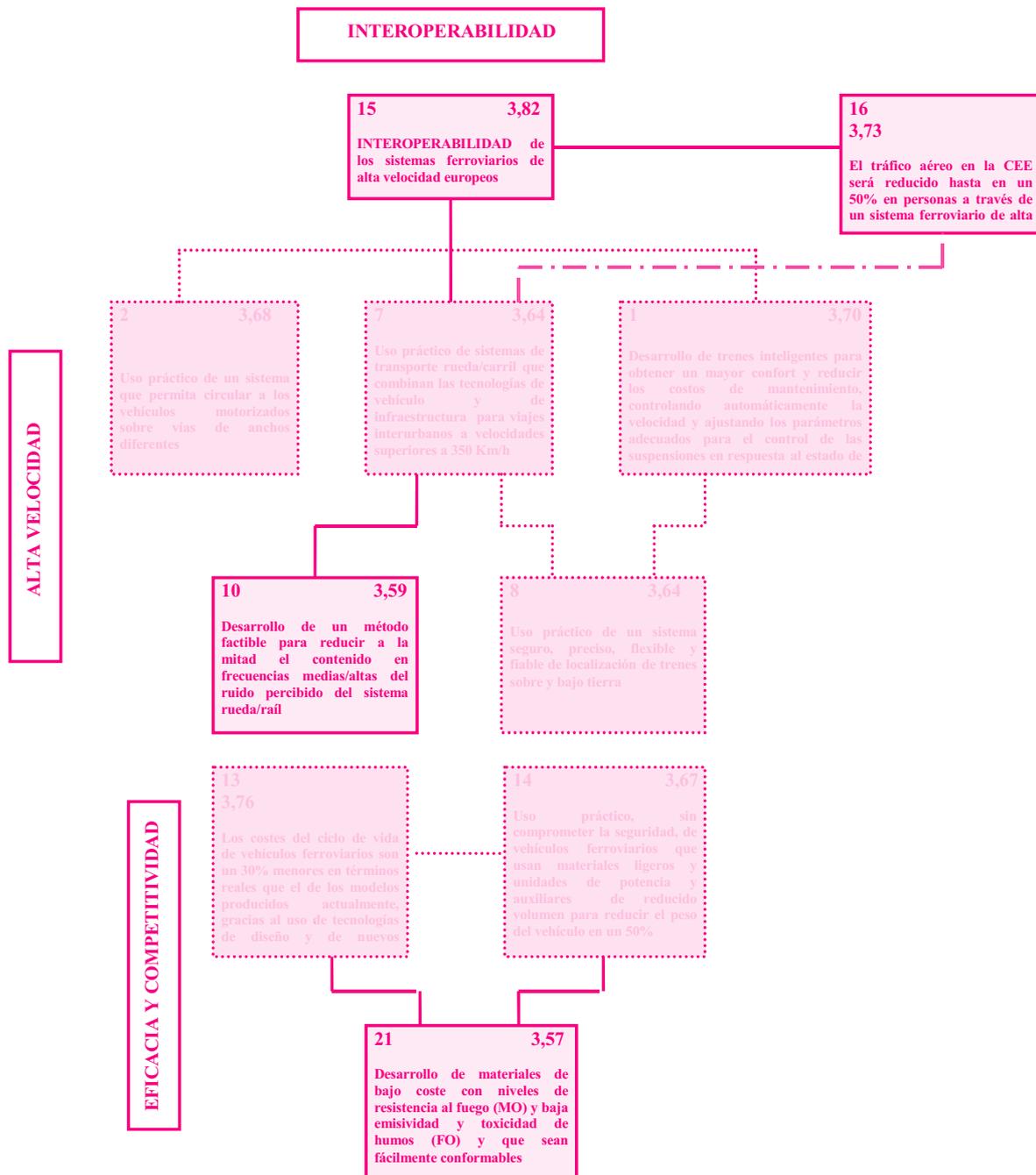
Por otra parte, España será muy probablemente el primer país en aplicar los 350 Km/h, lo que junto a la ausencia a nivel mundial de normativas de homologación del material para estas velocidades obligará al:

- g) *Desarrollo de criterios de homologación del sistema para velocidades mayores de 350 Km/h.*

La posición de España en relación con este tema ha sido percibida como inferior a la media de los países de nuestro entorno, salvo en lo que a capacidad de producción se refiere. La limitación principal es de tipo económico, seguido con prácticamente la misma valoración por las limitaciones de tipo tecnológico, por lo que se recomienda la colaboración con empresas exteriores y los estímulos económicos y fiscales de la Administración.

### IX.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL ENTORNO.

Figura 5.1.



En el presente capítulo se consideran aquéllos temas que estando entre los 10 más relevantes por su Índice Grado de Importancia poseen, además, un elevado impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno.

La figura 5.1 muestra sobre el fondo difuminado de los temas tratados en el capítulo anterior, la ubicación propuesta para los cuatro temas del citado conjunto de diez que son relevantes por su impacto en la calidad de vida y el entorno. Aparece así un nuevo objetivo fundamental, la **interoperabilidad**, que aunque está referida a los sistemas ferroviarios de alta velocidad se las ha diferenciado porque la segunda puede alcanzarse independientemente de la primera. En ambos casos, es decir, tanto en la alta velocidad no interoperable como, sobre todo, si se

logra la interoperabilidad de los sistemas ferroviarios de alta velocidad, existiría un **mercado potencial** objetivo procedente del saturado tráfico aéreo.

Los dos temas restantes de interés por su impacto en la calidad de vida y entorno, se reparten entre los objetivos del capítulo anterior, es decir, la **alta velocidad** ferroviaria en la que se persigue la reducción del ruido percibido, y la **eficacia y competitividad** donde se busca el empleo de materiales de alta seguridad, de bajo coste y fácilmente conformables.

En los párrafos siguientes se analizarán uno a uno y ordenados por su fecha de materialización e impacto sobre la calidad de vida y entorno, estos cuatro temas.

### IX.5.1. Materialización 2005-2009

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Índice Grado Importancia
10	Desarrollo de un método factible para reducir a la mitad el contenido en frecuencias medias/altas del ruido percibido del sistema rueda/raíl.	85%	3,59
16	El tráfico aéreo en la UE será reducido hasta en un 50% en personas a través de un sistema ferroviario de alta velocidad.	60%	3,73
21	Desarrollo de materiales de bajo coste con niveles de resistencia al fuego (M0) y baja emisividad y toxicidad de humos (F0) y que sean fácilmente conformables.	57%	3,57
15	Interoperabilidad de los sistemas ferroviarios de alta velocidad europeos.	48%	3,82

## IX.5.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 10: Desarrollo de un método factible para reducir a la mitad el contenido en frecuencias medias/altas del ruido percibido del sistema rueda/rail.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros I+D+i
3	3	3	2-3	58%	48%

El sistema rueda/rail es una de las fuentes principales del ruido percibido tanto en el interior como en el exterior del tren. Su atenuación constituye, por lo tanto, uno de los objetivos perseguidos a la hora de mejorar el confort de los viajeros y la contaminación acústica del entorno por el que viaja el tren.

La posición de España ha sido percibida favorablemente al comparar las capacidades científicas y tecnológicas, de innovación de producción y de comercialización con las de los países de nuestro entorno. Entre las limitaciones previstas para la materialización del tema en el período 2005-2009 destacan las de tipo tecnológico, lo que parece indicar que a pesar de poseer una cierta confianza en nuestras propias capacidades no se trata de un tema de fácil resolución

desde el nivel actual de conocimientos. Tal vez por ello, la medida más recomendada sea –rotundamente– la cooperación industria/centros de investigación y tecnológicos.

La materialización del tema exige por una parte aumentar el esfuerzo en el estudio de las fuentes de ruido y vibración, y de los métodos de cálculo y medida; y por otra una apuesta decidida en el desarrollo de tecnologías como:

- Desarrollo de nuevos conceptos de rail/travesía/sujeción para reducción de ruido
- Nuevos desarrollos de elementos insonorizadores de rueda
- Nuevos materiales absorbentes, materiales activos (ligeros y de bajo coste)
- Desarrollo de apantallamientos acústicos
- Tecnologías de simulación

**Tema 16: El tráfico aéreo en la UE será reducido hasta en un 50% en personas a través de un sistema ferroviario de alta velocidad.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Otros apoyos de la Administración
2	2	3	2	53%	32%

La reducción de hasta un 50% del tráfico aéreo de la UE a través de un sistema ferroviario de alta velocidad ha sido considerada como el tercer tema más importante de la consulta.

Las múltiples evidencias de la congestión del tráfico aéreo de la UE a lo largo del período de consulta (verano/otoño 1999) han podido reforzar esta opinión que, sin embargo, tiene sólidos funda-

mentos en el extraordinario potencial que ofrece la alta velocidad ferroviaria para el tráfico de viajeros: tiempos de viaje reducidos, seguridad, puntualidad, confort, servicios, relación valor/coste, baja polución ambiental, etc.

Si hoy en día son cada vez más las voces que pronostican al tren como el transporte del siglo XXI, sin duda se debe en buena medida al impulso tractor ejercido por la propia alta velocidad ferroviaria que entra ventajosamente en liza con los demás modos de transporte.

La apuesta decidida de la UE y de las diferentes administraciones de los estados miembro por el desarrollo del transporte ferroviario (España invertirá 4,7 billones en nuevas infraestructuras ferroviarias en el período 2000-2007), contribuye a reforzar la opinión expresada por los encuestados en el presente estudio. La complementariedad entre el tren y el avión jugará un papel esencial en el desarrollo del mercado europeo del transporte de viajeros.

La materialización del tema en el período previsto será más bien una consecuencia del logro del resto de los temas. No obstante, el carácter bimodal de la respuesta, con un 46% de expertos que consideran que ésta ocurrirá en el período 2005-2009 y un 33% que la sitúan más allá del 2015, sugiere una cierta incredulidad en el logro de este objetivo para la fecha prevista por la mayoría.

La principal limitación para alcanzar esta meta es de tipo económico, y la medida más recomendada es otros apoyos de la administración seguida de cerca por la colaboración con empresas exteriores y por los estímulos económicos y fiscales de la administración.

Este innegable mercado potencial de alto 'standing' cuya demanda habrá que satisfacer con los niveles de servicio y calidad a los que está habituado, exigirá el impulso de la:

- a) *Intermodalidad para pasajeros y equipajes*
- b) *Desarrollo de servicios*

**Tema 21: Desarrollo de materiales de bajo coste con niveles de resistencia al fuego (M0) y baja emisividad y toxicidad de humos (F0) y que sean fácilmente conformables.**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros I+D+ I
2	2	3	2	55%	37%

La posición de España para el desarrollo de materiales M0 y F0 de bajo coste y fáciles de conformar ha sido considerada como inferior a la media europea, salvo en cuanto a capacidad de producción se refiere. Su desarrollo encuentra principalmente limitaciones tecnológicas, ante lo que se recomienda la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos.

La escasez de alternativas en materiales de estas características limitan la flexibilidad en el di-

seño para la adopción de soluciones que superen las exigencias normativas de seguridad sin penalizaciones en el coste, el peso, la conformabilidad, etc. Por ello se recomienda impulsar el:

- a) *Desarrollo y aplicación de materiales no metálicos considerando la inflamabilidad, toxicidad, reciclado y antivandalismo*

- *Revestimientos conformables*
- *Textiles, etc.*

### Tema 15: Interoperabilidad de los sistemas ferroviarios de alta velocidad europeos.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Colaboración con empresas exteriores
2	2	3	2	38%	44%

Prácticamente toda la UE ha accedido a lo largo de los años noventa a la alta velocidad ferroviaria que, con unas infraestructuras en pleno desarrollo, se perfila cara al siglo XXI como una de las grandes opciones para el transporte de viajeros.

La reducción en los tiempos de viaje junto a otras excelentes cualidades (seguridad, confort, etc.) de este medio de transporte, lo proyectan hacia el tráfico internacional en el que –desde la perspectiva actual- la creación de una red transeuropea de alta velocidad resulta ineludible.

Sin embargo, y al contrario de lo que ocurre con otros medios de transporte, la eliminación de las fronteras entre estados miembro de la UE no ha supuesto en sí misma una ventaja competitiva para el ferrocarril en general, dadas las numerosas barreras técnicas que conlleva el cambio de una Administración a otra.

En este contexto se ha ido abriendo paso el concepto de la interoperabilidad europea, hasta el punto de perfilarse como una de las fuerzas conductoras del desarrollo ferroviario de la próxima década. Así lo reflejan los expertos consultados en el presente estudio que consideran este tema como *el más importante* con diferencia de la consulta realizada.

Bien es cierto que se van haciendo progresos en el tema pero, a tenor de los resultados obtenidos, la interoperabilidad de los sistemas ferroviarios de alta velocidad europeos no se materializará hasta el período 2005-2009. Las principales limitaciones para ello son de tipo tecnológico, seguidas por las limitaciones legislativas y normativas; por lo que se recomienda como medida más importante la colaboración con empresas exteriores. La posición de España en cuanto a la capacidad científica y tecnológica, de innovación, y de comercialización sería inferior a la media europea.

Las principales dificultades para la interoperabilidad europea provienen de las diferencias existentes en el ancho de vía y en los sistemas de alimentación eléctrica y de señalización.

Por lo tanto, entre las tecnologías a desarrollar para la interoperabilidad de los futuros trenes de alta velocidad, el Panel de Expertos destaca las siguientes:

1. *Desarrollo de sistemas de señalización y comunicaciones (ETCS, ERTMS, GSM-R, ...)\* incidiendo en la compatibilidad de los equipos desarrollados y, aprovechando que España con sus nuevas infraestructuras estará a la cabeza de los países en aplicar estos nuevos sistemas, impulsar/pilotar/liderar la armonización del sistema ETCS*

2. *Desarrollo de sistemas avanzados de rodadura de ancho variable.*

Igualmente, será fundamental para el propósito perseguido impulsar la edición de especificaciones técnicas para la interoperabilidad (TSI)\* y proceder al *desarrollo y armonización normativos* que -en el ámbito de la UE- contemplen al menos:

- *Gálibo y ancho de vía*
- *Tensión / alimentación*
- *Señalización / comunicación*
- *Medio ambiente*
- *Seguridad*
- *Andenes, estaciones, túneles, etc.*

\* ETCS: *European Train Control System*  
 ERTMS: *European Rail Traffic Management System*  
 GSM-R: *GSM Radio*  
 TSI: *Technical Specification for Interoperability*

## IX. 6. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

Los veintiocho temas propuestos en el estudio han sido considerados, en general, como de muy bajo impacto sobre el empleo y en ningún caso éste supera al impacto que el tema pueda tener sobre el desarrollo industrial.

El tema 13 es el único perteneciente al grupo de los diez temas relevantes tratados en los dos

capítulos anteriores con cierta incidencia sobre el empleo, si bien su repercusión sobre el empleo directo sería negativa. No obstante, se suele admitir que a largo plazo el avance tecnológico inducido en estos casos y la mayor competitividad de los productos conseguidos puede generar nuevo empleo de mayor cualificación.

### IX.6.1. Materialización 2005-2009

Nº de Tema	Tema	Impacto Sobre el Empleo	Indice Grado Importancia
13	Los costes del ciclo de vida de vehículos ferroviarios son un 30% menores en términos reales que el de los modelos producidos actualmente, gracias al uso de tecnologías de diseño y de nuevos materiales y procesos.	30%	3,76

### IX. 7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE

Figura 7.1.



La figura 7.1 muestra, ordenados de menor a mayor, el Índice de Posición obtenido por los veintiocho temas del estudio. Este índice IP se obtiene mediante la suma de las modas de las respuestas obtenidas por las capacidades científico-tecnológica, de innovación, de producción y de comercialización, que configuran la variable 'Posición de España respecto de otros países'. El índice IP permite interpretar de una forma rápida la posición global de nuestro país en cada uno de los temas y en el conjunto de todos ellos considerando que:

Destaca la posición de **liderazgo** atribuida por los expertos al **tema 2** relativo a las tecnologías de cambio de ancho de vía sobre las que el propio Panel de Expertos considera que constituirán una gran oportunidad para la industria española del sector.

Son de destacar, igualmente, los temas 13 y 19 relacionados con los procesos productivos de los vehículos ferroviarios, y el tema 10 en el que se aborda la reducción del ruido percibido del sistema rueda/raíl. En todos ellos España posee una posición favorable con respecto a los países de su entorno.

#### Temas en los que el Índice de Posición es igual o superior a 11:

Nº de Tema	Tema	Índice de Posición	Fecha de Materialización
2	Uso práctico de un sistema que permita circular a los vehículos motorizados sobre vías de anchos diferentes.	15	1999-2004
13	Los costes del ciclo de vida de vehículos ferroviarios son un 30% menores en términos reales que el de los modelos producidos actualmente, gracias al uso de tecnologías de diseño y de nuevos materiales y procesos.	11,5	2005 – 2009
10	Desarrollo de un método factible para reducir a la mitad el contenido en frecuencias medias/altas del ruido percibido del sistema rueda/raíl.	11,5	2005 - 2009
19	La modularización y estandarización de los trenes permite reducir en un 50% el plazo de entrega actual.	11	2005-2009

## IX.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo del estudio se ha interrogado mediante una encuesta de tipo Delphi a 53 expertos del sector sobre un total de 28 temas prospectivos de indudable interés para el futuro del mismo. La opinión expresada por los consultados ha permitido extraer los temas más relevantes por su grado de importancia, deducir tecnologías críticas e indicaciones de interés para su materialización, y establecer los principales objetivos subyacentes en los mismos.

Los expertos consultados son en su mayoría hombres de entre 40 y 60 años de edad, con experiencia industrial y un nivel de conocimiento alto en al menos 4 ó 5 de los temas tratados en la encuesta.

Los temas planteados alcanzan un alto grado de importancia en prácticamente la mitad de los casos, y actuarían sobre todo como motor del desarrollo industrial con un impacto mínimo sobre el empleo. La fecha de materialización prevista para la mayoría de los mismos se sitúa en el período 2005-2009.

La posición de España en relación con los países de su entorno es en general ligeramente inferior a la media de la posición de los mismos en cuanto a capacidad científico-tecnológica, de innovación y de comercialización; y se situaría en una posición superior a la media en cuanto a capacidad de producción. No obstante, si consideramos los valores del índice de posición IP conviene destacar la existencia de ocho temas en los que España posee una posición igual o superior a la de los países de su entorno y que en uno de ellos ésta posición sería de claro liderazgo.

Las principales limitaciones son predominantemente de tipo tecnológico seguidas de cerca por las limitaciones económicas, por lo que para la materialización de los temas se recomienda ante todo la cooperación entre la industria y los centros de investigación y tecnológicos, seguido de la colaboración con empresas exteriores y, en tercer lugar, por los estímulos económicos/fiscales de la Administración.

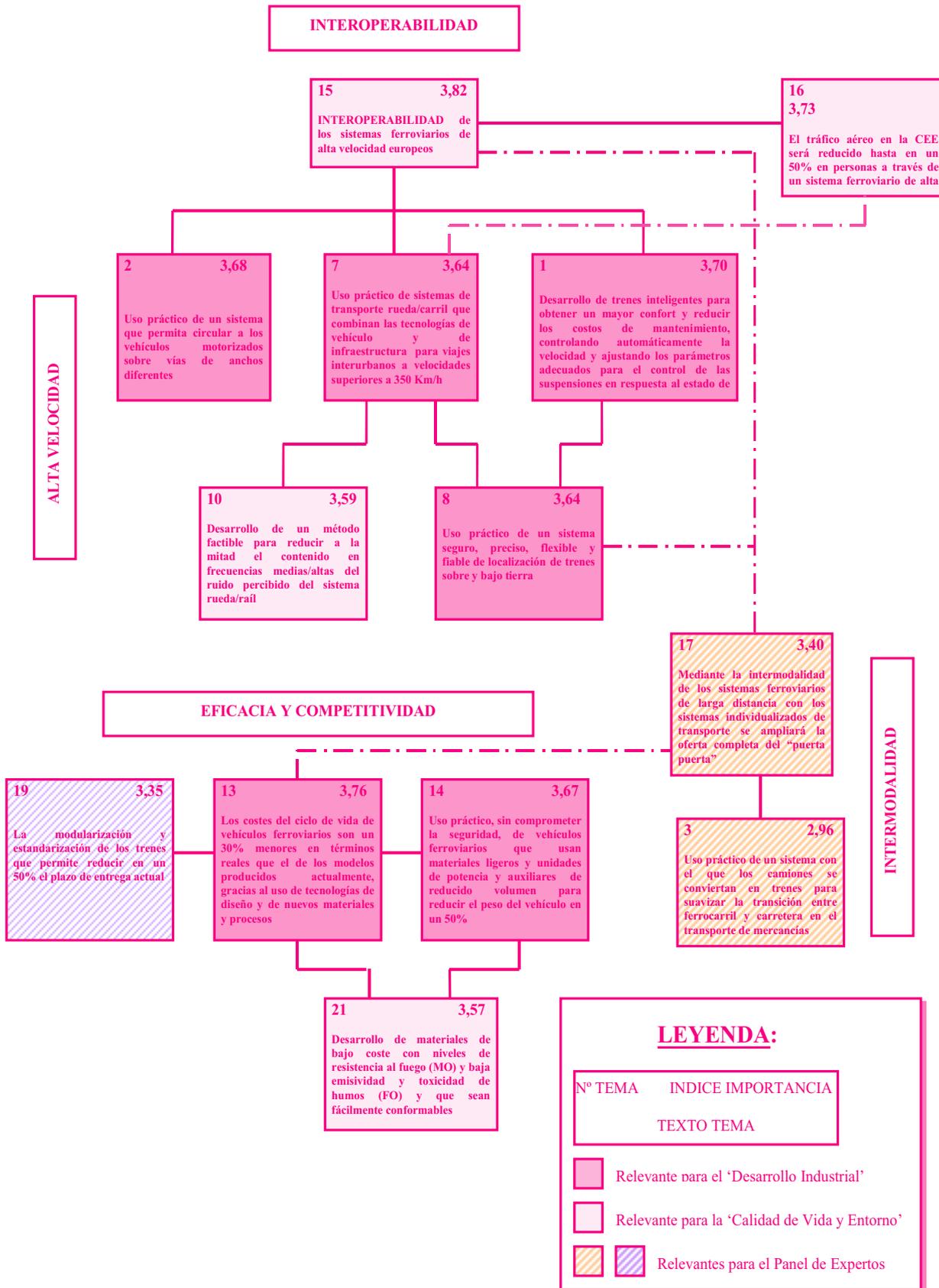
Los temas más relevantes del estudio proporcionan una visión compartida de las principales fuerzas que guiarán los desarrollos futuros del sector. Su agrupamiento y análisis permite desvelar los objetivos básicos implícitos en los mismos, así como desgranar las principales tecnologías críticas cuyo desarrollo facilitará la consecución de los logros previstos y que han sido descritas en anteriores capítulos.

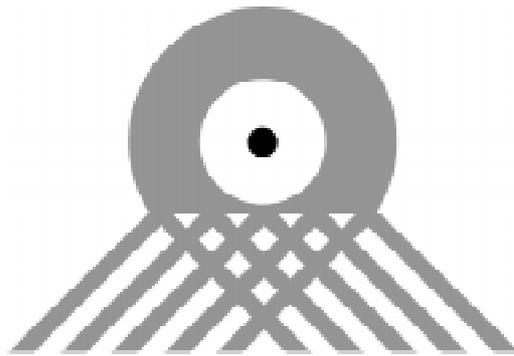
La materialización de los diez temas más relevantes del estudio está al servicio de cuatro objetivos básicos (figura 8.1). En primer lugar destaca la **interoperabilidad** europea de los sistemas ferroviarios de alta velocidad y, por lo tanto, estrechamente relacionado con el desarrollo de la **alta velocidad** ferroviaria que, desde la perspectiva actual de las redes europeas del transporte, actuarán como auténticos tractores del sector. La elevada calidad de la oferta resultante de este binomio permitirá al tráfico ferroviario captar una parte importante del tráfico aéreo actual.

Con un carácter más universal o al menos no específico de la alta velocidad, y respondiendo a una estrategia omnipresente en la fabricación de vehículos ferroviarios y vital para la necesaria competitividad del sector, se encuentran los temas que persiguen aumentar la **eficacia** y **competitividad** de los vehículos, disminuyendo el precio, peso y plazo de los mismos y mejorando su seguridad.

Finalmente, el Panel de Expertos consideró necesario incluir tres temas más que a su juicio completan la visión obtenida con los temas más relevantes tratados en el presente informe. El primero de ellos, el tema 19, fue incluido entre los temas que tratan de alcanzar una mayor eficacia en la fabricación y de aumentar la competitividad de los vehículos producidos, mientras que los otros dos configuran un tercer grupo que completa los anteriores vinculándolos a través de la **intermodalidad** como principio irrenunciable para una estrategia global del transporte.

Figura 8.1. Estructura de los temas más relevantes del estudio





**TRANSPORTE:  
*INFORME DE PROSPECTIVA SOBRE EL  
SECTOR NAVAL***

## X.1. INTRODUCCIÓN

España, con sus casi 8.000 Km de costa, es un país de amplia tradición marítima donde el 80 % en toneladas de los productos importados y el 60 % de los exportados utilizan vías marítimas y donde, sin embargo, la construcción naval tiene una dimensión económica modesta (<1%) en relación con su Producto Interior Bruto, a pesar de su incidencia en el conjunto del tejido industrial.

El sector de la construcción y reparación naval (CNAE 35.1) abarca a las industrias de construcción, transformación y reparación naval, a la de artefactos “off shore” y a la cada vez más importante industria auxiliar cuya producción está fundamentalmente dirigida hacia los astilleros, los cuales constituyen en general su principal o único cliente.

En la actualidad, la construcción naval es una industria de síntesis en la que los astilleros construyen el casco y las estructuras básicas, e integran todos aquellos componentes que suministrados por la industria auxiliar son necesarios para configurar el buque completo, y que llegan a suponer hasta un 70% de su valor.

Una característica importante de la construcción naval es la unicidad de sus proyectos, es decir, cada buque es normalmente un producto único y distinto de cualquier otro, lo que prácticamen-

te impide (salvo tal vez en las grandes flotas de guerra o en el sector pesquero) la producción en serie de barcos.

Otros rasgos típicos son el elevado valor unitario de los buques que al superar la capacidad financiera de las empresas constructoras hace de la financiación un elemento clave de competitividad; el carácter cíclico de su cartera de pedidos afectada por las oscilaciones de la economía mundial; y el alto nivel tecnológico que de forma creciente se acumula tanto en el propio proyecto del barco como en su proceso constructivo y en sus componentes.

El sector naval ha atravesado durante las últimas décadas una profunda crisis que le ha llevado a reducciones drásticas de su capacidad de producción y de su plantilla. Los astilleros medios y pequeños que han sobrevivido a la crisis han conseguido importantes avances especializándose en distintos tipos de buques que les permiten sobrevivir de forma más cómoda y con perspectivas razonablemente buenas, mientras que los grandes astilleros atraviesan mayores dificultades obligados a competir en un mercado mundial dominado por las agresivas ofertas de los países asiáticos.

El sector de construcción naval en reconversión, que sirve de referencia para los datos estadísticos que se aportan a continuación extraídos del

*Informe sobre la Industria Española 1997-1998* editado por el MINER, y que representa la parte más importante de la construcción naval en España, está constituido por los astilleros de construcción de buques de casco metálico de más de 100 toneladas de arqueo bruto (TRB) con la

excepción de las tres factorías de la Empresa Nacional Bazán, dedicadas a la construcción de buques de guerra y de tres o cuatro pequeños astilleros que no se acogieron al plan de reconversión de 1984.

CONSTRUCCIÓN NAVAL. ESTRUCTURA DEL SECTOR. 1997 (1)					
Sector y subsectores	Nº de empresas	Facturación	Trabajadores	Fact./Empr.	Traba./Empr.
Grandes astilleros	2	108.000	5.866	54.000	2.933
Pequeños y medianos astilleros	23	92.000	4.899	4.000	213
Total sector reconversión	25	200.000	10.765	8.000	431
E.N. Bazán	1	71.537	7.352	71.352	7.352
<b>TOTAL empresas significativas</b>	<b>26</b>	<b>271.537</b>	<b>18.117</b>	<b>10.444</b>	<b>697</b>

(1) Astilleros para embarcaciones de casco metálico de más de 100GT  
Fuente: Gerencia del Sector Naval

Durante el año 1997 se estabilizaron las plantillas en los astilleros medianos y pequeños, aunque continuaron los ajustes de los grandes astilleros en el marco del Plan Estratégico de Competitividad (PEC). Al finalizar el año 1997 el empleo total del sector en reconversión ascendía a 10.765 personas, un 2,6 % menos que en 1996, 7.584 dedicadas a nuevas construcciones y el resto, 3.181, a otras actividades (reparaciones, off shore y otras).

Igualmente, la capacidad total de construcción cayó del millón de toneladas de los ochenta a las 400.000 CGRT (arqueo bruto compensado), de las cuales 240.000 pertenecían al sector público y el resto al privado, para quedar finalmente reducidas en 1997 a las 210.000 CGRT del sector público como contrapartida a la aprobación por la Comisión Europea del PEC. El grado de utilización de la capacidad productiva del sector durante el año 1997 ha sido elevado, del orden del 90% de la capacidad total, aunque supone una disminución del 3,5 % con respecto al año 1996.

La contratación del sector en 1997 alcanzó las 805.850 CGT (arqueo bruto compensado)

incrementándose en un 152 % con respecto al año 1996; y la cartera de pedidos aumentó hasta el 1.209.948 CGT en el mismo periodo, es decir, se incrementó en un 88 % aproximadamente.

Los ingresos totales del sector durante este año de referencia han sido de 200.000 Mpta, de los que un 80 % corresponden a las exportaciones realizadas por el mismo. En contrapartida la importación de buques es mucho menor, con sólo nueve buques mercantes de arqueo bruto superior a 100GT que suponen alrededor de un 10 % de las entregas de los astilleros nacionales. El gasto empresarial en actividades de I+D en 1996 ascendió a 5.427 Mpta, que suponen el 1,8% del total nacional del gasto de las empresas en este concepto.

En definitiva, el sector de la construcción y reparación naval es un sector emblemático por el carácter marítimo de España, con una incidencia relevante por sus implicaciones en el conjunto del tejido industrial y una competitividad aceptable como se deduce por su extraordinaria capacidad exportadora y alta intensidad tecnológica.

## X.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE TEMAS

### X.2.1. El Panel de Expertos

El Panel de Expertos del sector Naval se constituyó con la misión de liderar y validar el estudio, asesorando antes, durante y después de realizar la consulta Delphi. En su formación se trató de alcanzar una representación amplia y equilibrada de todos los ámbitos de actividad del sector. Tras diversas consultas en medios sectoriales, el Panel de Expertos quedó finalmente constituido por 10 miembros, de los que dos provienen de la Administración, cuatro de diversas asociaciones, uno de la universidad y otros cuatro de empresas del sector. Su selección está respaldada por su reconocido prestigio y gran visibilidad sobre las actividades desarrolladas por el sector.

Además de liderar la consulta, el Panel asumió las funciones siguientes: proponer los temas de la encuesta, elaborar la lista de expertos a consultar y analizar los resultados estableciendo las conclusiones del estudio.

La ejecución de la encuesta Delphi corrió a cargo de INASMET como Centro responsable del Transporte de la Fundación OPTI.

### X.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi

Siguiendo con la estrategia utilizada en los estudios de prospectiva del Transporte, los temas del cuestionario utilizado en el sector Naval han sido seleccionados de los últimos estudios de

prospectiva realizados en Japón (6º Delphi), Inglaterra (1º Delphi) y Alemania (2º Delphi). Este planteamiento se apoya en el proceder de otros países como Alemania y Francia, - Inglaterra en mucha menor medida -, que en su primer estudio Delphi realizaron una réplica más o menos exacta del 5º Delphi japonés. Inglaterra siguió una vía más autónoma, desarrollando sus propios temas, aunque también utilizó temas y variables del citado ejercicio.

Con ello se deja una vía abierta a la crítica al suponer que se transponen al país opciones culturales e industriales desarrolladas fuera de sus fronteras. No obstante, la posibilidad de permitir una comparación internacional de los resultados suele ser una de las principales razones esgrimidas para justificar esta práctica. Añadiríamos por nuestra parte, la ayuda y la simplificación que ha supuesto en las primeras fases del estudio el disponer de los correspondientes trabajos realizados previamente por estos países.

Aceptado este planteamiento, el Panel de Expertos analizó los temas relativos a los estudios de prospectiva citados. Tras un amplio debate, se seleccionaron un total treinta y uno temas estratégicos para el sector, de los que veinticuatro provienen de otros Cuestionarios Delphi y siete fueron propuestos por el propio Panel.

La tabla 2.2.1 muestra el origen de cada uno de los temas utilizados en la consulta del sector Naval.

Tabla 2.2.1



Tabla 2.2.1.

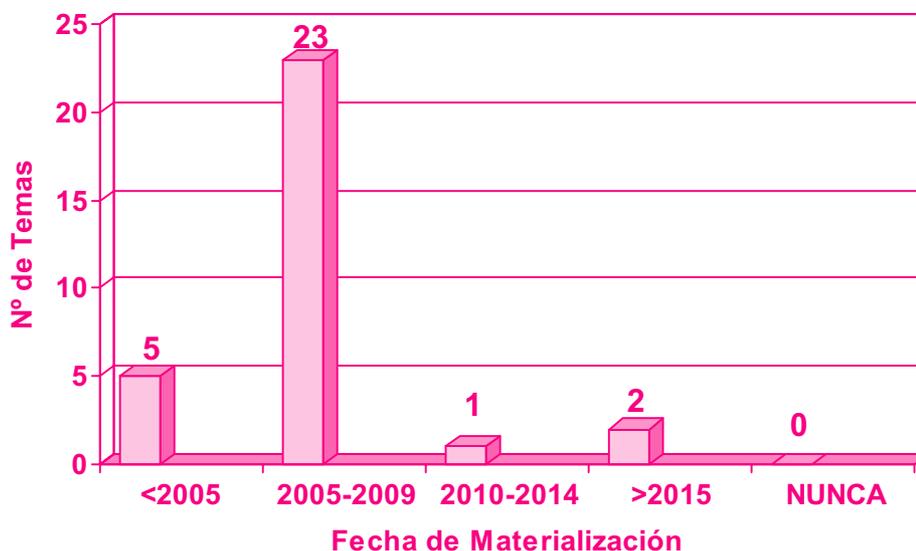
Origen	Área	Nº Tema
JAPÓN 6º Delphi	Transporte	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14
	Producción y Maquinaria	26, 27, 28, 29
REINO UNIDO 1º Delphi	Transporte	11, 15, 17, 18, 20
	Materiales	30
ALEMANIA 2º Delphi	Transporte	9, 16
PANEL DE EXPERTOS		19, 21, 22, 23, 24, 25, 31

### X.3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

Tal como se observa en la Figura 3.1 que representa el número de temas que se materializarán en cada período temporal, sólo cinco lo lograrán antes del 2005, la gran mayoría de los mismos

(23) lo harán en el intervalo 2005-2009, un solo tema lo hará entre el 2010 y el 2014 y únicamente dos más allá del 2015.

Figura 3.1.



El Índice Grado de Importancia traduce la mayor o menor coincidencia de los expertos a la hora de valorar en uno u otro sentido la importancia concedida a cada tema.

A continuación se citan los temas que se materializarán en cada uno de los períodos temporales citados, ordenados por su Índice de Grado de Importancia:

### X.3.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
6	Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como base de datos diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual.	3,9
12	Uso práctico de sistemas de prevención de la colisión de barcos mediante avances en las tecnologías de detección y tecnologías de inteligencia artificial.	3,58
10	Uso práctico de zonas de containers totalmente automatizadas (tipo almacén automático), para aumentar la capacidad de manipulación de carga.	3,53
1	Amplio uso entre grandes aglomeraciones urbanas de sistemas de transporte por barco (incluyendo los sistemas de control del tráfico) con capacidad y velocidad elevadas (más de 300 personas y más de 30 nudos)	3,34
3	Desarrollo de navíos rápidos de unas 500 toneladas de peso muerto, enteramente contruidos de nuevos materiales no-férreos para reducir peso	3,03

Entre estos cinco temas se encuentran dos de los diez más importantes y la previsión de su pronta materialización sugiere una gran actuali-

dad de la problemática abordada, así como una elevada confianza en su resolución con los conocimientos y desarrollos tecnológicos actuales.

**X.3.2. Materialización 2005-2009.**

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
13	Uso práctico de navíos de gran fiabilidad capaces de funcionar durante cinco años sin necesidad de paradas por mantenimiento, gracias a las mejoras en la fiabilidad de los equipos y materiales.	3,77
28	Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos, apropiadas a su tamaño y funcionalidad, basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente.	3,74
29	Amplio uso en construcción naval de robots para trabajos peligrosos o en condiciones extremas, asegurando la seguridad del trabajador.	3,74
8	Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante avances tecnológicos en el desarrollo de la hélice y el diseño de la forma/superficie del casco.	3,71
27	Amplio uso en construcción naval de sistemas de diseño y fabricación descentralizados (mediante la distribución funcional a lo largo de diferentes líneas de clientes, proveedores y fabricantes) basados en la internacionalización y la conexión en red.	3,68
9	Logro de una mejora del 20% aprox. Del rendimiento de los motores, incluyendo mejoras en los accesorios del mismo.	3,67
11	Uso práctico se sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo para la navegación segura y eficiente de barcos y embarcaciones rápidas en aguas congestionadas.	3,61
18	El uso práctico de nuevas infraestructuras (p.ej.: puertos flotantes) o de procedimientos/instalaciones más efectivas de manipulación de carga (o ambas) reducen en un 30% el coste de la interfaz barco/puerto.	3,58
26	Uso práctico en construcción naval de sistemas de fabricación virtual que soportan actividades de fabricación, incluyendo el modelizado, diseño, operaciones de producción (incluyendo mantenimiento), y la recogida de desechos.	3,55
17	Amplio uso del monitorizado vía satélite para facilitar el cumplimiento de las regulaciones de polución marina.	3,39
31	Amplio uso de tecnologías de unión por adhesivos en uniones estructurales.	3,39
23	Uso práctico de buques con impacto ecológico nulo.	3,35

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
16	En los motores diesel de los buques se reducirá hasta en un 50% las materias residuales peligrosas procedentes de los aceites de lubricación de los mismos	3,27
19	Uso práctico de nuevas infraestructuras flotantes (p.ej: hoteles, aeropuertos, plantas de generación eléctricas, instalaciones deportivas, plantas desalinizadoras, etc.)	3,18
15	Amplio uso de sistemas de observación que proporcionan información en tiempo real sobre las condiciones climáticas y del mar en grandes áreas marinas.	3,17
21	Uso práctico de energías renovables en el transporte marítimo	3,06
7	Desarrollo de una técnica de simulación fluidodinámica de barcos que elimina la necesidad de ensayos de canal en el desarrollo de sistemas de propulsión y en el diseño de formas de casco.	3,03
22	Desarrollo del transporte de agua dulce en grandes cantidades (>1.000.000 de Tm).	2,95
25	Desarrollo de las tecnologías necesarias para la transmisión de las señales a bordo sin necesidad de cableado.	2,91
14	Uso práctico de tecnologías de recuperación de los materiales poliméricos reforzados con fibra de vidrio (FRP) utilizados en los barcos vía pulverización, incineración, tratamiento químico, etc.	2,89
5	Desarrollo de submarinos autónomos, no tripulados, que recurriendo a la inteligencia artificial son capaces de investigar los recursos de los fondos marinos y de otras actividades, sin recibir ni energía ni instrucciones desde el exterior.	2,71
4	Desarrollo de navíos totalmente automáticos, capaces de navegar y de atracar en puerto automáticamente.	2,66
24	Uso práctico de nuevos materiales y tecnologías para reducir el empucho de las instalaciones de distribución eléctrica de potencia	2,57

Veintitrés de los treinta y uno temas del estudio se materializarán en este intervalo temporal. Entre ellos se encuentran también la mayoría de los temas considerados como más relevantes para

el estudio. Estos últimos reflejan las principales inquietudes sobre las que se debate hoy en día en el mundo naval sin que se tengan aún respuestas definitivas a la problemática que plantean.

**X.3.3. Materialización 2010-2015.**

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
30	Amplio uso de métodos para predecir la vida a largo plazo de materiales estructurales, basados en el modelizado teórico cuantitativo del comportamiento de los materiales.	3,23

A pesar de la importancia que en términos económicos y de seguridad posee para el sector naval la necesidad de verificar regularmente con métodos empíricos y bien establecidos la vida

de los materiales estructurales, los expertos consideran que la posibilidad de recurrir a técnicas de predicción teórica no será posible hasta el período 2010-2015.

**X.3.4. Materialización más allá del 2015.**

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
20	Amplio uso de barcos 'feeders' no tripulados y rentables para el transporte de cargas desde los principales puertos/diques flotantes hacia destinos locales vía navegación costera/fluvial.	2,86
2	Desarrollo de un transporte marítimo con capacidad para atravesar el océano a más de 100 nudos, basado en tecnologías que incluyan la propulsión por superconductividad.	2,42

Según se observa por el grado de importancia, estos temas no suscitan demasiado interés entre los expertos participantes que, además, los

relegan a una fecha de materialización indefinida y muy lejana.

**X.3.5. Materialización NUNCA.**

Ninguno de los temas de la consulta ha sido clasificado en la opción de materialización Nunca.

#### X.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

El presente estudio utiliza el Índice Grado de Importancia como criterio básico para clasificar la relevancia de los temas, considerando arbitrariamente a los diez mejor valorados como los más relevantes del estudio.

Al considerar la variable ‘Impacto sobre’ se aprecia que estos diez temas son complementarios respecto a la clasificación obtenida para el desarrollo industrial y para la calidad de vida y el entorno, dado que el impacto sobre el empleo es generalmente muy bajo. Es decir, que aquéllos temas de elevado impacto sobre el desarrollo

industrial son los de menor impacto para la calidad de vida y entorno, y viceversa. Por ello, los temas tratados en el presente capítulo mas los del capítulo 5 corresponden a los 10 temas más relevantes.

En un esfuerzo por dilucidar los principales objetivos implícitos en estos diez temas, el Panel de Expertos los ha agrupado a través de sus afinidades. De esta forma es posible observar que los seis temas que, de este conjunto de diez, son relevantes por su impacto sobre el desarrollo industrial persiguen dos objetivos básicos.

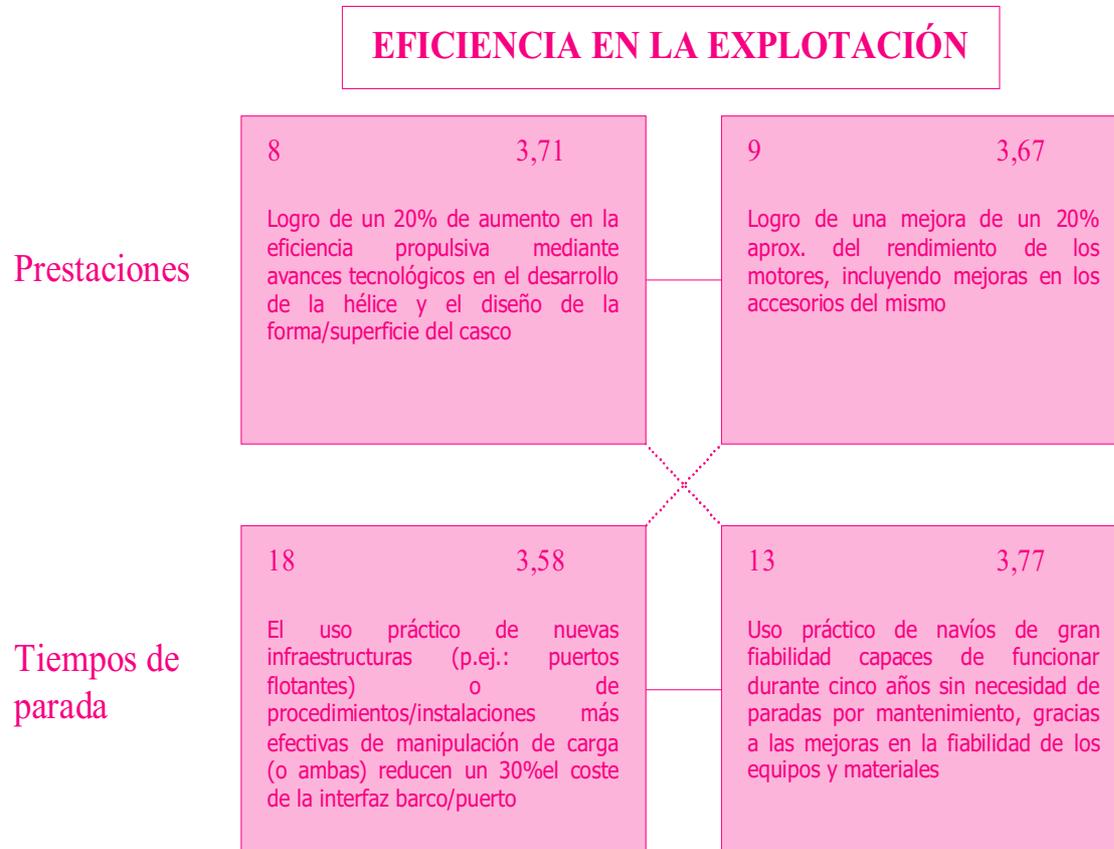
Figura 4.1.



El primero de ellos es la **eficiencia en la fabricación** a fin de mejorar la productividad y la competitividad de la construcción naval como medio para subsistir en un futuro mercado de libre competencia exento de las distorsiones internacionales actualmente padecidas. Los temas

6 y 27 reflejan la preocupación de los expertos del sector por el logro de este objetivo a través de la introducción de sistemas inteligentes en todo el proceso productivo, desde la fase de desarrollo hasta la entrega del buque.

Figura 4.2.



El segundo objetivo básico subyacente en los cuatro temas restantes (figura 4.2) persigue la búsqueda de una mayor **eficiencia en la explotación** de los buques mediante, por un lado la mejora de sus *prestaciones* que redundaría en una mayor eficiencia propulsiva y en una mejora en los consumos y por ende mayor respeto al medio ambiente; y por otro a través de la reducción de los *tiempos de parada* del navío gracias

a mejoras en la fiabilidad de los mismos y en la eficacia de infraestructuras y procedimientos de manipulación de carga.

A continuación se analizarán uno a uno estos seis temas relevantes por su impacto en el desarrollo industrial, agrupados por fecha de materialización.

### X.4.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
6	Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como base de datos diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual.	60%	3,9

#### X.4.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 6: Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como base de datos diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
3	3	3	3	48%	39%

Uno de los retos fundamentales de la construcción naval actual es conseguir la máxima estandarización en sus procesos de diseño, de forma que se pueda conseguir un alto índice de serialización de sus procesos productivos, automatizando al mismo tiempo la realización de los mismos. En definitiva se trata de acercar un modelo industrial de proyecto único y complejo, como es la construcción naval, a otro modelo industrial de producción en serie, similar al de automoción. Esta transformación tecnológica debe apoyarse fundamentalmente en la consecución de altos grados de estandarización de modelos de producto y, sobre todo, en el desarrollo de procesos de diseño y producción que permitan una gran flexibilidad y adaptación a sistemas expertos y de fabricación automatizada. De esta manera la construcción naval pasaría de ser una producción de alto índice de horas ma-

nuales de procesado y fabricación, a otra de alto contenido tecnológico en cuanto a su aplicación, con la consiguiente reducción en costes de personal, y sobre todo, con una gran flexibilidad operativa para adaptarse a los diferentes tipos de productos con la mínima incidencia de coste y plazo.

La posibilidad de conseguir que las distintas bases de datos de los sistemas CAD existentes en el campo naval fueran intercambiables permitiría que modelos de partes de buques pudieran ser fácilmente utilizables como estándares de diseño abaratando los costes de construcción sobre la base de la repetición y trabajo en series de productos intermedios. Por otra parte, el desarrollo de una herramienta global de diseño que incorporara planificación, control de producción y logística, a los sistemas CAD conectaría de

modo integrado los distintos ámbitos del proyecto contribuyendo aún más al objetivo propuesto. En fin, desde una visión actual de los astilleros, el desarrollo de sistemas CIM pasaría por la automatización completa de la maquinaria disponible hoy en día.

La importancia vital de este tema para el sector ha quedado claramente confirmada por aplastante mayoría, con un 90% de respuestas considerando que su grado de importancia es alto, lo que lo convierte en el tema más importante de la consulta. La temprana fecha de materialización pronosticada así como el elevado número de expertos con conocimiento alto del tema (31%) sugiere la existencia de bases sólidas para afrontar con esperanza este reto que se enfrenta principalmente a limitaciones de tipo tecnológico y ante las que se recomienda la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos seguido de la colaboración con empresas exteriores.

La posición de España en cuanto a capacidad científica y tecnológica, de innovación, de producción y de comercialización, es en opinión de los expertos superior a la media de la de los países de su entorno, lo que aparentemente nos sitúa en una posición competitiva favorable cara a la materialización del tema. No obstante, su plena realización requiere ahondar en los siguientes desarrollos tecnológicos:

*a) Desarrollo y aplicación de herramientas avanzadas de diseño:*

- *Desarrollo de metodologías de prototipado virtual*
- *Sistemas de gestión de datos de producto*
- *Reingeniería de procesos*

- *Aplicación en la fase de diseño de herramientas de modelizado, análisis y simulación de productos y procesos*
- *Desarrollo de herramientas de diseño*
- *Diseño distribuido en entornos geográficamente distantes*
- *Ingeniería concurrente*

*b) Nuevos conceptos y aplicaciones de tecnologías de fabricación y de producción en construcción naval:*

- *Estandarización de modelos de producto*
- *Automatización avanzada de la fabricación de subconjuntos*
- *Desarrollo de robots de nueva generación para tareas específicas de construcción naval, (soldadura, preparación de superficies, pintura, inspección, etc.)*
- *Aplicación de procesos inteligentes de fabricación*
- *Desarrollo de sistemas CAD/CAM/CAE que faciliten la integración de actividades de diseño y producción*
- *Desarrollo de sistemas de planificación, programación y gestión de producción soportados por herramientas inteligentes de apoyo a la decisión*
- *Sistemas expertos.*
- *Protocolo de comunicación entre sistemas CAD y máquinas de trabajo*
- *Programación y bases de datos orientados a objetos.*
- *Desarrollo de tecnologías de comunicaciones y redes industriales para el intercambio electrónico de información*
- *Desarrollo de sistemas de interfaces de usuario*

**Materialización 2005-2009**

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
13	Uso práctico de navíos de gran fiabilidad capaces de funcionar durante cinco años sin necesidad de paradas por mantenimiento, gracias a las mejoras en la fiabilidad de los equipos y materiales.	67%	3,77
8	Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante avances tecnológicos en el desarrollo de la hélice y el diseño de la forma/superficie del casco.	67%	3,71
18	El uso práctico de nuevas infraestructuras (p.ej.: puertos flotantes) o de procedimientos/instalaciones más efectivas de manipulación de carga (o ambas) reducen en un 30% el coste de la interfaz barco/puerto.	65%	3,58
27	Amplio uso en construcción naval de sistemas de diseño y fabricación descentralizados (mediante la distribución funcional a lo largo de diferentes líneas de clientes, proveedores y fabricantes) basados en la internacionalización y la conexión en red.	62%	3,68
9	Logro de una mejora del 20% aprox. Del rendimiento de los motores, incluyendo mejoras en los accesorios del mismo	58%	3,67

*X.4.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas*

**Tema 13: Uso práctico de navíos de gran fiabilidad capaces de funcionar durante cinco años sin necesidad de paradas por mantenimiento, gracias a las mejoras en la fiabilidad de los equipos y materiales**

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización		
2-3	2-3	3	2	49%	Cooperación industria-centros I+D y colab. Empresas Exteriores

El aumento de la fiabilidad de los navíos hasta el punto de permitir la navegación sin paradas por mantenimiento durante cinco años conlleva un aumento de la disponibilidad para el viaje de los mismos y, en consecuencia, una mayor eficiencia en la explotación de la que derivan importantes ventajas económicas.

El coste de mantenimiento en buques está íntimamente relacionado con la calidad de los materiales en cuanto a desgaste y capacidad de resistir ambientes marinos, fundamentalmente por corrosión y por corrosión bajo tensiones. El desarrollo de sensores específicos y de sistemas para el monitorizado y control en tiempo real de materiales y equipos permitiría la adecuación de las pautas de mantenimiento a las necesidades reales del mismo, alargando los intervalos entre paradas.

El interés de este logro para el sector naviero sería enorme. No obstante, su aplicación práctica (es decir, la no parada del buque en 5 años) requeriría una modificación en profundidad de las actuales normas internacionales en materia de seguridad de la Organización Marítima Internacional (OMI) y, en particular, de los Convenios Internacionales SOLAS y MARPOL.

La capacidad de España en este tema que es el segundo en importancia de la consulta, es equiparable a la media de la de los países de su entorno y, su materialización tropezaría principalmente con limitaciones de tipo tecnológico ante las que se recomienda sobre todo la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos, así como la colaboración con empresas exteriores.

El logro de mejoras sustanciales en la fiabilidad de equipos y materiales, que permita al menos

la materialización técnica del tema, requiere de una mayor profundización tecnológica en los aspectos siguientes:

- a) *Desarrollo de tecnologías de protección contra la corrosión*
- b) *Nuevos materiales con características mejoradas ante la corrosión, el desgaste y la fricción*
- c) *Desarrollo y aplicación de sistemas expertos de mantenimiento basados en el conocimiento*
- d) *Desarrollo de tecnologías de monitorización, seguimiento y diagnóstico remoto del estado de la estructura y de los equipos de a bordo.*
- e) *Desarrollo y aplicación de tecnologías y conceptos de 'diseño para el mantenimiento' en buques y navíos*
- f) *Aplicación extensiva de sistemas de mantenimiento predictivo*
- g) *Nuevas tecnologías de fabricación orientadas a garantizar la protección (buen acabado en soldaduras, preparación de superficies).*
- h) *Desarrollo de sensores específicos para aplicaciones navales.*
- i) *Tecnologías de análisis de riesgo, fiabilidad y soporte para toma de decisiones en caso de fallo (Análisis Logístico Integrado).*
- j) *Control Predictivo / Adaptativo*
- k) *Desarrollo y aplicación de tecnologías avanzadas de evaluación no destructiva (END)*

### Tema 8: Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante avances tecnológicos en el desarrollo de la hélice y el diseño de la forma/superficie del casco

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
4	3	3	3	59%	48%

A pesar de los indudables avances conseguidos en los últimos años en los que se ha buscado aumentar el rendimiento de las hélices, la eficiencia en la propulsión sigue siendo una meta importante para los expertos consultados.

En general, se persigue el desarrollo de técnicas computacionales (CFD) para tratar de minimizar la dependencia de los canales de experiencias hidrodinámicas, al menos como única fuente de decisión en cuanto a formas y potencia propulsiva requerida por los buques, y con ello proporcionar mejores opciones de integrar, en el diseño de las formas, las características constructivas y operativas que el buque debe reunir para ser eficaz en su construcción y futura explotación.

En opinión de los expertos, España posee con referencia a este tema una posición de líder en cuanto a capacidad científica y tecnológica y, una posición favorable comparada con los paí-

ses de su entorno en cuanto a capacidad de innovación, de producción y de comercialización. Las limitaciones a superar para el logro propuesto son claramente tecnológicas, por lo que los expertos recomiendan favorecer la cooperación entre industrias y centros de investigación y tecnológicos.

Para que los trabajos actuales sobre resistencia al avance y propulsión conduzcan a mejoras del orden propuesto será necesario ahondar en las tecnologías siguientes:

- Desarrollo de herramientas computacionales de dinámica de fluidos (CFD) para aplicaciones navales*
- Desarrollo de nuevos materiales para hélices y recubrimientos de cascos.*
- Desarrollo y aplicación de herramientas avanzadas de diseño.*
- Desarrollo de tecnologías de ensayo.*

### Tema 18: El uso práctico de nuevas infraestructuras (p.ej.: puertos flotantes) o de procedimientos/instalaciones más efectivas de manipulación de carga (o ambas) reducen en un 30% el coste de la interfaz barco/puerto

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos y fiscales de la Admón.
3	3	3	2-3	52%	36%

Este tema de gran actualidad debe su importancia a que una parte muy significativa del coste total del transporte marítimo se produce durante la estancia del buque en puerto, lo que unido al fuerte incremento previsible para los próximos años del tráfico de mercancías exigirá el desarrollo de puertos ágiles con servicios adecuados para el intercambio rápido y eficaz de cargas.

La reducción del coste de la interfaz barco/puerto implica mejorar la eficacia de toda la cadena de manipulación y transbordo de cargas. Es decir, el desarrollo de nuevas infraestructuras portuarias y procedimientos de acceso orientadas a este fin, la mejora de las operaciones de embarque/desembarque de mercancías, la optimización de la fase terrestre del transporte garantizando unas condiciones adecuadas de *intermodalidad* que favorezcan los flujos de cargamento en ambos sentidos, etc.

Una consecuencia importante del aumento de la eficacia del sistema de carga/descarga es la menor estancia en puerto de los buques, lo cual permite un mayor número de viajes anuales y, en definitiva, una mayor eficiencia en la explotación al reducir los tiempos del ciclo de transporte.

La capacidad de España para la materialización de este tema es, en opinión de los expertos, superior a la media de la de los países de su entorno, siendo la principal dificultad señalada por éstos de tipo económico y, la medida más recomendada los estímulos económico/fiscales de la Administración. No obstante, se entiende que para alcanzar los objetivos propuestos será necesario el desarrollo y aplicación de :

- a) *Desarrollo de sistemas automatizados de carga/descarga tanto en el buque como en el puerto.*
- b) *Intermodalidad.*
- c) *Herramientas avanzadas de gestión logística.*
- d) *Tecnologías avanzadas de localización para gestión de contenedores.*

En fin, la modificación de determinadas medidas regulatorias actuales (como las referentes al personal de estiba, o las de practicaaje) también podría abrir una vía para el logro de reducciones importantes en los costes de la interfaz barco/ puerto.

**Tema 27: Amplio uso en construcción naval de sistemas de diseño y fabricación descentralizados (mediante la distribución funcional a lo largo de diferentes líneas de clientes, proveedores y fabricantes) basados en la internacionalización y la conexión en red**



La construcción naval es una industria de síntesis en la que la magnitud de los proyectos y la sofisticación de los sistemas a integrar -que exigen un elevado grado de especialización-, difícil-

mente permiten la concentración en una sola factoría de todas las capacidades requeridas desde el proyecto básico hasta la construcción del buque.

La consecuente fragmentación de las tareas a realizar hacia centros geográficamente distantes, pero también la externalización creciente de mayores cotas de responsabilidad en diseño y producto hacia proveedores e industria auxiliar, junto con las necesidades logísticas que incorporan una cada vez mayor internacionalización de actividades y la globalización de los mercados, exige necesariamente la incorporación de sistemas de diseño y fabricación descentralizados y de tecnologías que permitan compartir de forma rápida, segura y simultánea todos los datos necesarios para el proyecto común.

A tenor de los resultados obtenidos, la posición de España en cuanto a capacidad científica y tecnológica y de producción es superior a la de los países de su entorno, mientras que las capacidades de innovación y de comercialización son inferiores a la misma. Junto a ello, los expertos ven en las limitaciones tecnológicas y económicas los principales obstáculos para la materiali-

zación del tema, por lo que recomiendan ante todo la colaboración con empresas exteriores y, en segundo lugar, la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos.

Para alcanzar el amplio uso descrito de sistemas de diseño y fabricación descentralizados basados en la internacionalización y la conexión en red, será necesario desarrollar y aplicar nuevas tecnologías como:

- a) *Desarrollo y aplicación de sistemas avanzados de diseño y fabricación en entornos geográficamente distantes.*
- b) *Desarrollo de estándares navales.*
- c) *Desarrollo de estándares de intercambio de información.*
- d) *Nuevas herramientas de gestión logística y aprovisionamiento.*

### **Tema 9: Logro de una mejora del 20% aprox. del rendimiento de los motores, incluyendo mejoras en los accesorios del mismo**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Colaboración Empresas Exteriores
2-3	2	3	2	68%	52%

Las prestaciones de los motores térmicos desde su incorporación a la propulsión de buques y, posteriormente, a la generación de energía eléctrica en los mismos, no han dejado de crecer y, en la actualidad, las perspectivas de conseguir mejoras adicionales gracias al desarrollo de nuevos conocimientos y tecnologías siguen siendo altamente prometedoras.

El desarrollo de nuevas máquinas más eficientes y de gran fiabilidad, de consumos más reducidos y con menores emisiones de gases contaminantes ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ) y, por consiguiente, más respetuosas con el medio ambiente, constituye un importante desafío para los fabricantes de motores para aplicaciones marinas que repercu-

te directamente en una mayor eficiencia en la explotación del buque.

Con una capacidad científica y tecnológica equivalente a la media de la de otros países y con una capacidad de producción superior a ésta, la posición de España es, sin embargo, inferior a la media en cuanto a las capacidades de innovación y de comercialización.

Los expertos consultados ven en las limitaciones tecnológicas la principal limitación para el logro de una mejora del 20% del rendimiento de los motores, ante lo que recomiendan la colaboración con empresas exteriores.

La materialización efectiva del tema, prevista para el período 2005-2009, requiere de nuevos desarrollos tecnológicos como:

- a) *Nuevos materiales de baja fricción y elevada resistencia al desgaste.*
- b) *Nuevos materiales para aplicaciones a alta temperatura.*
- c) *Nuevos desarrollos en los sistemas de combustión (diseño de cámaras, inyección, etc.).*
- d) *Reducción del número de componentes y del peso (motor, partes móviles).*
- e) *Tecnologías de reducción de emisión de gases.*

### X.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL ENTORNO.

En el presente capítulo se consideran aquellos temas que estando entre los diez más relevantes del estudio por su Índice Grado de Importancia poseen, además, un elevado impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno.

Los cuatro temas de este conjunto, relevantes por su impacto en la calidad de vida y el entorno (figura 5.1), se caracterizan por abordar un único objetivo básico, irrenunciable para la actividad del

sector, como es la **seguridad**; y en consecuencia, relegan a un segundo plano por su menor nivel de importancia otros posibles objetivos de interés como la contaminación marina, etc. Así, los susodichos temas priorizan la seguridad tanto en la navegación mediante el empleo de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo y de prevención de las colisiones, como de forma más general, en la fabricación minimizando el factor humano y en la explotación mediante la simulación y predicción de escenarios de accidente.

Figura 5.1.



Los párrafos siguientes analizan uno a uno y ordenados por su fecha de materialización estos cuatro temas.

## X.5.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Índice Grado Importancia
12	Uso práctico de sistemas de prevención de la colisión de barcos mediante avances en las tecnologías de detección y tecnologías de inteligencia artificial	66%	3,58

## X.5.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 12: Uso práctico de sistemas de prevención de la colisión de barcos mediante avances en las tecnologías de detección y tecnologías de inteligencia artificial.**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Colaboración Empresas Exteriores
2	2	2	2	57%	39%

La evolución en el transporte marítimo hacia buques de alta velocidad, ya atisbable en el transporte de viajeros, y en cierta medida también el desarrollo de conceptos novedosos de buques totalmente automatizados, plantea nuevos desafíos para la navegación segura de los barcos y, en particular, exige la utilización de sistemas de prevención de colisión de los mismos.

La detección e identificación precoz de todo tipo de objetos que puedan interferir en la trayectoria del buque será una premisa necesaria para maniobrar con la antelación suficiente en espacios de tiempo cada vez más cortos debido al incremento de velocidad previsto. Las tecnologías de inteligencia artificial junto con los sistemas de reacción automática que actúan sobre la propulsión y los timones aumentarán la seguridad en

la navegación contribuyendo a la reducción del error humano en las operaciones. No obstante, para su aplicación se deberán superar las reticencias que generan dichos sistemas en medios profesionales habituados a actuar personalmente.

En opinión de los expertos, España posee comparada con otros países una posición desfavorable en todos los aspectos, por lo que se recomienda la colaboración con empresas exteriores al objeto de superar las limitaciones tecnológicas que constituyen el obstáculo principal para la materialización del tema.

Para el desarrollo y aplicación de sistemas inteligentes de prevención de la colisión que redunden

en un aumento de la seguridad marítima, será preciso avanzar en las tecnologías siguientes:

a) *Desarrollo de tecnologías avanzadas de detección de objetos menores para barcos*

b) *Desarrollo de sistemas inteligentes de actuación automática sobre la propulsión y maniobra del buque para llevarlo a condiciones de navegación segura.*

### X.5.2. Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
28	Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos, apropiadas a su tamaño y funcionalidad, basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente.	64%	3,74
11	Uso práctico de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo para la navegación segura y eficiente de barcos y embarcaciones rápidas en aguas congestionadas.	63%	3,61
29	Amplio uso en construcción naval de robots para trabajos peligrosos o en condiciones extremas, asegurando la seguridad del trabajador	48%	3,74

#### X.5.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

**Tema 28:** **Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos, apropiadas a su tamaño y funcionalidad, basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Cooperación industria-centros I+D
3	3	3	2	51%	30%

La seguridad de una planta industrial es un aspecto fundamental de la tecnología organizativa, productiva y de gestión de la misma, por cuanto su tratamiento eficaz requiere de rigurosos análisis de los sistemas operativos, incrementados en su complejidad por la incidencia de los numerosos actos inseguros debidos a la actuación personal. Ahora bien, si esto es así en una instalación fija en tierra, en una instalación flotante, como es un buque, sometido a una infinita variedad de factores externos que afectan a su comportamiento, la situación se vuelve mucho más delicada y compleja.

Por lo tanto, la única manera de afrontar los peligros y consecuencias atribuibles a los fallos de las instalaciones y los actos inseguros de las personas, es a través de operativos complejos y fiables análisis, basados en la definición de los posibles escenarios operativos y su peligro potencial, a través de técnicas de predicción y sistemas de simulación, todo ello unido al desarrollo de las técnicas y sistemas de carácter productivo y preventivo que actúen sobre el riesgo en su fase más incipiente, antes de que su desarrollo se transforme en un accidente.

En relación con este tema se observa que, en opinión de los expertos, España posee una capacidad superior a la de los países de su entorno en todos los aspectos salvo en el de comercialización. La principal limitación apreciada por los mismos es de tipo económico y las medidas más recomendadas son la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos, seguida de cerca por los estímulos económico/fiscales de la administración

El amplio uso de las citadas medidas de seguridad que conlleva la materialización de este tema, tercero en importancia de la consulta realizada, demanda el desarrollo de las siguientes técnicas y/o tecnologías:

- a) F.S.A. (*Formal Safety Assessment*).
- b) *Desarrollo de técnicas de predicción de escenarios de accidentes*
  - *Modelización de los fenómenos físicos que generan el accidente, su detección y combate*
  - *Modelización del comportamiento humano.*
  - *Modelos de evacuación, asistencia y rescate.*
- c) *Desarrollo y aplicación de nuevos materiales con elevada resistencia al fuego y baja emisividad y toxicidad de humos.*
- d) *Proyectos basados en simulación y realidad virtual.*
- e) *Tecnologías de detección y alarma. Desarrollo de sensores.*
- f) *Desarrollo de bases de datos de buques y artefactos marítimos<sup>(\*)</sup> que a escala mundial incorporen datos de seguridad, accidentes, inspección, etc.*
- g) *Desarrollo de tecnologías para la gestión global de la seguridad.*
- h) *Ergonomía.*

### Tema 11: Uso práctico de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo para la navegación segura y eficiente de barcos y embarcaciones rápidas en aguas congestionadas

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Colaboración Empresas Exteriores
2	2	2	2	53%	40%

(\*)La creación de una base de datos mundial de buques ayudaría enormemente a evaluar el riesgo cierto de cada operación, mucho más ligada de lo que parece al buque en concreto y a su operador. Aunque dicha base está en desarrollo (MOU: Memorandum of Understanding, de París y acuerdos posteriores), las dificultades que encuentra su aplicación sugieren un mayor énfasis en su desarrollo.

El constante incremento del tráfico en determinados puertos y corredores marinos junto a la también creciente velocidad de cierto tipo de barcos, como son los ferrys de transporte de pasajeros, exige la utilización de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo que regulen el movimiento de los buques en toda condición, aumentando la seguridad de los mismos.

Algunas de las tecnologías necesarias para la aplicación de estos sistemas inteligentes ya están en mayor o menor grado desarrolladas en la actualidad, como los sistemas de comunicación y de localización e identificación de navíos. Sin embargo, aspectos tan importantes como el *desarrollo legislativo* y la *armonización normativa* que facilite la maniobrabilidad de buques sin intervención humana, podrían frenar la puesta en práctica de los desarrollos tecnológicos realizados a pesar de que puedan probar su viabilidad técnica.

La posición de España al respecto es claramente inferior a la media de los países de su entorno en todas las capacidades consultadas. Paradójicamente, la principal limitación vista por la población de expertos encuestados no es de tipo

legislativo/normativo sino claramente tecnológica, ante lo que se recomienda principalmente la colaboración con empresas extranjeras.

Algunas tecnologías importantes a impulsar para la materialización del tema son:

- a) *Desarrollo de tecnologías de inteligencia artificial aplicadas al control de tráfico marítimo*
- b) *Desarrollo de herramientas de análisis y planificación del tráfico en vías navegables*
- c) *Desarrollo de herramientas de simulación de tráfico marítimo*
- d) *Desarrollo de sistemas y redes de comunicación avanzadas*
- e) *Desarrollo de sistemas avanzados de control/ guiado automático (sin intervención humana) para buques y navíos*
- f) *Desarrollo legislativo y armonización normativa*

#### **Tema 29: Amplio uso en construcción naval de robots para trabajos peligrosos o en condiciones extremas, asegurando la seguridad del trabajador**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros I+D
2	2	2	2	51%	39%

La incorporación de robots a la construcción naval puede considerarse como lenta y las aplicaciones desarrolladas se centran básicamente en la construcción de productos intermedios o subconjuntos estructurales más o menos sencillos.

Una de los principales inconvenientes para la automatización de diversas actividades específicas de la construcción y reparación de buques es precisamente la complicada geometría tanto en formas como en dificultad de acceso y movimiento, lo que siempre ha dificultado la incorpo-

ración de robots en la realización de trabajos que, bien por su peligro o por las condiciones extremas en las que se realizan, son una amenaza evidente para los operarios que los realizan.

Así, por ejemplo, el trabajo en los tanques de lastre y en zonas confinadas de los buques, especialmente en el caso de buques pequeños, es muy penoso para los trabajadores y representa riesgos altos en comparación con otras actividades. Teniendo en cuenta la exigencia de terminación de dichas zonas en aras de un mantenimiento mínimo en servicio, el trabajo debe realizarse, además, con elevada calidad. El desarrollo de robots que puedan realizar este tipo de trabajos supondría un gran avance para la construcción naval, aunque las dificultades para su realización son muy elevadas considerando los problemas asociados de movimiento, accesibilidad a zonas en pared y techos, etc., y de orientación y posicionamiento de los mismos.

Aunque la incorporación de robots a la fase de fabricación va creciendo, los expertos opinan que en la actualidad España posee una posición inferior a la de los países de su entorno en todas las capacidades consultadas. Las respuestas proporcionadas han considerado que la principal

limitación es de tipo tecnológico, si bien son muy importantes las limitaciones económicas que quedan en segundo lugar. La medida más recomendada para la materialización del tema es la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos.

Entre las tecnologías de interés cuyo desarrollo facilitaría la aplicación en construcción naval de robots para trabajos peligrosos se citan las siguientes:

- a) *Desarrollo de robots autónomos para soldadura / pintura / preparación de superficies:*
- *Sistemas inteligentes de visión artificial.*
  - *Movilidad en estructura de buques: Tecnologías de guiado/control con capacidad para adaptarse a superficies verticales.*
  - *Desarrollo de técnicas de posicionamiento preciso en entornos de construcción naval*
  - *Desarrollo de sistemas inteligentes de control del proceso.*
  - *Desarrollo de tecnologías de transmisión de datos en jaulas de Faraday.*

## X.6.IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

Prácticamente todos los temas propuestos en el estudio han sido considerados como de muy bajo impacto sobre el empleo y en ningún caso se supera al impacto que el tema pueda tener sobre el desarrollo industrial.

Los dos temas que se citan a continuación son los de mayor impacto sobre el empleo, y pertenecen al grupo de los diez temas relevantes tratados en los dos capítulos anteriores, por lo que no se insistirá en el análisis de los mismos. El primero de ellos, tema 6, tiene una incidencia

negativa sobre el empleo, si bien a largo plazo el avance tecnológico inducido puede generar nuevo empleo de mayor cualificación. El segundo tema (27) también podría tener una incidencia inicialmente negativa al dispersar internacionalmente partes de la fabricación del buque. No obstante, el cambio de escenario que ello implica así como las ganancias conseguidas al poder acceder a la fabricación de buques contratados en otros países requieren de un análisis más profundo para concluir sobre su impacto en el empleo.

### X.6.1.Materialización 1999-2004

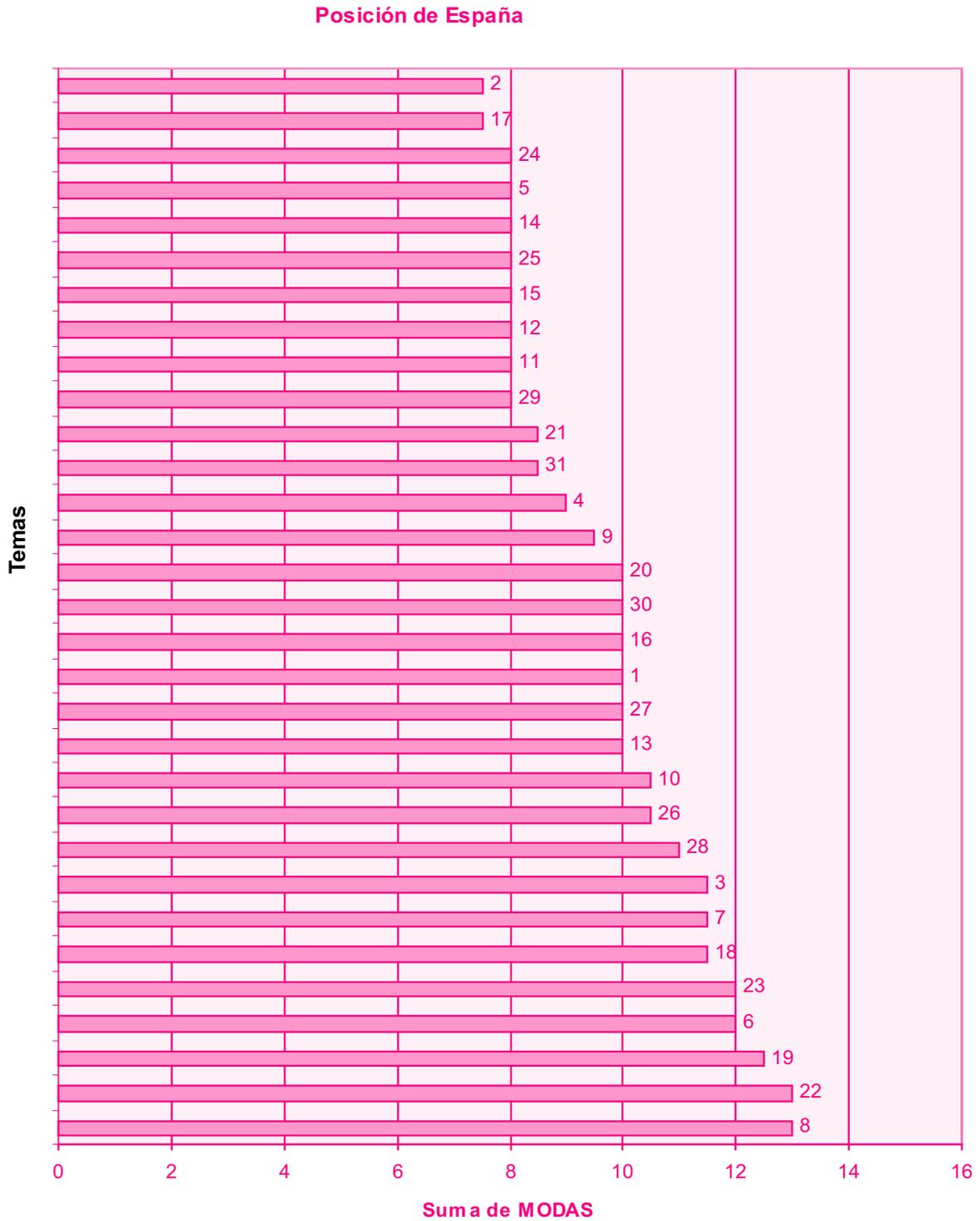
Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Indice Grado Importancia
6	Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como base de datos diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual.	30%	3,9

### X.6.2.Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Indice Grado Importancia
27	Amplio uso en construcción naval de sistemas de diseño y fabricación descentralizados (mediante la distribución funcional a lo largo de diferentes líneas de clientes, proveedores y fabricantes)basados en la internacionalización y la conexión en red.	35%	3,68

**X.7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE**

Figura 7.1.



La figura 7.1 muestra, ordenados de menor a mayor, el Índice de Posición obtenido por los temas del estudio. Este índice IP se obtiene mediante la suma de las modas de las respuestas obtenidas por las capacidades científico-tecnológica, de innovación, de producción y de comercialización, que configuran la variable 'Posición de España respecto de otros países'. El índice IP permite interpretar de una forma rápida la posición global de nuestro país en cada uno de los temas y en el conjunto de todos ellos considerando que:

IP ∈ [4-6]: Posición muy desfavorable.

IP ∈ [7-9]: Posición desfavorable.

IP = 10: Posición media.

IP ∈ [11-13]: Posición favorable.

IP ∈ [14-16]: Posición muy favorable.

La tabla siguiente cita los temas en los que España tiene una posición favorable con respecto a los países de su entorno.

### Temas en los que el Índice de Posición es igual o superior a 11:

Nº Tema	Tema	Índice de posición	Fecha de materialización
3	Desarrollo de navíos rápidos de unas 500 toneladas de peso muerto, enteramente contruidos de nuevos materiales no-férreos para reducir peso.	11,5	1999-2004
6	Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como bases de datos de diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual.	12	1999-2004
7	Desarrollo de una técnica de simulación fluidodinámica de barcos que elimina la necesidad de ensayos de canal en el desarrollo de sistemas de propulsión y en el diseño de formas de casco.	11,5	2005-2009
8	Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante avances tecnológicos en el desarrollo de la hélice y el diseño de la forma/superficie del casco.	13	2005-2009
18	El uso práctico de nuevas infraestructuras (p. ej. : puertos flotantes) o de procedimientos/instalaciones más efectivas de manipulación de carga (o ambas) reducen un 30% el coste de la interfaz barco/puerto.	11,5	2005-2009
19	Uso práctico de nuevas infraestructuras flotantes (p. ej.: hoteles, aeropuertos, plantas de generación eléctricas, instalaciones deportivas, plantas desalinizadoras, etc.).	12,5	2005-2009
22	Desarrollo de transporte de agua dulce en grandes cantidades (>1.000.000 de Tm).	13	2005-2009
23	Uso práctico de buques con impacto ecológico nulo.	12	2005-2009
28	Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos, apropiadas a su tamaño y funcionalidad, basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente.	11	2005-2009

Independientemente de la importancia concedida a cada uno de estos temas, de ellos se desprenden algunas de las actividades o disciplinas propias del sector que podrían considerarse como fortalezas del mismo a tenor de la mayor confianza que proporcionan a los expertos consultados sobre las capacidades disponibles para su materialización.

El desarrollo de conceptos novedosos de buques de alto nivel tecnológico (temas 3, 22 y 23); la modernización de los medios productivos, su

automatización y el desarrollo de sistemas CIM (tema 6); las tecnologías y conocimientos, tanto teóricos como experimentales, para el desarrollo de los sistemas de propulsión (hélices) y del diseño de formas de casco (temas 7 y 8); la reducción de costes de la interfaz barco/puerto (tema 18); las medidas de seguridad basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente (tema 28); y la explotación de nuevas infraestructuras flotantes (tema 19) completan los temas en los que la posición de España respecto de otros países resulta favorable.

## X.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente *Estudio de Prospectiva Tecnológica Industrial del Sector Naval* ha movilizado a un importante colectivo de expertos pertenecientes a todos los ámbitos de la actividad sectorial, interrogándolos mediante la aplicación de un cuestionario de tipo Delphi sobre un total de 31 temas prospectivos de indudable interés para el futuro del sector.

Las encuestas conseguidas constituyen una muestra representativa de la población de expertos del sector y, corresponden principalmente a expertos varones de entre 40 y 60 años de edad, con experiencia industrial en más de la mitad de los casos, y con un elevado nivel de conocimiento en al menos 4 ó 5 de los temas tratados mas unos buenos conocimientos de prácticamente la mitad de la temática del cuestionario.

Las respuestas proporcionadas por esta población de expertos califican a los temas con un grado de importancia alto en un 44% de los casos y consideran que éstos actúan sobre todo como tractores del desarrollo industrial. La fecha prevista para la materialización de los temas corresponde en la mitad de los casos al período 2005-2009.

El valor medio obtenido para la posición de España comparada con los países de su entorno es ligeramente inferior a la media supuesta de la posición de los mismos en cuanto a capacidad científico-tecnológica, de innovación y de comercialización; y sólo es superior a la media de éstos en cuanto a capacidad de producción. A pesar de todo, hay nueve temas en los que España posee en relación con los países de su entorno una posición global favorable (IP<sup>3</sup> 11).

En fin, los expertos señalan como principal limitación las de naturaleza tecnológica seguidas de las limitaciones de tipo económico; y recomiendan la cooperación entre industria y cen-

tros de investigación y tecnológicos en un tercio de los casos, seguido de la colaboración con empresas exteriores y de los estímulos económico/fiscales de la Administración.

Los temas más relevantes del estudio proporcionan una visión compartida de las principales fuerzas que guiarán los desarrollos del sector. Su análisis permite desvelar los objetivos básicos implícitos en los mismos, así como desgranar las principales tecnologías críticas cuyo desarrollo facilitará la consecución de los logros previstos y que ya han sido descritas en anteriores capítulos.

La materialización de estos temas refleja esencialmente la existencia de tres objetivos fundamentales (figura 8.1). El primero y más valorado, persigue la **eficiencia en la fabricación** de los buques, mejorando la productividad y la competitividad de la construcción naval mediante el uso de sistemas CIM (Tema 6) y la descentralización de los sistemas de diseño y fabricación (Tema 27), como medio de subsistencia en los mercados futuros.

El segundo objetivo abarca la **eficiencia en la explotación** mediante la mejora de las prestaciones de los buques debido a una mayor eficiencia propulsiva (Temas 8 y 9), y mediante la reducción de los tiempos de parada gracias tanto a la mayor eficacia de los procesos propios de la interfaz barco/puerto (Tema 18), como al menor número de paradas por mantenimiento (Tema 13).

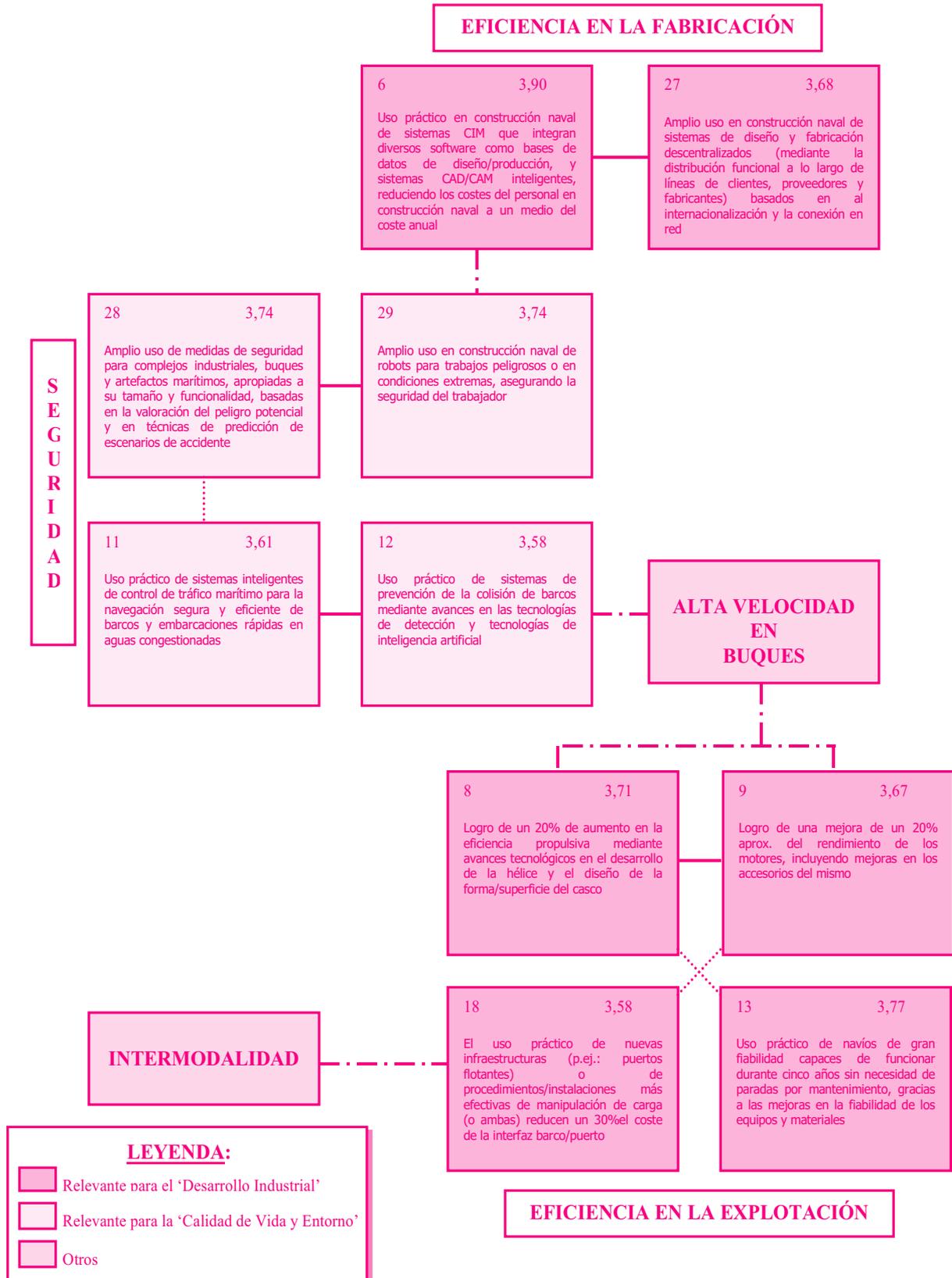
El tercer objetivo aborda la **seguridad** como propósito irrenunciable de la actividad del sector, asumiendo mejoras tanto en la navegación mediante el empleo de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo (Tema 11) y de prevención de colisiones (Tema12), como en la

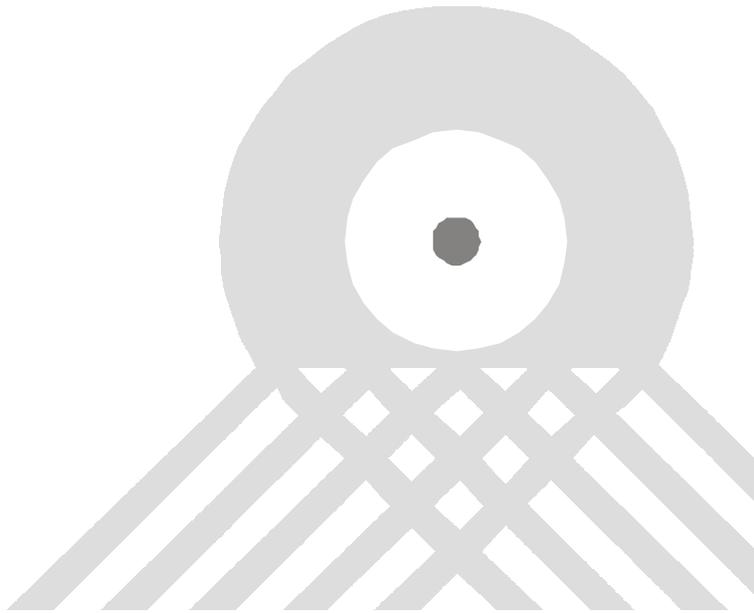
fabricación minimizando el factor humano (Tema 29) o en la explotación a través de la simulación y la predicción de escenarios de accidente (Tema 28).

Por último, a fin de completar la visión generada con los diez temas más relevantes del estudio, el Panel de Expertos consideró necesario incluir la **intermodalidad** y la **alta velocidad en bu-**

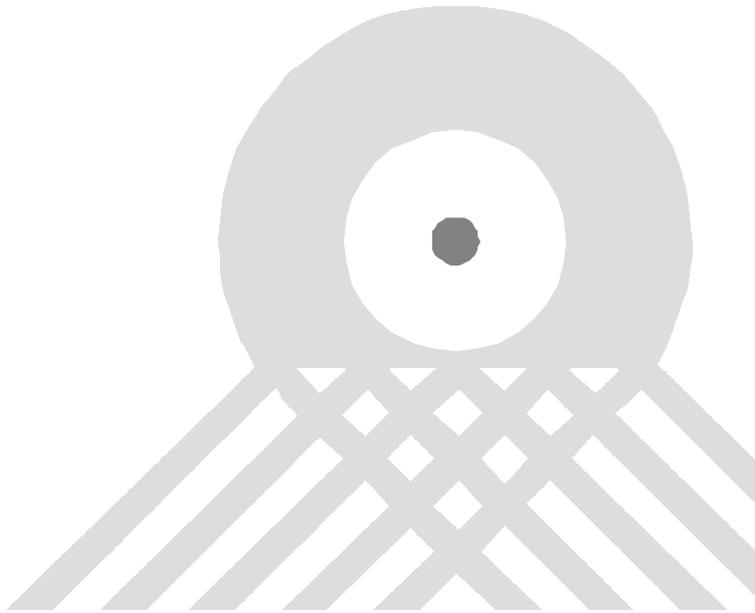
**ques** (figura 8.1) por entender que se trata de temas de indudable interés para los desarrollos futuros del sector. Además, la intermodalidad que implícitamente ya está tratada en el tema 18, constituye un objetivo básico dentro de la estrategia global del transporte; mientras que los temas 8, 9 y 12 adquieren un mayor sentido al quedar relacionados con el objetivo de la alta velocidad en buques.

Figura 8.1.: Estructura de los temas más relevantes del estudio





*Parte Tercera*  
**CONCLUSIONES GENERALES  
Y CONSIDERACIONES  
FINALES**



## CONCLUSIONES GENERALES.

1. Los resultados globales de las encuestas DELPHI realizadas arrojan un índice de respuestas cercano al 33%, lo que puede considerarse altamente satisfactorio si se compara con los resultados obtenidos en otros países al abordar sus propios estudios de prospectiva científica y tecnológica. Este amplio efecto de movilización, que constituye en sí mismo un objetivo expreso de estas operaciones, parece indicar la receptividad de los colectivos consultados hacia el planteamiento claramente industrial del estudio español.
2. Entre los consultados predomina fuertemente el perfil de varón, entre 40 y 49 años de edad, de procedencia mayoritariamente industrial (aunque existe una apreciable cantidad de opiniones de origen académico-científico y, en menor medida, de la Administración. Se desprende de aquí que la gran masa de las opiniones procesadas corresponde a una considerable experiencia profesional real. Igualmente se deduce una insuficiente presencia femenina en los escalones profesionales en que se localiza la capacidad de decisión en materia tecnológica e industrial.
3. El grado de importancia de cada tema, medido aplicando el índice definido en el lugar correspondiente, se sitúa para una gran mayoría de los temas en valores altos, lo que confirma que en opinión del colectivo consultado las hipótesis establecidas son válidas y corresponden a la percepción que dicho colectivo tiene de las líneas de evolución de la tecnología industrial.
4. En relación con la fecha de materialización de las hipótesis o temas, se manifiesta una significativa agrupación en el intervalo 2004-2008, es decir, en un plazo de cinco a nueve años. De acuerdo con esto, se configurarían escenarios a medio/largo plazo, adecuados para la definición de estrategias.
5. El impacto de las hipótesis contempladas sobre el desarrollo industrial es sensiblemente mayor que el que tienen sobre la calidad de vida y el entorno, y mucho mayor que sobre el empleo. No obstante, conviene tener en cuenta que en muchas ocasiones el impacto sobre desarrollo industrial conlleva una natural incidencia en el empleo que se da por supuesta a la hora de cumplimentar el cuestionario, quedando implícita.
6. La posición de España en relación con otros países aparece como intermedia en la gran mayoría de los temas, y para los cuatro aspectos considerados: capacidad científica-tecnológica, capacidad de innovación, capacidad de producción y capacidad de comercialización. Puede ser interesante observar que en varios de los temas la capacidad científica-tecnológica aparece valorada como más alta (medio-alta) que las otras. Es importante resaltarlo ya que entre las opiniones recogidas predominan fuertemente las de origen industrial. En al-

gunos casos se detecta incluso una peor posición relativa en comercialización que en innovación y producción.

Destaca una posición favorable en algunas tecnologías concretas, como pulvimetalurgia, desarrollo de software, algunas alimentarias (microfiltración, productos IV gama, cocción al vacío), innovación en diseño, energía eólica, fotovoltaica y solar térmica, etc.

7. Respecto a las limitaciones se perciben abrumadoramente como las dominantes las de carácter tecnológico y económico. En algún caso aparecen limitaciones normativas y legales (relacionadas en general con aspectos medioambientales) y sociales (relacionadas con el despegue de la industria de contenidos digitales).
8. Entre las medidas adecuadas para facilitar el desarrollo tecnológico industrial en

los escenarios que se perfilan coincide como la más importante en todos los casos la colaboración entre las empresas industriales y los centros de I+D, tanto de carácter público como privado. Le sigue de cerca el apoyo de la Administración. Ambas son coherentes con la identificación como más críticas de las limitaciones tecnológicas y económicas. También se enfatiza la conveniencia de colaborar con empresas exteriores (especialmente en transporte aeronáutico e industria de contenidos digitales), y medidas de difusión (industria de contenidos digitales y energías renovables).

9. Del análisis de los estudios sectoriales se desprende la especial importancia de diversas líneas de evolución tecnológica, siempre desde el punto de vista industrial. Se mencionan algunas de ellas a continuación, a título de ejemplo y sin ánimo exhaustivo.

Estudio	Líneas Tecnológicas
Tecnologías de conservación de alimentos	<p>Productos IV gama: incrementar los conocimientos y la comprensión de la influencia de factores extrínsecos e intrínsecos en la optimización de la tecnología (modelización).</p> <p>Microfiltración: desarrollo de nuevas membranas con mayor selectividad y duración.</p> <p>Cocción al vacío: adaptación a los nuevos hábitos del consumidor.</p> <p>Desarrollo de métodos rápidos de análisis y control.</p> <p>Superación de las limitaciones sociales y legislativas al uso de tecnologías que implican modificaciones genéticas en los organismos (mejora conocimientos, mejora información).</p>
Energías renovables	<p>Materiales lignocelulósicos para la producción de etanol o sus derivados.</p> <p>Gasificación de la biomasa para producción de electricidad.</p> <p>Parques eólicos con sistemas de acumulación avanzados conectados a red.</p> <p>Aerogeneradores con potencia del orden de 1MW.</p> <p>Módulos fotovoltaicos de lámina delgada con rendimiento superior al 15%.</p> <p>Sistemas de concentración fotovoltaica.</p> <p>Centrales solares tipo torre en configuración híbrida.</p> <p>Sistemas automáticos de control remoto de centrales minihidráulicas.</p>

Estudio	Líneas Tecnológicas
Gestión y tratamiento de residuos industriales	<p>Reducción en origen.</p> <p>Minimización.</p> <p>Tecnologías limpias.</p> <p>Reciclado o valorización de residuos industriales.</p> <p>Destrucción/eliminación de residuos y efluentes con el mínimo impacto ambiental.</p> <p>Desarrollo y aplicación de sistemas de gestión medioambiental.</p> <p>Desarrollo de métodos y ensayos de evaluación del impacto ambiental de residuos y productos reciclados.</p>
Química fina	<p>Explotación de patentes caducadas.</p> <p>Simplificación y automatización de procesos.</p> <p>Caracterización exhaustiva de las propiedades de los principios activos.</p> <p>Biotecnología, electrólisis y fotoquímica en productos.</p> <p>Sustitución/eliminación de disolventes orgánicos y metales pesados en los procesos de síntesis.</p> <p>Estudios de toxicología in vitro.</p>
Industrias de contenidos digitales	<p>Redes de banda ancha interactivas.</p> <p>Internet a alta velocidad.</p> <p>Disponibilidad de redes de telecomunicaciones ATM.</p> <p>Generalización de plataformas Java.</p> <p>Extensión de intranets y extranets.</p> <p>Encriptación.</p> <p>Firma digital.</p> <p>Expansión de aplicaciones en el ámbito doméstico.</p> <p>Disco Digital Versátil (DVD).</p>
Transporte aeronáutico	<p>Desarrollo de grandes aviones.</p> <p>Materiales compuestos.</p> <p>Materiales para altas temperaturas.</p> <p>Tecnologías de diseño y modelización.</p> <p>Tecnologías no destructivas de diagnóstico de vida residual.</p> <p>Sistemas de gestión de tráfico aéreo.</p> <p>Integración de sistemas electrónicos de mayores prestaciones y de comunicaciones móviles y vía satélite.</p>

Estudios	Líneas Tecnológicas
Nuevas tecnologías de fabricación de piezas metálicas	<p>Desarrollo y aplicación del mecanizado de alta velocidad.</p> <p>Ampliación del campo de aplicación de la sinterización metálica.</p> <p>Incremento del consumo de acero de alta resistencia y nuevos materiales y desarrollo y optimización del proceso de embutición.</p> <p>Desarrollo de nuevas técnicas de forja de precisión.</p> <p>Incremento de la aplicación de tratamientos superficiales para la prolongación de la vida de piezas y utillajes.</p> <p>Incremento de la aplicación de la fundición ADI.</p> <p>Aplicación generalizada del láser en procesos de escala industrial.</p>
Tecnologías de diseño	<p>Metodologías estandarizadas de diseño específicas de cada sector.</p> <p>Sistemas CAD con conexión directa a equipos de producción.</p> <p>Incorporación de simuladores a sistemas CAD.</p> <p>Desarrollo de productos CAD/CAM específicos para sectores, frente al software de propósito general.</p>

## CONSIDERACIONES FINALES.

Al ser este el primer ejercicio de prospectiva realizado en el seno del Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial, se ha considerado de gran interés realizar un análisis de todo el proceso, de tal manera que se puedan extraer una serie de lecciones aprendidas que permitan mejorar los siguientes ejercicios.

Bajo este criterio, se exponen a continuación algunas reflexiones sobre diferentes aspectos relacionados con los ejercicios realizados durante 1998.

### Sobre la metodología.

La metodología Delphi se ha validado, como en el resto de los países en los que se ha utilizado, como una herramienta altamente eficaz para ordenar los temas de futuro en función de una serie de criterios, conforme a las opiniones expresadas por los expertos.

Es preciso resaltar también que, pese a la novedad que supone en nuestro país la utilización de esta metodología, el índice de respuesta ha sido altamente satisfactorio y plenamente equiparable y hasta superior al obtenido en otros países tales como Alemania o Gran Bretaña. Este hecho puede considerarse un éxito de este ejercicio que estimula a conseguir mayores índices de participación en los próximos estudios que se realicen. Para ello, es preciso profundizar en la difusión de la cultura de la prospectiva y de los resultados de los estudios entre los responsables del diseño de políticas tecnológicas, tanto del sector público como del privado.

Por otra parte, los Paneles de Expertos que han colaborado en la realización de los estudios han constituido otro de los elementos fundamentales dentro de todo el proceso. Estos Paneles han jugado un papel fundamental como elemento de soporte en el proceso de definición de los temas del cuestionario Delphi, eje clave de este tipo de estudios, y el posterior análisis de los resultados.

Finalmente y respecto a la metodología, hay que destacar una vez más el importante efecto movilizador que supone este tipo de estudios, tanto

en la fase de ejecución, como en la posterior difusión de los resultados obtenidos.

### **Sobre el cuestionario.**

Como ya se ha comentado, el factor de éxito principal de este tipo de estudios de prospectiva es la correcta elección de los temas que se someten a la opinión de los expertos consultados a través del cuestionario. En este punto, hay que señalar la necesidad de limitar el número de temas de cada cuestionario, al objeto de facilitar su cumplimentación. Por ello, en los próximos estudios se debe establecer un número máximo de temas por cuestionario.

En relación con la cabecera de variables, es preciso resaltar que el número de las mismas lleva consigo que el cuestionario resulte complejo de cumplimentar. En este sentido debe pensarse si es posible simplificarlo, prescindiendo del alguna variable. Se debe evaluar la posibilidad de preguntar sobre el «Nivel de Conocimiento» para el conjunto de cuestionario o por área temática, en lugar de por cada uno de los temas.

Asimismo, se realizarán ligeras modificaciones en relación con alguna de las variables, básicamente a la forma de valorar la Posición de España, así como ligeros cambios respecto a las Medidas Recomendadas.

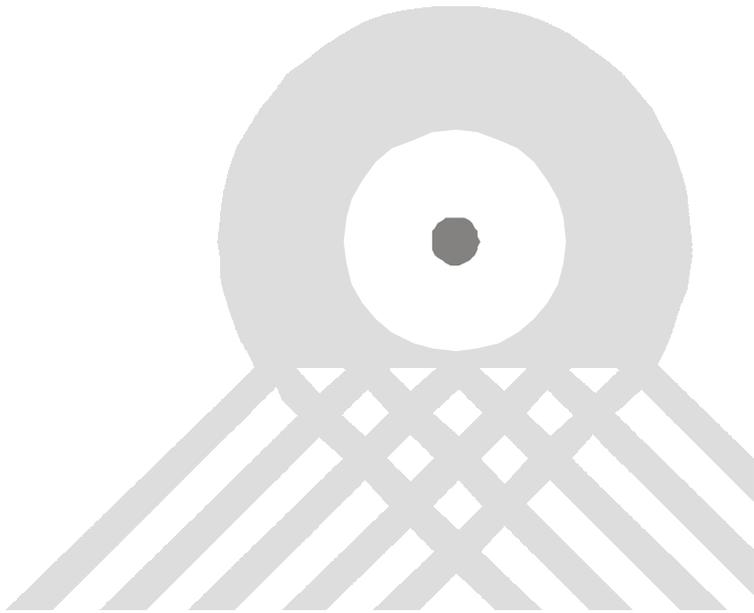
### **Sobre el proceso de ejecución.**

La experiencia práctica ha demostrado que el trabajo de campo necesario para la recogida y tratamiento de la información constituye una tarea muy laboriosa y relativamente larga. Asimismo, se ha comprobado que el seguimiento personal de los consultados da mejores resultados de respuesta que el mero seguimiento telefónico. Esto, evidentemente, hace más complejo y costoso el proceso. Por otra parte, se han producido problemas en relación con el envío y recepción por correo de los cuestionarios.

### **Sobre el tratamiento de la información.**

Otro de los aspectos laboriosos del trabajo lo constituye el procesamiento de la información, además de los posibles errores que genera el hacerlo de forma manual. En este sentido, debe valorarse para próximos ejercicios la conveniencia de subcontratar una empresa externa que realice el trabajo de introducir y tratar los datos conforme a las especificaciones de OPTI.

Finalmente, el establecimiento de diferentes selecciones de temas en función de distintos criterios puede provocar reiteraciones y complicar la interpretación de los resultados. En este sentido, se debe reflexionar y fijar el criterio de selección de los temas principales desde el principio del estudio.





**ANEXOS**



***ANEXO I:***  
**PANELES DE EXPERTOS**

**PANEL DE EXPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE “LA BIOTECNOLOGÍA APLICADA AL SECTOR ALIMENTARIO”**

- Esteban Alcalde  
(NOVARTIS SEEDS, S.A.)
- Jose Lorenzo Garcia Ferriz  
(COTEVISA)
- Javier Romero Carrillos  
(FRUDESA S.A)
- Jose Pons Raga  
(EXTRACTOS NATRA, S.L.)
- Marta Roldán Medina  
(CSIC. Red de Servicios Programas Europeos)
- Francisco Estruch Ros  
(Universidad de Valencia. Dpto. Bioquímica y Biología Molecular)
- Daniel Ramón Vidal  
(Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA). Dpto. Biotecnología de los Alimentos)
- Luis Navarro Lucas  
(Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Dpto. Protección Vegetal y Biotecnología)
- Milagros Mateos  
(Instituto Tecnológico Agroalimentario (AINIA). Dpto. Biotecnología)
- David Tomás  
(Instituto Tecnológico Agroalimentario (AINIA). Laboratorio de Bioensayos)

**PANEL DE EXPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE “TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO Y MATERIALES COMPUESTOS”**

- Manuel Bertomeu  
(Gerente del Departamento de Ingeniería de Envase y Embalaje HENKEL IBERICA, S.A.)
- Jose Miguel Beltrán  
(Director Técnico, DU PONT IBERICA, SA)
- Javier Castany  
(Director del Centro Tecnológico TIIP y Director del Departamento de Ingeniería Mecánica del Centro Politécnico Superior, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA)
- Javier Escobal  
(Director de la Unidad de Materiales del Centro Tecnológico GAIKER)

- Juan Luís Ortega  
(Director de Ingeniería de Paneles, Bandejas y Plásticos, Grupo ANTOLÍN IRAUSA)
- Antoni Martínez Benasat  
(Director del CENTRE CATALÀ DEL PLÀSTIC y Catedrático de Materiales, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA)
- Andrés Rubio  
(Director de la División de Automoción de INASMET)
- Andreu Sancho  
(Director Técnico del Laboratorio de Ensayos de la Fundació ASCAMM)
- Genís de Tera  
(Gerente de ILPEA, S.A.)
- Angel Valea  
(Catedrático de Ingeniería Química y Medio Ambiente de la Escuela Ingeniería Técnica de Bilbao UPV/EHU)
- Antonio Vergara  
(Gerente de Operaciones de PLASTICOS MONDRAGÓN, S.A.)

**PANEL DE ESPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE «TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE CONVERSIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES»**

- Javier Ballester  
(Mecánica de Fluidos - LITEC, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza)
- Angel Chamero  
(MINER)
- Carlos García Barquero  
(IDAE)
- Jesús García Martín  
(IBERDROLA)
- Luis Salvador Martínez  
(ETSI Industriales. Universidad de Sevilla)

- Juan Emilio Menéndez Pérez  
(ENDESA)
- Ignacio Méndez Vigo  
(ELCOGAS, S.A.)
- Aurelio Moreno Aguilera  
(ENAGAS- Gas Natural)
- Rafael Navazo Rivero  
(FOSTER WHEELER IBERICA, División de Energía)
- José Juan Pis Martínez  
(Instituto Nacional del Carbón)
- Javier Soria Ruiz  
(Instituto de Catálisis y Petroquímica. CSIC)
- José Manuel Trejo Menayo  
(I+D Catálisis, REPSOL S.A.)
- Antonio Valero Capilla  
(FUNDACIÓN CIRCE, Universidad de Zaragoza)
- Antonio Yunquera Chinchilla  
(CEPSA)
- Pedro García Ybarra  
(Departamento Combustibles Fósiles. CIEMAT)
- Juan Otero  
(Departamento Combustibles Fósiles. CIEMAT)
- Fernando Alegría Felices  
(OCI. CIEMAT)

**PANEL DE EXPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA INDUSTRIAL SOBRE “ÁREAS DE APLICACIÓN DE LOS EQUIPOS MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGÍAS CONCURRENTES”**

- Pedro Sadurní  
(PLASTOQUÍMICA)

- Juan José González Vallejo  
(ZABAL – GARBI)

- Xabier Garmendia  
(DPA)

- Antonio Nieto Civicos  
(SERCOBE)

- Eduardo Fernández  
(MINER)

- Alfonso Alcalá Galiano  
(HPD)

- José Manuel Navarro  
(RECASA)

- Begoña Busturia  
(LEIA)

- Rafael Sagarduy  
(IDOM)

**PANEL DE EXPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE “QUÍMICA BÁSICA ORGÁNICA: PRIMERAS MATERIAS PLÁSTICAS”**

- Antoni Borrell Valls  
(Director Supply Chain Management Project Europe BASF ESPAÑOLA, S.A)

- Antonio Aguado Rodríguez  
(Coordinador de I+D BAYER HISPANIA, S.A)

- Jordi Foguet Olives  
(Jefe departamento Ingeniería, Mantenimiento y Medio ambiente CATALANA DE POLÍMEROS (GRUPO SEDA))

- Pedro Miró Roig  
(Director tecnología COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE PETRÓLEOS, S.A (CEPSA))

- Enrique de las Alas Pumariño  
(Relaciones Internacionales y Comunicación (FEIQUE))

- Juan José Navas Cano  
(Director General FEIQUE)

- Carlos López-Cacicedo  
(Director General Tecnología REPSOL QUÍMICA, S.A)

- Francisco Fernández Sibon  
(Director I+D Química REPSOL QUÍMICA, S.A)

**PANEL DE EXPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE “QUÍMICA: AGROQUÍMICA”**

- Luis Roy Parages  
(Director general AEPLA)

- Santiago Campañá Bosch  
(Presidente AEFISA)

- Francisco Pascual Pastor  
(Director Técnico LABORATORIOS SIRGA, S.A.)

- Vicente Costa Seglar  
(Director de Producción y Logística BAYER HISPANIA, S.A)

- Arturo Marín Calatayud  
(Jefe de Producción BAYER HISPANIA, S.A.)

**PANEL DE EXPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE “LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN Y LA EMERGENTE ECONOMÍA DIGITAL**

- Jacobo Álvarez  
(VIAJES IBERIA)
- Rodolfo Carpintier  
(COMMERCENET ESPAÑOL)
- Javier Carreras  
(NETSCAPE)
- Ramon Coll  
(BANC de SABADELL)
- Juan Carlos Llorente  
(MICROSOFT)
- Jordi Masias  
(CÀMARA DE COMERCIO de BARCELONA)
- Lluís Sánchez Rissech  
(IBM – International Business Machines)
- Pol Santacana  
(INSTITUTO CATALÁN DE TECNOLOGÍA (ICT))
- David Suñol  
(CAP Gemini)
- Carles Ticó  
(PRICEWIN)
- Agustín Ulied  
(ESADE)

**PANEL DE EXPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE “SECTORES TRADICIONALES: TECNOLOGÍAS DE LA AUTOMATIZACIÓN»**

- Manuel Sánchez de la Asunción  
(AIMME)
- José Marín  
(OFIURA S.L.)

- Andrés Vicente Blasco  
(BLASCO CABEZUELO)
- Francisco Negre  
(ITACA)
- Domingo Llorens  
(ITC)
- Jaime Bort  
(FERROENAMEL)
- Faustino Salas Pérez  
(INESCOP)
- Alberto Fernández Barrutia  
(GRUPP INTERNACIONAL S.A.)
- Jesus García Francés  
(CALZADOS BOREAL S.L.)
- Ignacio Mira  
(AIJU)
- Javier Pastor  
(COLOMA Y PASTOR S.A.)
- Valentín Bravo  
(FAMOSA)
- Pedro Palau  
(INDUSTRIAL JUGUETERA S.A)
- Benjamin Martí  
(AIDIMA)
- Joaquín Ferrores  
(VIMSA)
- Felix Lafuente  
(PERMASA)
- Javier Muñoz  
(AITEK)
- Ruben Pérez Llorens  
(U.P.V.)

**PANEL DE EXPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE EL “SECTOR TRANSPORTE: FERROCARRIL”**

- Felix Ramos Mora  
(Director General SEPSA)
- Tomás Lucendo De Lucas  
Director de Material de Alta Velocidad AVE (RENFE)
- Juan Carlos Lorenzo Villanueva  
(Director del Área Trenes y Locomotoras SIEMENS, S.A. División Transporte)
- M<sup>a</sup> Nieves Sáez Barrenechea  
(Directora de Ingeniería Material Rodante ADTRANZ)
- Jesús M<sup>a</sup>. Guerra Aguirrezabala  
(Jefe de Oficina Técnica C.A.F.)
- Luis Archilla Aldeanueva  
(Subdirector Oficina Técnica PATENTES TALGO, S.A.)
- Manuel Rodríguez Suárez  
(Director Ingeniería y Procesos RENFE - MIT)

**PANEL DE EXPERTOS DEL ESTUDIO DE PROSPECTIVA SOBRE EL “SECTOR TRANSPORTE: NAVAL”**

- José Luis Cerezo  
(Secretario Técnico GERENCIA DEL SECTOR NAVAL)
- Antonio Sánchez-Jáuregui Martínez  
(GERENCIA DEL SECTOR NAVAL)
- Antonio Pérez De Lucas  
(Director I+D E.N. BAZAN)
- Andrés Molina Martí  
(Director Factoría Unión Naval Valencia)
- José Antonio Zarzosa  
(ASTILLEROS ESPAÑOLES)
- José Fernando Núñez Basáñez  
(Director E.T.S. de Ing. Navales)
- Manuel García Gordillo  
(Director General AEDIMAR)
- Miguel Moreno Moreno  
(PYMAR)
- Pedro Gómez Juarros  
(SENER)
- Manuel Carlier De Lavalley  
(Director General ANAVE)



***ANEXO II:  
CUESTIONARIOS DELPHI***

***SECTOR  
AGROALIMENTARIO***

## Estudios Sectoriales de Prospectiva: Sector Agroalimentario La biotecnología aplicada al sector agroalimentario

Tema	Creado de importancia	Impacto sobre (Elegir máximo 2)	Fecha de materialización	Posición de España respecto de otros países (Valor de 1 a 4*)	Limitaciones (Elegir como máximo 2)	Medidas recomendadas (Elegir como máximo 2)																		
							Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	Desarrollo industrial	Calidad de vida y entorno	Empleo	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Capacidad de innovación	Capacidad de producción	Capacidad de comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas/normativas
Tema 1																								
Tema 2																								
Tema 3																								
Tema 4																								
Tema 5																								
Tema 6																								
Tema 7																								
Tema 8																								
Tema 9																								
Tema 10																								
Tema 11																								
Tema 12																								

**Enzimas**

**Tema 1** Incremento del número de enzimas con características específicas (termoestables, mayor velocidad reacción, etc.) utilizadas en la industria agroalimentaria, mejorando los procesos de producción y/o el producto final.

**Tema 2** Creación de nuevos productos (panaderías, cárnicos, quesos, etc.) de larga duración que conserven sus características organolépticas a partir de la utilización de levaduras modificadas genéticamente capaces de expresar enzimas (amiloilíticas, lipolíticas, proteolíticas, lipasas, etc.) diferentes de los actuales.

**Tema 3** Aplicaciones innovadoras de sustancias naturales con acción oxidante en la conservación de alimentos elaborados y en el aumento de la vida de alimentos frescos (vegetales), sustituyendo a los actuales tratamientos post-cosecha.

**Tema 4** Determinación de las relaciones existentes entre secuencias de aminoácidos, estructura tridimensional y funciones en diferentes proteínas (enzimas) de uso industrial.

**Tema 5** Desarrollo de nuevos catalizadores basados en el conocimiento de las propiedades de las proteínas en función de su estructura tridimensional con mejores características que las enzimas actuales.

**Tema 6** Determinación de las estructuras tridimensionales de enzimas termoestables provenientes de bacterias termoestables y diseño de nuevas enzimas termoestables aplicables a la industria agroalimentaria.

**Tema 7** Desarrollo de sistemas de modificación que permitan adaptar "a priori", los efectos de distintas combinaciones enzimáticas en el producto final.

**Tema 8** Los procesos de producción de alimentos tradicionales que implican reacciones enzimáticas (productos cárnicos curados, quesos, vinos, etc.) serán controlados y conocidos en profundidad, lo que aumentará la velocidad del proceso y la calidad final de los productos.

**Tema 9** Utilización habitual de modelos matemáticos para evaluar la producción de metabolitos a partir de microorganismos (vg: levaduras) recombinantes.

**Tema 10** Se conocerán con exactitud los diferentes parámetros físico-químicos que determinan la calidad de distintos productos alimenticios (quesos, vinos, etc.), lo que permitirá diseñar procesos y fermentos específicos a las necesidades de cada uno de ellos.

**Tema 11** Uso generalizado de alimentos funcionales que ayuden a la prevención de enfermedades según los diferentes grupos de consumidores (vg: leche hipocalórica destinada a lactantes alérgicos a la leche, productos diluidos a diabéticos, etc.).

**Tema 12** Determinación de las relaciones entre los metabolitos de los alimentos y la predisposición genética a ciertas enfermedades permite el diseño de nuevos productos adaptados a consumidores específicos.





## Estudios Sectoriales de Prospectiva: Sector Agroalimentario La biotecnología aplicada al sector agroalimentario

Código de importancia	Impacto sobre (Según número 2)		Fecha de materialización				Posición de España respecto de otros países (Tabla de 1 a 4)			Limitaciones (Elegir como máximo 3)				Medidas recomendadas (Elegir como máximo 5)														
	No	Bajo	Medio	Alto	Intermedio	Desarrollo industrial	Calidad de vida y entorno	Empleó	Hasta el 2014	Del 2015 al 2019	Del 2020 al 2024	Después del 2024	Capacidad científica y tecnológica	Capacidad de producción	Capacidad de comercialización	Políticas	Tecnológicas	Legislativas/normativas	Económicas	Medioambientales	Cooperación industria-instituciones de investigación y desarrollo de servicios	Cooperación entre centros de investigación y tecnológicos de empresas y universidades	Colaboración con empresas extranjeras	Creación de spin-offs de la administración				
Tema 35	24	27	43	7	43	68	7	23	31	21	23	3	2	2	2	2	2	21	28	15	34	0	13	6	38	25	21	
Tema 36																												
Tema 37	78	15	9	0	40	84	6	37	29	15	15	5	3	2	2	2	2	83	4	34	3	5	13	10	23	25	28	
Tema 38	74	15	9	2	26	67	7	31	48	10	12	7	2	2	2	2	2	88	4	27	3	7	13	12	22	22	38	
Tema 39	27	68	9	14	38	68	3	12	33	28	17	12	2	2	2	2	2	33	34	16	21	2	7	15	48	21	15	
Tema 40	82	15	0	3	37	68	4	15	48	18	12	6	3	2	2	2	2	9	38	11	27	14	13	6	48	26	6	
Tema 40	79	12	9	0	35	68	10	14	42	14	10	0	2	2	2	1	1	5	44	9	30	12	12	10	60	29	0	
	88	30	9	3	49	43	8	28	43	18	9	2	2	2	2	2	2	21	33	19	23	4	14	14	41	19	11	
	<b>TOTAL:</b>																											

**Sociales**

Tema 35: por razones de costes de agua de acceso gratuito con menor frecuencia de gases de los microorganismos implicados en la producción agroalimentaria y en los procesos de conservación de alimentos.

Tema 36: Se exploran muchas de las limitaciones actuales para la generalización del consumo de alimentos modificados genéticamente, ante el beneficio que aportan estas tecnologías al permitir la reducción de plaguicidas, residuos de pesticidas, etc. en los alimentos.

Tema 37: Comprensión por parte del consumidor de las diferentes aplicaciones de la biotecnología (modificaciones genéticas, alimentos transgénicos, aplicación de nuevas enzimas en procesos industriales, etc) que permitan una adaptación en el consumo de los nuevos alimentos.

Tema 38: Ser más conscientes los consumidores tecnológicos de la percepción negativa en el consumidor (vegetales, carne, etc), y ser utilizados este conocimiento en el desarrollo de nuevos productos.

Tema 39: Una generalización de métodos de fermentación que permitan ser descomponidos en etapas más simples por medio de microorganismos, enzimas, etc. modificados genéticamente.

Tema 40: Desarrollo y producción de bioplásticos (a partir de microorganismos y plantas) que reducen la utilización de plásticos artificiales en un 10%.

***SECTORES  
BÁSICOS Y TRANSFORMADORES***

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sectores básicos y transformadores  
"Tecnologías de transformación de piezas de  
plástico y materiales compuestos"**

IGI	Nivel de Conocimiento		Grado de Importancia	Impacto sobre (según máximo 2)		Fecha Materialización				Posición de España respecto (Valores de 1 a 4)				Limitaciones (según máximo 2)				Medidas recomendadas (según máximo 2)											
	Año	Bajo		Desarrollo Industrial	Calidad de vida y entorno	Emplos	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2015	Ma y Ma del 2015	Nunca	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de innovación	Capacidad de producción	Capacidad de comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas/normativas	Económicas	Medioambientales	Colaboración con empresas extranjeras	Innovación de centros y tecnologías en empresas y sectores de I+D+i	Coposición I+D+i-centros I+D+i y tecnologías	Estudios económicos/sociales de la Administración	Otros apoyos de la Administración				
3,77	18	46	37	77	23	0	0	72	5	23	84	13	4	0	0	2	2	2	2	4	51	1	44	0	27	11	44	14	3
3,83	20	52	28	83	17	0	0	66	20	14	54	41	3	2	0	1	2	2	2	3	55	1	41	0	22	25	41	10	2
3,84	38	55	8	85	14	1	0	59	19	23	65	24	10	0	0	2	2	2	2	15	49	1	36	0	16	30	37	15	2
3,36	21	51	29	43	51	7	0	51	23	26	51	37	9	2	2	2	3	2	8	44	4	44	1	31	15	30	17	7	
3,52	16	49	35	61	30	9	0	44	42	14	25	62	11	2	0	2	3	3	11	32	29	14	14	12	21	34	18	15	
3,69	28	57	15	71	28	1	0	57	32	12	34	53	12	1	0	3	3	2	6	45	12	27	10	30	19	39	7	5	
3,55	12	26	62	55	45	0	0	39	59	2	34	55	10	0	0	2	2	2	9	49	29	2	11	22	19	41	9	9	
3,40	10	24	65	60	23	13	3	44	50	6	3	45	28	24	0	1	1	1	4	56	0	27	13	20	22	38	14	6	
3,17	8	32	59	45	34	14	7	40	48	13	17	41	31	3	7	2	2	1	5	56	9	19	12	17	17	42	15	8	
3,41	19	57	23	42	56	2	0	77	15	8	40	53	4	4	0	2	3	3	0	62	4	32	1	28	19	42	9	2	
3,50	11	35	53	57	37	7	0	76	3	22	44	48	7	0	0	2	2	2	3	61	3	31	3	27	24	41	6	2	
3,43	20	52	28	53	36	10	0	72	17	11	22	54	20	3	0	1	2	3	0	60	1	37	2	21	25	40	12	2	

**1** Implantación de las técnicas de Rapid Prototyping y Rapid Tooling como núcleo, mediante el desarrollo de software y sistemas de prototipo de piezas con materiales de prestaciones similares a los definitivos.

**2** El desarrollo y mejora del software de diseño y simulación permitirá detectar potencialmente fallos en la transformación, analizar el ciclo de vida completo, evaluar el coste total del producto (incluyendo ensamblaje y acabado) y eliminar la necesidad de realizar prototipos, al permitir estudiar el comportamiento de la pieza en condiciones reales.

**3** Aumento de la fiabilidad en los procesos productivos, con una calidad final con cero defectos, debido a una elevada capacidad de involucración de todas las partes en la definición del producto y a la creación de una metodología de acabado en el diseño.

**4** Personalización de productos, una vez finalizada la época de las grandes series como paradigma de producción.

**5** Incorporación avanzada de los materiales plásticos y compuestos a la ingeniería civil (construcción de estructuras, casas prefabricadas para colportados, etc.).

**6** El uso de los plásticos de altas prestaciones, ya utilizados en las áreas de transporte como la espaldas de los coches de competición, se irá extendiendo al transporte diario con el desarrollo de plásticos para carrocerías de automoción y otras aplicaciones industriales.

**7** Una gran parte de los materiales utilizados en biomedicina serán plásticos debido al incremento en las aplicaciones (tanto componentes de alta tecnología como productos sencillos de bajo coste).

**8** Exploración de nuevos materiales primarios, diferentes a los derivados del petróleo y de la catenómica, como fuente de suministro para la fabricación de materiales plásticos y compuestos.

**9** Adaptación tecnológica para la transformación de sistemas con relativamente elevados porcentajes de materiales de origen natural, fundamentalmente fibras naturales.

**10** Desarrollo de nuevos métodos de registro, prestaciones y procesos de transformación que permitan reforzar con fibras largas, con aumento considerable de las propiedades mecánicas a largo plazo.

**11** Desarrollo y aplicación de los compuestos 3D.

**12** Nuevas generaciones de materiales plásticos con elevada resistencia térmica (> 400 °C) provocando cambios en los procesos y equipos de transformación.

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sectores básicos y transformadores  
"Tecnologías de transformación de piezas de  
plástico y materiales compuestos"**

IGI	Nivel de Conocimiento			Grado de Importancia	Impacto sobre (véase número 2)	Fecha Materialización					Posición de España respecto otros países (Valores de 1 a 4)	Limitaciones (véase número 2)					Medidas recomendadas (véase número 2)												
	Alto	Medio	Bajo			Alto	Medio	Bajo	Medio	Bajo		Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo							
3,52	13	51	36	58	37	6	0	64	28	8	37	51	6	6	0	2	2	2	3	1	63	4	28	3	21	28	37	10	3
3,33	10	25	65	38	57	5	0	45	52	3	27	50	23	0	0	2	1	2	3	3	54	9	29	6	12	27	44	12	5
3,49	11	37	52	57	34	9	0	56	38	5	18	38	35	9	0	2	2	2	2	4	52	7	33	4	23	23	38	13	3
3,18	3	30	67	36	50	9	5	64	29	7	5	38	33	24	0	2	2	1	1	0	59	3	38	0	21	23	41	10	5
3,49	13	58	30	53	44	4	0	67	17	17	60	30	8	2	0	2	2	3	2	2	48	5	37	8	30	19	38	11	2
3,58	17	48	35	60	38	2	0	45	49	6	47	47	6	0	0	3	3	3	3	1	45	19	21	13	18	18	39	16	8
3,11	13	38	48	37	43	14	6	43	57	0	38	38	21	0	3	2	2	2	2	2	52	12	26	8	18	18	41	13	11
3,44	7	35	58	48	48	4	0	43	57	0	33	54	8	4	0	2	2	2	3	10	54	13	21	3	28	20	33	15	4
3,20	11	26	62	40	40	20	0	77	19	4	25	45	30	0	0	2	2	2	2	0	71	0	18	11	15	18	50	12	6
3,55	21	49	31	60	34	6	0	65	31	4	34	54	10	0	2	2	2	2	3	1	58	9	25	7	22	19	44	14	1
3,67	26	41	33	72	22	6	0	44	53	3	55	34	11	0	0	2	2	3	3	1	45	15	30	8	21	14	41	16	8
3,77	24	51	25	82	13	5	0	67	7	28	39	59	2	0	0	2	2	3	2	0	51	2	47	0	24	18	36	18	4
3,40	33	52	15	54	37	4	4	56	3	41	33	47	11	0	9	3	3	3	3	3	18	37	3	41	0	8	30	23	9

13 Desarrollo de plásticos conductores térmicos y eléctricos fáciles de procesar y con las propiedades mecánicas adecuadas.

14 Desarrollo de nuevos polímeros celulares y procesos de transformación con la desaparición de los espumas químicos actuales (tipo azo, etc.)

15 Utilización generalizada de materiales estructurados y con propiedades específicas: nanomateriales, copolímeros a medida, plásticos luminosos, isotérmicos, microestructuras de polímeros, materiales funcionalizados, ferromagnéticos, foto(bio)degradables, con estructuras dendríticas, con altos grados de transparencia y brillo, etc.

16 Generalización de los materiales inteligentes (smart-materials), capaces de adaptarse a necesidades concretas durante o tras su transformación.

17 Desarrollo de materiales híbridos (plástico-metal) y su tecnología de transformación

18 Optimización de nuevos materiales y tecnologías para envases múltiples y barrera cuyo uso se extienda a otros campos además del alimentario, como son el emvasado de productos químicos, insecticidas y depósitos de suministro de combustible.

19 Sustitución de estructuras barrera multimatériau por monomaterial en envases y embalajes.

20 Desarrollo de materiales para emase activo que permitan aumentar el tiempo de vida útil de los productos que contienen.

21 Se desarrollarán sistemas alternativos de curado.

22 Desarrollo de nuevos aditivos para termoplásticos que no tengan influencia en las propiedades de los mismos: colorantes, compatibilizantes (entre resinas), agentes de emulsaje (fibra-resina), filtros UV, así como aditivos que aceleren la cristalización.

23 La mejora continua de aditivos a bajo coste y con mayor conciencia medioambiental obligará a modificar formulaciones y procesos: frigoríficos libres de halógenos; sustitución de pigmentos, lubricantes y otros aditivos (bocoides, fungicidas, etc.) en base a metales medios y pesados por colorantes y opacificantes (tipo partículas loop, etc.)

24 La utilización de nuevos materiales y conceptos en los procesos de mecanizado reducirá el tiempo de fabricación de los moldes.

25 Los moldes/mecanicos convencionales se reconstruirán en talleres especializados en la construcción de moldes de inyección.

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sectores básicos y transformadores  
"Tecnologías de transformación de piezas de  
plástico y materiales compuestos**

IGI	Índice de Grado de Importancia		Índice de Grado de Importancia	Impacto sobre (véase rubro 2)		Fecha Materialización				Posición de España respecto otros países (Valores de 1 a 4)	Limitaciones (véase rubro 2)				Medidas recomendadas (véase rubro 2)															
	Alto	Bajo		Alto	Bajo	Alto	Bajo	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009		Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de innovación	Capacidad de producción	Capacidad de comercialización	Capacidad de innovación	Capacidad de producción	Capacidad de comercialización	Capacidad de comercialización									
26	Alto	3,63	39	23	65	33	2	0	65	13	21	39	53	9	0	0	2	2	2	3	1	54	0	45	0	35	15	23	25	2
	Bajo	3,53	18	52	30	60	34	4	2	68	8	24	50	46	4	0	0	3	3	3	1	57	1	41	0	22	22	34	18	3
27	Alto	3,37	15	33	52	54	31	11	3	71	9	20	37	43	11	3	6	2	2	2	24	33	10	33	0	34	8	38	15	6
	Bajo	3,48	21	41	38	52	43	5	0	81	6	13	44	53	2	0	0	2	2	2	2	49	2	48	0	35	12	41	12	0
28	Alto	3,63	22	52	26	70	23	7	0	82	4	14	34	53	12	0	0	2	2	2	1	53	0	46	0	27	18	40	15	1
	Bajo	3,59	21	51	29	69	23	6	2	69	11	20	57	36	5	0	2	3	3	2	3	51	0	46	0	27	21	33	17	2
29	Alto	3,57	18	54	29	64	29	7	0	71	14	15	35	55	11	0	0	2	2	2	1	57	0	42	0	22	19	40	17	1
	Bajo	3,54	15	51	34	59	37	4	0	70	6	24	38	56	7	0	0	2	2	2	61	0	37	0	27	21	33	18	1	
30	Alto	3,49	14	55	32	55	39	6	0	70	9	21	16	73	8	2	0	2	2	2	1	61	3	35	0	28	15	38	14	5
	Bajo	2,78	10	25	65	10	57	33	0	63	29	8	11	72	11	6	0	2	2	2	0	62	3	28	7	29	9	49	14	0
31	Alto	2,71	6	38	56	14	50	29	7	66	19	16	20	64	12	0	4	2	3	2	0	53	0	47	0	28	21	41	10	0
	Bajo	2,92	6	35	58	15	62	23	0	78	7	15	63	32	5	0	0	2	2	3	0	57	4	39	0	24	18	38	21	0
32	Alto	3,24	16	51	33	38	51	9	2	73	16	11	49	44	4	0	2	2	3	0	60	2	33	5	23	23	44	9	1	
	Bajo	3,24	16	51	33	38	51	9	2	73	16	11	49	44	4	0	2	2	3	0	60	2	33	5	23	23	44	9	1	

Cambios tecnológicos en las máquinas de inyección, como por ejemplo, máquinas con movimientos totalmente eléctricos de hasta 500 Tn, implementación de platos magnéticos en las prensas y nuevos diseños en huecos plásticos.

Desarrollo y aplicación de un software específico para mantenimiento predictivo, en máquinas y moldes, en sustitución del mantenimiento preventivo.

Hábitos acordados entre los diferentes fabricantes de maquinaria, y sus asociaciones profesionales como Euromap, etc., en una unificación del software de las distintas máquinas de transformación (por ejemplo de tipo Windows).

Utilización generalizada de sensores específicos de aplicación directa en útiles y moldes (Smart Tools).

Aplicación generalizada de sistemas de control inteligentes que permitan ajustar el proceso de fabricación automáticamente en cada inyección mediante el control de los parámetros de inyección a través de un molde sensorizado y medidas continuas de la viscosidad del material, lectura de variaciones de color en cada inyección, etc.

Aumento progresivo del uso de instrumentación de control de calidad puntual, de forma que se puedan validar los resultados directamente en el punto de fabricación con la obtención de datos de gran precisión.

Generalización de los métodos de control no destructivos a piezas terminadas y conjuntos en servicio (tecnologías de emisión acústica, rayos X, etc.)

Desarrollo de la tecnología de moldeo, así como el equipamiento y la capacidad de procesamiento avanzado, para producir microplacas con la precisión necesaria en grandes series.

Se desarrollan técnicas de fabricación para piezas con geometrías geométricas especiales (o tolerancias estrechas) y de piezas sometidas a sollicitaciones especiales (aerodinámico espacio, sector eléctrico de alto V.A. deportivo, etc.)

Sustitución del gas por otros tipos de fluidos, como la glicerina, o líquidos con poder refrigerante en la inyección asistida por gas.

Fabricación de piezas de plástico y material compuesto mediante la tecnología de núcleo perdido, empleando como material del núcleo productos de bajo punto de fusión y bajo coste, como por ejemplo hielo o arena.

Extensión de la tecnología por compresión, poliolefinas moladas, para la fabricación de piezas de alto rendimiento, por ejemplo la porcelana.

En la transformación de cuerpos huecos la inyección-aspirado desplaza a la extrusión.

Equipos convencionales para conseguir mejores grados de precisión en los acabados finales, alear los rendimientos de producción y mejorar las propiedades mecánicas.

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sectores básicos y transformadores  
"Tecnologías de transformación de piezas de  
plástico y materiales compuestos**

IGI	Nivel de Conocimiento		Grado de Importancia	Impacto sobre (mejor máximo 2)	Fecha Materialización				Posición de España respecto otros países (Valores de 1 a 4)	Limitaciones				Medidas recomendadas															
	Alto	Bajo			Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo		Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de producción	Capacidad de comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas/normativas	Económicas	Medioambientales	Colaboración con empresas extranjeras	Innovación de centros y tecnologías en empresas y sectores de formación	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos	Estímulos económicos/financieros de la Administración	Otros apoyos de la Administración			
3,35	13	42	45	44	47	9	0	77	5	18	50	41	9	0	0	2	2	2	3	2	69	0	29	0	19	42	19	2	
3,84	35	51	15	85	14	1	0	52	38	10	53	42	3	3	0	3	3	3	3	3	56	8	27	6	19	16	42	19	4
3,37	11	61	28	46	46	9	0	70	3	27	31	56	9	2	2	2	3	2	3	2	58	2	36	3	21	26	33	19	0
3,55	16	67	60	35	5	0	69	12	19	65	29	6	6	0	0	3	3	2	0	48	4	41	7	19	16	42	19	3	
3,55	23	61	16	58	39	3	0	67	13	20	65	29	6	6	0	2	3	2	1	59	0	36	4	30	18	40	11	2	
3,48	18	52	32	54	41	6	0	63	20	16	63	35	0	0	2	2	3	2	1	54	0	38	6	35	16	38	8	2	
3,47	15	39	46	56	39	3	3	76	18	7	62	38	0	0	0	2	2	2	0	58	0	40	2	30	16	39	12	4	
3,57	12	42	46	63	31	6	0	58	26	15	35	47	12	6	0	2	2	2	3	0	56	2	41	2	29	11	43	14	4
3,67	9	42	48	70	27	3	0	75	14	11	61	27	9	3	0	2	2	2	4	50	6	36	4	22	20	43	10	5	
3,64	13	49	39	71	24	2	2	55	38	8	43	45	10	0	3	2	2	3	0	48	2	34	16	26	15	40	16	3	

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sectores básicos y transformadores  
"Tecnologías de transformación de piezas de  
plástico y materiales compuestos**

IGI	Nivel de Conocimiento		Grado de Importancia			Impacto sobre (mejor resultado 2)		Fecha Materialización				Posición de España respecto otros países (Valores de 1 a 4)				Limitaciones (página número 2)					Medidas recomendadas (página número 2)																							
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Intervente	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Minos	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de innovación	Capacidad de producción	Capacidad de comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas/normativas	Económicas	Medioambientales	Colaboración con empresas externas	Incorporación de diseños y tecnologías en empresas y sectores de formación	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos	Estudios económicos/financieros de la Administración	Otros apoyos de la Administración																		
																											Alto	Medio	Bajo															
	Índice de Grado de Importancia																																											
49	3,78	19	53	28	81	17	2	0	54	40	6	51	43	4	2	0	3	2	3	3	0	47	11	28	13	24	19	32	21	3	3	3	3	0	47	11	28	13	24	19	32	21	3	
50	3,15	6	21	72	38	46	8	6	67	22	11	9	82	9	0	0	2	2	2	2	0	44	6	44	6	29	16	29	24	0	2	2	2	0	44	6	44	6	29	16	29	24	0	
51	2,83	6	18	76	17	58	17	8	63	31	6	40	50	10	0	0	3	3	3	3	0	57	7	36	0	5	21	47	21	5	2	2	2	0	57	7	36	0	5	21	47	21	5	
52	3,69	22	48	30	70	28	2	0	37	52	11	35	47	14	4	0	2	2	2	2	7	38	14	30	11	15	9	41	25	10	3	3	3	3	9	36	16	28	10	11	39	30	10	
53	3,78	21	56	22	78	22	0	0	33	55	12	44	48	8	0	0	3	3	3	3	9	36	16	28	10	11	39	30	10	3	3	3	3	9	36	16	28	10	11	39	30	10		
54	3,82	17	46	37	82	18	0	0	36	53	11	41	49	8	2	0	3	3	3	3	12	34	18	28	8	12	9	34	35	10	3	3	3	12	34	18	28	8	12	9	34	35	10	
55	3,66	19	53	28	71	25	2	2	36	53	10	45	45	9	0	0	2	3	3	3	10	28	22	32	7	12	7	35	34	12	3	3	3	10	28	22	32	7	12	7	35	34	12	
56	3,53	10	41	49	64	28	6	3	20	73	7	52	21	15	9	3	2	2	2	11	14	30	27	18	5	5	27	38	24	2	2	2	11	14	30	27	18	5	5	27	38	24		
57	3,72	20	57	23	72	28	0	0	60	13	27	45	42	12	2	0	2	2	3	2	30	24	6	37	3	23	10	32	26	9	2	2	3	2	30	24	6	37	3	23	10	32	26	9

Mejora de los sistemas de primado de plásticos: sustitución del disolvente de pinturas y barnices por agua, generalización del uso de paneles de infrarrojos catalíticos en sustitución de los hornos de secado convencionales y utilización de plásticos cargados para el primado mediante el sistema electrostático.

Desarrollo de instalaciones de apartillados magnéticos sobre productos plásticos adecuados a pequeñas y medianas empresas.

51 Aplicación y desarrollo de técnicas de factura.

52 Regeneración y revalorización de materiales reciclados gracias al desarrollo de estándares y materiales compuestos finalmente reciclables.

53 Gan desarrollo en la utilización de materiales recuperados con aplicaciones diferentes a los originales.

La evolución de las regulaciones sobre los residuos sólidos urbanos (RSU) obligará a utilizar material plástico reciclado en la fabricación de envases y embalajes lo que conllevará cambios sustanciales en los procesos: diseños de piezas afines a las características de los nuevos materiales; utilización de un único material en los envases de dos o más componentes; desarrollo de embalajes retornables; mayor flexibilidad y rigurosidad en la calidad del plástico reciclado.

Optimización y mejora de los procesos de marcaje, separación, lavado y reciclado de residuos plásticos post-consumo mediante la identificación en origen de los residuos y la automatización del proceso, para lo que previamente se redujera el número de tipos a utilizar.

Se prohibirá la licitación de residuos plásticos si con ello no se obtiene recuperación de energía.

Utilización extensiva de centros externos y colaboración/acción cada vez más estrecha entre empresas, incluyendo competidores, para el desarrollo de nuevas aplicaciones, que de esta forma serían demasiado complejas y/o costosas para una única empresa.

**Estudios Sectoriales de Prospección:  
 Sectores básicos y transformadores  
 "Tecnologías de transformación de piezas de  
 plástico y materiales compuestos"**

IGI	Nivel de Conocimiento		Grado de Importancia			Impacto sobre el sector		Fecha Materialización				Prestación de Ejes de acción respecto a las políticas (Millones de T\$)				Limitaciones					Medidas recomendadas							
	Nivel	Grado	Alta	Medio	Baja	Desarrollo Industrial	Calidad de vida y entorno	Otros	Hasta el 2014	Del 2015 al 2019	Del 2020 al 2024	Más allá del 2025	Nueva	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de inversión	Capacidad de producción	Capacidad de comercialización	Proveedores	Tecnologías	Legislación/Incentivos	Estructuras	Medioambientales	Colaboración con empresas extranjeras	Incorporación de científicos y tecnólogos en empresas y centros de formación	Cooperación mutual-empresas investigadoras y tecnológicas	Centros especializados de la industria	Otros ejes de la Administración	
3,70	52	35	74	22	4	0	55	21	24	01	30	2	7	0	2	2	2	2	34	15	29	22	0	12	7	37	32	12
3,67	22	61	17	72	23	5	0	72	6	22	71	28	2	0	3	3	3	6	39	1	63	1	24	19	30	25	3	
3,62	43	50	6	64	15	1	0	51	16	33	74	22	3	1	3	3	3	3	39	15	12	41	3	19	27	25	16	10
3,78	20	65	15	61	18	1	0	21	60	19	69	31	0	0	3	2	3	2	33	12	17	34	5	7	12	21	49	11
3,60	24	64	11	60	20	0	48	16	36	59	37	1	1	1	2	3	2	2	36	6	8	48	1	11	17	29	35	9
0,30	17	45	38	58	34	6	1	69	34	19	43	46	10	2	1	2	2	2	4	49	7	34	6	22	18	38	19	5

68 Formada de asociaciones públicas para el desarrollo de nuevas estrategias de aplicaciones, preparar a las empresas y su entorno de acuerdo con las normativas de la OEE y generación de información técnica y su difusión.

69 Desarrollo y aplicación de un software técnico de gestión, que permita disponer en todos los departamentos de los polímeros técnicos de un producto y gestionar la producción en planta.

60 La atención al cliente, sea éste quien fuera, incrementará su importancia por lo que la logística de distribución externa y la responsabilidad del producto serán aspectos prioritarios.

Se potenciarán los aspectos referentes a la Seguridad e Higiene Industrial mejorando las áreas de trabajo, adecuándose a las normativas y estándares e incrementando la calidad de vida de los trabajadores y la productividad.

Implementación de actividades de formación continua en el campo de los materiales plásticos y compuestos, logística industrial, diseño y calidad, mediante programas de formación de técnicos vinculados a las tecnologías experimentales plásticas.

***ENERGIA***

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Energía  
Tecnologías avanzadas de  
conversión de combustibles fósiles**

	Nivel de conocimiento	Grado de importancia			Impacto sobre (Elegir máximo 2)			Fecha de materialización				Posición de España respecto de otros países (Valorar de 1 a 4)				Limitaciones (Elegir máximo 2)				Medidas recomendadas (Elegir máximo 2)								
		Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	Desarrollo Industrial	Calidad de Vida y Entorno	Empleo	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de Innovación	Capacidad de Producción	Capacidad de Comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas/normativas	Económicas	Medioambientales	Colaboración con empresas exteriores	Incorporación de científicos y tecnólogos en empresas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos	Estímulos económicos/fiscales de la Administración	Otros apoyos de la Administración	
1	Cumplir la cuota de reducción de emisión de CO2	3,8	75	25	0	0	38	58	4	3,8	54	35	7,7	0	3	2	2	2	7	35	8	46	3	9	5,9	28	42	21
2	El precio del barril de petróleo se duplica sobre el actual	4	100	0	0	0	53	21	26	29	33	4	25	8	2	2	1	1	13	24	3	61	0	14	17	29	31	12
3	El precio del barril de petróleo se reducirá el 50% sobre el actual	3,9	89	11	0	0	49	21	30	13	0	4	13	70	2	2	3	1	10	10	13	40	27	15	15	39	21	10
4	Las reservas de Crudo y Gas Natural conocidas cada día mayores, garantizan el actual "status * energético para las próximas décadas	3,7	72	28	0	0	51	32	17	20	15	24	32	10	2	2	3	2	2	33	2	42	22	25	17	29	24	6,3
5	El 50% de las órdenes para las nuevas plantas energéticas de carbón en la OECD requieren tecnologías de carbón limpias.	3,8	76	24	0	0	42	51	6	35	52	13	0	0	3	2	2	2	7	21	15	52	5	30	8	30	26	7,2
6	Utilización práctica de una técnica que permita almacenar o eliminar el dióxido de carbono producido por las centrales de combustibles fósiles de carbón.	3,2	50	27	17	7	37	61	2	3,2	10	39	29	19	3	2	2	1	0	48	2	48	2	19	15	38	25	2,5
7	Establecimiento y aplicación de normativas para el control de emisiones de materia particulada con tamaño inferior a 2,5 micras	3,3	34	56	9	0	28	72	0	9,4	66	25	0	0	3	3	2	2	0	36	21	43	0	21	15	35	21	9,3
8	Utilización generalizada de sistemas avanzados de Combustión de baja emisión de NOx (quemadores, otras medidas primarias en plantas de proceso y plantas generadoras.)	3,7	72	27	2	0	38	62	0	44	43	11	1,6	0	3	2	2	2	1	41	6	49	3	18	12	38	29	4,5
9	Utilización práctica de técnicas de desulfuración de combustibles fósiles, cada vez más sofisticadas (incluidas las biológicas (biodesulfuración).	3,8	78	20	2	0	41	57	2	15	63	19	3,7	0	3	2	2	2	0	42	6	52	0	18	15	43	18	5,8





**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Energía  
Tecnologías avanzadas de conversión  
de combustibles fósiles**

	Nivel de conocimiento				Grado de importancia				Impacto sobre		Fecha de materialización				Posición de España respecto de otros países				Limitaciones				Medidas recomendadas				
	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	Desarrollo industrial	Calidad de Vida y Entorno	Empleó	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de innovación	Capacidad de Producción	Capacidad de Comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas/normativas	Económicas	Medioambientales	Colaboración con empresas exteriores	Incorporación de científicos y tecnólogos en empresas	Cooperación industria-centros investigación y tecnológicos	Estímulos económicos/fiscales de la Administración	Otros apoyos de la Administración	
<b>29</b> Utilización de gas natural para refrigeración industrial y climatización.	3,4	41	53	6	0	50	42	8	82	6	6	0	6	3	3	3	0	30	9	57	4	33	3,7	22	26	17	
<b>30</b> Producción de combustibles líquidos a partir de gas natural	3,5	66	26	6	3	59	34	7	15	38	21	21	6	2	2	2	1	0	52	0	47	2	32	15	37	15	1,9
<b>31</b> Desarrollo de tratamiento de gas natural para su transformación en hidratos	3	40	20	40	0	63	38	0	0	20	60	0	0	2	1	2	2	0	50	0	50	0	40	10	40	10	0
<b>32</b> El desarrollo de mejores tecnologías para la licuefacción del gas natural reduce los costes en un 25%.	3,7	67	33	0	0	73	27	0	45	36	9	9,1	0	3	3	3	0	63	0	38	0	40	15	25	20	0	
<b>33</b> Generación eléctrica a escala industrial con centrales de pilas de combustible	3,8	84	16	0	0	50	45	5	3,1	22	41	34	0	2	2	1	1	2	49	0	47	2	33	13	33	18	3,8
<b>34</b> Primera utilización comercial de pilas de combustible para transporte y automoción	3,7	73	27	0	0	47	49	4	17	50	10	23	0	2	2	1	1	4	45	4	45	2	38	11	34	16	2,1
<b>35</b> Utilización generalizada de pilas de combustible en combinación con sistemas de cogeneración	3,7	79	14	7	0	51	47	2	0	39	32	29	0	2	2	2	2	46	4	48	0	30	13	36	18	4,2	



# ***MEDIO AMBIENTE INDUSTRIAL***





**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Medio Ambiente Industrial.  
Áreas de aplicación de los equipos  
medioambientales y tecnologías concurrentes**

Índice de Grado de Importancia	Nivel de Conocimiento		Grado de Importancia			Impacto sobre			Fecha de Materialización del Pronóstico				Posición de España respecto de otros países (Nota de 1 a 6) (0=lejísimos 2)			Limitaciones				Medidas recomendadas										
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Desarrollo Industrial	Calidad de vida y entorno	Emplojo	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2014	Medios del 2015	Nunca	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de Innovación	Capacidad de Producción	Capacidad de Conexión	Sociales	Tecnológicas	Laborativas / normativas	Boonómicas	Metodológicas	Colaboración con empresas externas	Impulsión de centros de trabajo e empresas y acciones de trabajo de	Investigación y desarrollo	Estudios económicos técnicos de la	Administración	Otros ejes de la Administración	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	0	10	0	0	0	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
29	3,75	19	81	0	75	27	0	20	71	9	0	56	36	8	0	3	2	3	3	0	3	28	67	3	5	0	10	53	55	
29	3,48	51	49	0	88	12	0	22	48	30	23	63	8	8	0	3	3	3	3	9	18	21	51	1	6	6	13	53	24	
30	3,40	28	73	0	53	45	3	0	62	27	11	5	78	15	3	0	2	2	2	2	24	29	4	37	6	19	4	30	34	13
31	3,74	58	42	0	82	13	3	3	32	60	9	8	42	39	5	5	3	2	3	2	3	14	38	42	3	3	6	15	48	28
32	3,37	37	63	0	37	63	0	0	58	34	8	8	66	21	5	0	3	2	3	2	5	49	5	38	3	15	6	30	36	13
33	3,90	27	73	0	24	61	15	0	40	42	19	6	75	13	6	0	3	3	3	2	13	7	38	38	4	2	4	21	47	26
34	3,32	24	76	0	36	60	4	0	34	60	6	16	52	24	8	0	3	2	3	2	0	50	8	43	0	10	12	37	27	15
35	3,13	38	63	0	21	71	8	0	36	64	0	9	18	59	14	0	2	2	2	2	2	42	9	44	2	12	7,1	36	36	9,5

**TEMAS**

- 29 Uso a gran escala de rotos separadores de aguas (pluviales, fectas e industriales) en las grandes ciudades.
- 29 Amplio uso de tecnologías para clasificación y separación de residuos sólidos urbanos (RSU), de gran a su reutilización.
- 30 Desarrollo de equipos e instalaciones de valorización energética de alto rendimiento.
- 31 Se le permite la eliminación (vertido) de aquellos residuos no valorizables.
- 32 Amplio uso de tecnologías de gestión y aprovechamiento energético de Residuos Orgánicos (industriales o agroalimentarios).
- 33 Existe mercado para las materias primas secundarias obtenidas a partir de residuos industriales en el sector de la construcción y obra civil.
- 34 Desarrollo de instrumentos de simulación capaces de determinar en tiempo real los flujos de contaminación potenciales, su evolución predecible y las consecuencias que se pueden derivar.
- 35 Uso predictivo de sistemas dinámicos (activos) de control y depuración de flujos que adapten sus prestaciones a requisitos variables sobre emisiones en función de la calidad de agua existente en cada momento.

***SECTOR QUÍMICO  
QUÍMICA BÁSICA ORGÁNICA  
PRIMERAS MATERIAS PLÁSTICAS***

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sector químico.**

**"Química básica orgánica y primeras materias plásticas "**

FECHA DE MATERIALIZACIÓN	Tª (Fecha de materialización)	D. INDUSTRIAL(%)	TA (Impacto sobre Desarrollo Industrial)	CALIDAD DE VIDA Y ENTORNO (%)	TA (Impacto sobre Calidad de Vida y el Entorno)	EMPLEO (%)	TA (Impacto sobre Empleo)	Unidades	Capacidad C y T	TA (Capacidad Científica y Tecnológica)	Capacidad Innov.	TA (Capacidad de Innovación)	Capacidad Prod.
P01 1999-2004, 2005-2009	7	53	9	4	9	43	9	Legislativas					
P02 1999-2004	7	57	7	13	7	30	7	Legislativas					
P03 1999-2004	7	48	17	7	17	43	17	Legislativas					
P04 1999-2004	13	57	35	17	35	28	35	Legislativas					
P05 1999-2004	4	43	9	6	9	51	9	Legislativas					
P06 1999-2004	7	46	13	10	13	44	13	Legislativas					
P07 2005-2009	2	59	11	17	11	24	11	Legislativas					
P08 2005-2009	4	9	13	73	13	18	13	Legislativas					
P09 2005-2009	2	54	13	6	13	40	13	Tecnológicas	2	15	2	15	3
P10 2005-2009	2	56	4	23	4	21	4	Tecnológicas	3	11	2	11	3
P11 1999-2004	0	63	7	29	7	8	7	Tecnológicas	2	11	2	11	2
P12 1999-2004	2	54	9	43	9	3	9	Tecnológicas	3	9	3	9	3
P13 2005-2009	2	59	17	9	17	32	17	Tecnológicas	2	15	2	15	2
P14 2005-2009	4	56	26	6	26	38	26	Tecnológicas	2	17	2	17	2
P15 1999-2004	0	62	11	23	11	16	11	Tecnológicas	2	16	2	16	3

Las Administraciones públicas españolas articulaban una Política de Estado que estimula la inversión de grandes corporaciones de Química Básica Orgánica en España (tramitación de permisos simplificada, estímulos fiscales, subvenciones, financiación pública de infraestructuras y equipos logísticos eficientes...), tal y como ya tienen otros Estados miembros de la Unión Europea.

La Administración articuló una política de apoyo y estímulo a la investigación en las empresas del sector, estable y a largo plazo, similar a la existente en otros Estados miembros de la Unión Europea.

La Administración articuló reconocimientos e incentivos que faciliten el trabajo de investigadores desde los centros de investigación/universidades, a las empresas, con el objetivo de incrementar la capacidad de innovación en las empresas del sector.

La Administración llevó a cabo el proceso de formalización de la RED TECNOLÓGICA ESPAÑOLA y la creación de MAPAS y CATALOGOS TECNOLÓGICOS, que recogen la oferta científica española que los centros de investigación y universidades poseen al servicio de las empresas del sector.

La Administración promovió la formalización de programas educativos (al nivel de FPPI) que proporcionen al "personal de planta", cualificaciones específicas para trabajar en entornos de producción altamente automatizados (Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC; Sistemas Integrados de Control/Calidad, Total Quality Management, TQM, Just in Time, JIT...)

La Administración promovió la formalización de programas educativos, al nivel técnico superior, que incluyan formación en Gestión (Management, Técnicas de Liderazgo, Gestión del Cambio Tecnológico, TIC, Matemáticas...)

El mercado energético (eléctricidad y gas natural) en España, estará plenamente liberalizado, estableciéndose nuevos operadores de gas y electricidad en...

La convergencia logística española en materia de medioambiente con la Unión Europea, será también una realidad en lo que se refiere al grado de aplicación de la ley.

La globalización del sector y el crecimiento continuado del mercado (5%), seguirán propiciando la duplicación de la capacidad productiva de las empresas cada diez años. Esto será cierto hasta...

La tendencia a la automatización total de los procesos productivos en las empresas del sector, provocará la integración de los Sistemas de Control y los Sistemas de Gestión.

Habrán mejoras evidentes en medios informáticos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos.

Con el fin de disminuir la incidencia de los elevados costes energéticos en la producción, se entenderá el uso de procesos eficientes energéticamente (cogeneración, ciclos energéticos cerrados...).

La inversión propia en I+D de las empresas se concentrará en proyectos de investigación aplicada, y al menos un 25% de la Investigación Básica provendrá de centros externos a las propias empresas (Universidades y Centros de Investigación de cualquier parte del mundo).

Las Pymes del sector de materias primas plásticas permanecerán en el mercado en la medida en que sean capaces de estimular la I+D para especializar o diferenciar su producción (plásticos modificados resistentes a UV, poliestirenos, materiales para prótesis), aplicaciones del mercado de los composites...

Las calidades de las producciones de Materias Primas Plásticas tenderán a adaptarse a las necesidades de los grandes consumidores y no habrá diferencias de calidad entre los distintos productores.

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sector químico.  
"Química básica orgánica y primeras materias plásticas "**

	TA (Capacidad de producción)	Capacidad Comercio	TA (Capacidad de comercialización)	Colab. Empresas	TA (Colab. Empresas)	Incorp. C y T	TA (Incorp. C y T)	Coop In Cl	TA (Coop In Cl)	Estim. Eco. Admon.	TA (Estim. Eco. Admon.)	Otros Admon.	TA (Otros Admon.)	
P01	Las Administraciones públicas españolas articularán una Política de Estado que estimule la inversión de grandes corporaciones de Química Básica Orgánica en España (transmisión de permisos simplificada, estímulos fiscales subvenciones, financiación pública de infraestructuras y soportes logísticos eficientes...), tal y como ya tienen otros Estados miembros de la Unión Europea.			19	13	4	13	17	13	40	13	20	13	
P02	La Administración articulará una política de apoyo y estímulo a la investigación en las empresas del sector, estable y a largo plazo, similar a la existente en otros Estados miembros de la Unión Europea.			7	9	25	9	36	9	28	9	4	9	
P03	La Administración articulará mecanismos e incentivos que faciliten el trabajo de investigadores desde los centros de investigación/universidades, a las empresas, con el objetivo de incrementar la capacidad de innovación en las empresas del sector.			1	11	35	11	37	11	24	11	3	11	
P04	La Administración liderará el proceso de formalización de la RED TECNOLÓGICA ESPAÑOLA y la creación de MAPAS y CATALOGOS TECNOLÓGICOS, que recojan la oferta científica española que los centros de investigación y universidades ponen al servicio de las empresas del sector.			11	26	6	26	45	26	17	26	21	26	
P05	La Administración promoverá la formalización de programas educativos (al nivel de FP II) que proporcionen al "personal de planta", cualificaciones específicas para trabajar en entornos de producción altamente automatizados ("Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC; Sistemas Integrados de Control/Gestión, Total Quality Management, TOM; Just in Time, JIT...)			9	11	6	11	19	11	31	11	34	11	
P06	La Administración promoverá la formalización de programas educativos, al nivel técnico superior, que incluyan formación en Gestión (Management, Técnicas de Liderazgo, Gestión del Cambio Tecnológico, TIC, Idiomas...)			11	13	11	13	19	13	27	13	31	13	
P07	El mercado energético (electricidad y gas natural) en España, estará plenamente liberalizado, estableciéndose nuevos operadores de gas y electricidad en...			27	20	0	20	2	20	29	20	42	20	
P08	La convergencia legislativa española en materia de medioambiente con la Unión Europea, será también una realidad en lo que se refiere al grado de aplicación de la ley.			8	15	6	15	13	15	48	15	24	15	
P09	La globalización del sector y el crecimiento continuado del mercado (5%), seguirán propiciando la duplicación de la capacidad productiva de las empresas cada diez años. Esto será cierto hasta...	15	3	15	45	9	15	12	15	27	15	6	15	
P10	La tendencia a la automatización total de los procesos productivos en las empresas del sector, provocará la integración de los Sistemas de Control y los Sistemas de Gestión.	15	2	17	41	9	25	9	16	9	9	9	9	
P11	Habrán mejores evidentes en modelos informáticos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos.	15	2	15	38	7	22	7	32	7	4	4	7	
P12	Con el fin de disminuir la incidencia de los elevados costes energéticos en la producción, se extenderá el uso de procesos eficientes energéticamente (cogeneración, ciclos energéticos cerrados...).	9	3	15	28	13	12	13	15	35	13	9	13	
P13	La inversión propia en I+D de las empresas se concentrará en proyectos de investigación aplicada, y al menos un 25% de la Investigación Básica procederá de centros externos a las propias empresas (Universidades y Centros de Investigación de cualquier parte del mundo).	22	2	22	11	7	26	7	45	7	17	7	7	
P14	Las PYMES del sector de materias primas plásticas permanecerán en el mercado en la medida en que sean capaces de estimular la I+D para especializar o diferenciar su producción (plásticos modificados resistentes a UV, colorantes, materiales para prótesis)	17	2	22	18	15	18	15	37	15	18	8	15	
P15	Las calidades de las producciones de Materias Primas Plásticas tenderán a adaptarse a las necesidades de los grandes consumidores y no habrá diferencias de calidad entre los distintos proveedores.	15	3	20	41	13	27	13	25	13	5	13	2	13

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sector químico.  
"Química básica orgánica y primeras materias plásticas "**

	Tª (Capacidad de producción)	Capacidad (Corte)	Tª (Capacidad de mantenimiento)	Casa Empresas	Tª (Cuentas Empresas)	Emp. C y T	Tª (Emp. C y T)	Coop. n. c)	Tª (Caj. n. c)	Emp. Ecu. Adm.	Tª (Cuent. Ecu. Adm.)	Emp. Adm.	Tª (Cuent. Adm.)
P16	El Control de Calidad en el laboratorio (análisis) se integrará operativamente en los procesos administrativos, reduciendo de esta forma costes.	13	2	20	26	7	25	7	7	7	7	7	7
P17	Se introducirán nuevas calificaciones en las plantas productoras para obtener ahorros en los procesos productivos (complejos, automatización, etc.).	9	2	17	23	0	21	0	4	4	0	0	6
P18	La aplicación de procesos biológicos será relevante en la innovación tecnológica de las empresas del sector.	24	2	28	26	11	23	11	42	11	8	11	11
P19	Los procesos de extracción y purificación con fluidos supercriticos se habrán implantado masivamente en...	15	2	36	29	18	22	42	22	9	22	2	22
P20	El papel de la electroquímica en las plantas industriales en este sector, tendrá relevancia en...	20	2	20	22	48	13	48	48	11	48	2	48
P21	El sector girará sobre una fuerte concentración empresarial, formándose grandes conglomerados (p.e. el polímero), sectores de mayor concentración, la introducción de nuevas tecnologías de este sector. El movimiento de los centros europeos (Proyecto de División entre Impulsos a los Productos Energéticos).	16	2	20	47	15	8	15	8	15	28	8	15
P22	Avanzará la deslocalización industrial en Europa, instalándose las nuevas grandes plantas de producción de Química Orgánica Básica en áreas en las que las cuentas sean más competitivas (Alemania, Corea...) Las propias características del mercado propician un movimiento de integración vertical de los procesos productivos para no perder ventajas en sectores con fuerte estructura de producto, costes y mantenimiento tecnológico.	22	2	24	47	22	9	22	12	22	29	22	22
P24	Las plantas de producción locales, de especial interés, deberán de ser relevantes en...												
P26	El desarrollo de productos procedentes del sector de la Química Orgánica Básica y procedentes del sector de Primeras Materias Plásticas continuará en un ritmo sostenido hasta...	17	3	22	39	22	14	22	21	22	19	22	7



**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sector químico.**

**"Química básica orgánica y primeras materias plásticas "**

	TA (Capacidad de producción)	Capacidad Corren.	TA (Capacidad de comercialización)	Coib. Empresas	TA (Coib. Empresas)	Incorp. C y T	TA (Incorp. C y T)	Coop. In C	TA (Coop. In C)	Edm. Esc. Admon.	TA (Edm. Esc. Admon.)	Dircc. Admon.	TA (Dircc. Admon.)
P26	20	3	20	42	26	4	26	10	26	23	26	21	26
P27													
P28													
P29													
P30													
P31	28	3	30	18	20	5	20	11	20	38	20	27	20
P32	33	2	39	14	26	5	28	7	28	40	26	33	28
P33	28	3	28	16	17	8	17	13	17	27	17	37	17
P34	22	3	22	15	9	11	9	17	9	42	9	15	9
P35	20	2	28	16	17	5	17	10	17	44	17	26	17
P36	11	2	16	18	2	20	2	30	2	26	2	7	2
P37	30	2	35	16	17	12	17	19	17	38	17	15	17

P26: Habrá una tendencia generalizada en las grandes empresas a subcontratar los servicios (almacen, distribución, mantenimiento, empaquetado de grandes), concentrando los recursos económicos en el desarrollo y mejora de los procesos químicos.

P27: La adaptación de la red ferroviaria española al ancho de vía europea desplazará el transporte por carretera y permitirá reducir la incidencia de los costes de transporte, lo cual incidirá sustancialmente en la competitividad de las empresas españolas del sector.

P28: Debido a una mayor exigencia social de bienestar en España, los temas relacionados implícitos en la producción en este sector, encarecerán el coste de la Masa de Ocio por encima de los saldos del país.

P29: La organización del trabajo en equipo y el mantenimiento de las instalaciones por parte de los propios operarios de la planta, será una tendencia generalizada.

P30: No habrá una disminución del empleo en el sector.

P31: La liberalización del mercado energético español (electricidad y gas natural) permitirá equiparar los costes con los del resto de los países miembros de la Unión Europea, haciendo a las empresas españolas del sector más competitivas.

P32: Se equiparará la diferencia entre el coste de la energía (electricidad y gas natural) para las instalaciones industriales del sector español y el de las instalaciones en los EEUU (estimado en un 30%).

P33: El incremento de la presión social sobre este sector químico en concreto, reducirá la puesta en marcha de más y mejores campañas de información (públicas y privadas) que proporcionen una concienciación nacional de la sociedad (búsqueda de trabajo tecnológico y científico).

P34: La acelerada adaptación de algunas de las empresas del sector de la Química Básica Orgánica española (p.e. Cabaluna) a la normativa europea en materia de medioambiente, se traducirá en ventajas competitivas en...

P35: Se establecerá una red española de Plantas de Eliminación de Residuos Industriales (no solamente industriales), sin ánimo de lucro, gestionadas o tuteladas por la Administración.

P36: Se incrementará la inversión en el diseño y mejora de los procesos de producción más eficientes y respetuosos con el medioambiente, basándose en el concepto de planta con "triple cero".

P37: Las emisiones de óxido de carbono procedentes de la combustión, se verán reducidas en un 60% como consecuencia de la aplicación del Programa Voluntario de Eficiencia Energética (VEEP) en la mayoría de las empresas del sector.

2ª RONDA															
Estudios Sectoriales de Prospectiva: Sector químico. "Química básica orgánica y primeras materias plásticas "															
	FECHA DE MATERIALIZACIÓN	TA (Fecha de realización)	IN. EMPORQUEO (media aritmética)	TA (n. Impugnación)	D. INDUSTRIAL (%)	TA (gasto sobre Desarrollo Industrial)	CAUDAL DE VIDA Y ENTORNO (%)	TA (gasto sobre Calidad de Vida y el Entorno)	EMPLEO (%)	TA (gasto sobre Empleo)	Lineaciones	Capacidad C y T	TA (Capacidad Científica y Tecnológica)	Capacidad Innov.	TA (Capacidad de Inversión)
P01	1999-2004, 2005-2009	5	3,71	5	55	7	3	7	42	7	Legislativas				
Las Administraciones públicas españolas articularán una Política de Estado que estimule la inversión de grandes corporaciones de Química Básica Orgánica en España (transición de permisos simplificada, estructuras flexibles, subvenciones, financiación pública de infraestructuras y soporte logístico eficientes...), tal y como ya tienen otros Estados miembros de la Unión Europea.															
P02	1999-2004	2	3,76	7	69	2	8	2	32	2	Legislativas				
La Administración articulará una política de apoyo y estímulo a la investigación en las empresas del sector, estable y a largo plazo, similar a la existente en otros Estados miembros de la Unión Europea.															
P03	1999-2004	7	3,34	7	50	14	1	14	49	14	Legislativas				
La Administración articulará mecanismos e incentivos que faciliten el trabajo de investigadores desde los centros de investigación/universidades, a las empresas, con el objetivo de incrementar la capacidad de innovación en las empresas del sector.															
P04	1999-2004	9	3,10	9	67	27	9	27	24	27	Legislativas				
La Administración liderará el proceso de formalización de la RED TECNOLÓGICA ESPAÑOLA y la creación de MAPAS Y CATALOGOS TECNOLÓGICOS, que incluyan la oferta científica española que los centros de investigación y universidades ponen al servicio de las empresas del sector.															
P05	1999-2004	5	3,74	5	41	7	7	7	51	7	Legislativas				
La Administración promoverá la formalización de programas educativos (al nivel de PhD) que proporcionen al personal de planta, certificaciones específicas para trabajar en entornos de producción altamente automatizados (Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC; Sistemas Integrados de Control/Combin. Total Quality Management, TQM, Just in Time, JT...)															
P06	1999-2004, 2005-2009	7	3,26	5	49	11	7	11	44	11	Legislativas				
La Administración promoverá la formalización de programas educativos, al nivel Medio superior, que incluyan formación en Gestión Administrativa, Técnicas de Limpieza, Gestión del Cambio, Tecnológico, TIC, Idiomas...)															
P07	2005-2009	5	3,76	7	63	5	13	5	24	5	Legislativas				
El mercado energético (electricidad y gas natural) en España, está plenamente floreciendo, estableciéndose nuevos operadores de gas y electricidad en.															
P08	2005-2009	2	3,49	7	10	15	73	16	18	16	Legislativas				
La competencia legislativa española en materia de medioambiente con la Unión Europea, será también una realidad en lo que se refiere al grado de aplicación de la ley.															
P09	2005-2009	5	3,36	11	57	18	5	18	38	18	Tecnológicas	2	11	2	11
La globalización del sector y el crecimiento continuado del mercado (6%), según proyectando la duplicación de la capacidad productiva de las empresas cada diez años. Esto será entre 1999...															
P10	2005-2009	0	3,38	5	56	14	24	14	21	14	Tecnológicas	2	2	2	2
La tendencia a la automatización total de los procesos productivos en las empresas del sector, provocará la integración de los Sistemas de Control y los Sistemas de Gestión.															
P11	1999-2004	0	3,44	7	67	11	30	11	4	11	Tecnológicas	2	7	2	7
Habrá mejores entornos en nuevos entornos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos.															
P12	1999-2004	2	3,71	7	55	11	44	11	2	11	Tecnológicas	3	7	3	7
Con el fin de disminuir la incidencia de los eventos costeros energéticos en la producción, se extenderá el uso de procesos eficientes energéticamente (logeración, ciclos energéticos cerrados...).															
P13	2005-2009	2	3,49	7	67	11	4	11	30	11	Tecnológicas	2	7	2	7
La inversión propia en I+D de las empresas se concentrará en proyectos de investigación aplicada, y al menos un 20% de la investigación básica prevista de centros externos a las propias empresas (Universidades y Centros de Investigación de cualquier parte del mundo).															
P14	2005-2009	5	3,28	11	61	15	2	15	37	16	Tecnológicas	2	14	2	14
Las Pymes del sector de materias primas plásticas permanecerán en el mercado en la medida en que sean capaces de estimular la I+D para especializar e diversificar su producción (plásticos modificados resistentes a UV, poliamidas, materiales para prótesis), apartándose del mercado de las convencionales.															
P15	1999-2004	2	3,13	9	69	14	22	14	8	14	Tecnológicas	2	7	2	7
Las calidades de las producciones de Materias Primas Plásticas también se adaptarán a las necesidades de los grandes consumidores y no habrá diferencias de calidad entre los distintos proveedores.															

2ª RONDA

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sector químico.  
"Química básica orgánica y primeras materias plásticas "**

	TA (Capacidad de producción)	Capacidad Comerc.	TA (Capacidad de comercialización)	Colab. Empresas	TA (Colab. Empresas)	Incorp. C y T	TA (Incorp. C y T)	Coop In Ci	TA (Coop In Ci)	Estim. Eco. Admon.	TA (Estim. Eco. Admon.)	Otros Admon.	TA (Otros Admon.)
P01	Las Administraciones públicas españolas articularán una Política de Estado que estimule la inversión de grandes corporaciones de Química Básica Orgánica en España (tramitación de permisos simplificada, estímulos fiscales subvenciones, financiación pública de infraestructuras y soportes logísticos eficientes...). Tal y como ya tienen otros Estados miembros de la Unión Europea.			22	5	0	5	16	5	43	5	18	5
P02	La Administración articulará una política de apoyo y estímulo a la investigación en las empresas del sector, estable y a largo plazo, similar a la existente en otros Estados miembros de la Unión Europea.			5	2	25	2	39	2	28	2	3	2
P03	La Administración articulará mecanismos e incentivos que faciliten el trasvase de investigadores desde los centros de investigación/universidades, a las empresas, con el objetivo de incrementar la capacidad de innovación en las empresas del sector.			1	7	36	7	43	7	20	7	0	7
P04	La Administración liderará el proceso de formalización de la RED TECNOLÓGICA ESPAÑOLA y la creación de MAPAS y CATALOGOS TECNOLÓGICOS, que recogen la oferta científica española que los centros de investigación y universidades ponen al servicio de las empresas del sector.			5	14	3	14	56	14	19	14	17	14
P05	La Administración promoverá la formalización de programas educativos (al nivel de FP/II) que proporcionen al "personal de planta", cualificaciones específicas para trabajar en entornos de producción altamente automatizados (Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC; Sistemas Integrados de Control/Gestión, Total Quality Management, TQM, Just in Time, JIT...)			5	5	2	5	17	5	40	5	37	5
P06	La Administración promoverá la formalización de programas educativos, al nivel técnico superior, que incluyan formación en Gestión (Management, Técnicas de Liderazgo, Gestión del Cambio Tecnológico, TIC, Idiomas...)			11	7	8	7	16	7	31	7	34	7
P07	El mercado energético (electricidad y gas natural) en España, estará plenamente liberalizado, estableciéndose nuevos operadores de gas y electricidad en...			20	9	0	9	2	9	34	9	44	9
P08	La convergencia legislativa española en materia de medioambiente con la Unión Europea, será también una realidad en lo que se refiere al grado de aplicación de la ley.			3	2	3	2	9	2	59	2	26	2
P09	La globalización del sector y el crecimiento continuado del mercado (5%), seguirán propiciando la duplicación de la capacidad productiva de las empresas cada diez años. Esto será cierto hasta...	11	3	11	52	16	5	16	10	32	16	2	16
P10	La tendencia a la automatización total de los procesos productivos en las empresas del sector, provocará la integración de los Sistemas de Control y los Sistemas de Gestión.	5	2	7	48	5	24	5	18	6	5	4	5
P11	Habrà mejoras evidentes en modelos informáticos de simulación y optimización de plantas y procesos químicos.	9	2	9	43	2	18	2	36	2	1	2	2
P12	Con el fin de disminuir la incidencia de los elevados costes energéticos en la producción, se extenderá el uso de procesos eficientes energéticamente (cogeneración, ciclos energéticos cerrados...).	7	3	9	27	7	7	14	7	45	7	7	7
P13	La inversión propia en I+D de las empresas se concentrará en proyectos de investigación aplicada, y al menos un 25% de la Investigación Básica provendrá de centros externos a las propias empresas (Universidades y Centros de Investigación de cualquier part	7	2	7	5	5	26	5	52	5	15	5	5
P14	Las PYMES del sector de materias primas plásticas permanecerán en el mercado en la medida en que sean capaces de estimular la I+D para especializar su producción (plásticos modificados resistentes a UV, polietileno, materiales para prótesis	14	2	16	16	14	17	14	43	14	19	4	14
P15	Las calidades de las producciones de Materias Primas Plásticas tenderán a adaptarse a las necesidades de los grandes consumidores y no habrá diferencias de calidad entre los distintos proveedores.	7	3	9	55	14	20	14	22	14	2	14	2

<p align="center"><b>ESTUDIOS</b></p> <p align="center"><b>Estudios Sectoriales de Prospectiva:</b> Sector químico. "Química básica orgánica y primeras materias plásticas"</p>																
P10	El Centro de Colores en el Momento (Industria) se sitúa en el primer nivel de la cadena de actividades de manufactura.	1999-2000	0	3,29	5	50	2	17	2	20	2	2	2	2	2	2
P11	La industria de colorantes en los países productores para exportar al resto de los países productores de colorantes.	1999-2000	0	3,30	5	50	3	28	3	3	3	3	3	3	3	3
P12	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2001-2002	2	3,30	5	50	14	40	14	5	14	14	14	14	14	14
P13	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2003-2004	3	3,31	14	50	20	30	20	0	20	20	20	20	20	20
P14	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2005-2006	5	3,32	20	50	30	30	30	2	30	30	30	30	30	30
P15	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	1999-2000	2	3,30	5	54	5	5	5	40	5	5	5	5	5	5
P16	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2001-2002	2	3,30	2	50	5	10	5	57	5	5	5	5	5	5
P17	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2003-2004	2	3,31	3	57	11	5	11	30	11	11	11	11	11	11
P18	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2005-2006	2	3,32	10	20	10	5	10	27	10	10	10	10	10	10
P19	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2007-2008	2	3,30	14	54	14	5	14	40	14	14	14	14	14	14

<p align="center"><b>ESTUDIOS</b></p> <p align="center"><b>Estudios Sectoriales de Prospectiva:</b> Sector químico. "Química básica orgánica y primeras materias plásticas"</p>																
P20	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	1999-2000	0	3,29	5	50	2	17	2	20	2	2	2	2	2	2
P21	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	1999-2000	0	3,30	5	50	3	28	3	3	3	3	3	3	3	3
P22	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2001-2002	2	3,30	5	50	14	40	14	5	14	14	14	14	14	14
P23	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2003-2004	3	3,31	14	50	20	30	20	0	20	20	20	20	20	20
P24	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2005-2006	5	3,32	20	50	30	30	30	2	30	30	30	30	30	30
P25	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	1999-2000	2	3,30	5	54	5	5	5	40	5	5	5	5	5	5
P26	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2001-2002	2	3,30	2	50	5	10	5	57	5	5	5	5	5	5
P27	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2003-2004	2	3,31	3	57	11	5	11	30	11	11	11	11	11	11
P28	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2005-2006	2	3,32	10	20	10	5	10	27	10	10	10	10	10	10
P29	El desarrollo de nuevos productos químicos en el momento de la industria de colorantes.	2007-2008	2	3,30	14	54	14	5	14	40	14	14	14	14	14	14

2ª RONDA

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sector químico.  
"Química básica orgánica y primeras materias plásticas"**

	Ta (Capacidad de producción)	Capacidad Convirt.	Ta (Capacidad de conversión)	Cob. Empresas	Ta (Coste Empresa)	Incorp. Cy T	Ta (Incorp. Cy T)	CapEx (C)	Ta (CapEx (C))	Empl. Eco. Admon	Ta (Empl. Eco. Admon)	Otras Admon.	Ta (Otras Admon.)
P16	6	2	9	40	2	25	2	29	2	3	2	3	2
P17	2	2	9	35	0	19	0	43	0	3	0	1	0
P18	9	2	14	27	7	23	7	45	7	4	7	1	7
P19	14	2	18	30	14	18	14	46	14	7	14	0	14
P20	27	2	27	27	27	13	27	52	27	9	27	0	27
P21	7	2	9	56	5	5	5	5	5	32	5	2	5
P22													
P23	9	2	11	51	14	5	14	9	14	33	14	2	14
P24													
P25	14	3	18	55	16	7	16	21	16	13	16	4	16

2. FICHERA

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sector químico.  
"Química básica orgánica y primeras materias plásticas"**

	FECHA DE MATURACIÓN	Ta. Puntos de maduración	Ta. Información (media aritmética)	Ta. En importancia	O. INDUSTRIAL (%)	Ta. Capas más pesadas (industria)	CAJAS DE VIDA Y SUSTANCIAS	Ta. Capas más ligeras (Otros)	TA. DIFUSIÓN (%)	Ta. Capas más ligeras (Difusión)	Indicadores	Depend. C y T	Ta. Capas más pesadas (Difusión y Tecnología)	Capacidad base	Ta. Capas más ligeras (Innovación)
P20	1994-2004	3	3,63	5	33	11	4	11	64	11	Econ-social	4	16	3	16
P21	2005-2009	2	3,28	5	60	11	33	11	7	11	Econ-social				
P22	1999-2004	0	3,19	5	13	9	21	9	69	9	Econ-social				
P23	1999-2004	0	3,36	5	40	16	5	16	55	16	Econ-social				
P24	1994-2004	9	3,27	7	19	20	11	20	70	20	Econ-social				
P25	2004-2009	0	3,74	5	69	11	3	11	30	11	Econ-social	3	9	3	9
P26	Prueba	2	3,49	7	69	16	2	16	29	16	Econ-social	2	14	2	14
P27	1994-2004	0	3,37	7	19	9	75	9	6	9	Econ-social	2	7	2	7
P28	2004-2009	0	3,46	7	32	5	61	5	6	5	Econ-social	2	5	2	5
P29	2004-2009	0	3,60	5	33	5	59	5	6	5	Econ-social	2	11	2	11
P30	2004-2009	2	3,83	7	31	7	67	7	2	7	Econ-social	2	5	2	5
P31	2004-2009	2	3,19	9	25	18	75	18	0	18	Econ-social	2	14	2	14

Señala una tendencia generalizada en las grandes empresas a subcontratar los servicios (servicio, distribución, mantenimiento, ensayos de gases), concentrando los recursos académicos en el desarrollo y mejora de los procesos químicos.

La explotación de la red ferroviaria española al norte de los ríos europeos desplazará el transporte por carretera y permitirá reducir la incidencia de los costes de transporte, lo cual incidirá necesariamente en la competitividad del sector (ver el estudio de la industria del acero).

Debido a una mayor exigencia social de mejorar en España, los temas relativos al medio ambiente en la producción de plásticos, especialmente el tema de la Meta de Océano por encima de los niveles del país.

La explotación del turismo en equipaje y el mantenimiento de las instalaciones por parte de las propias empresas de la cadena, para una tendencia generalizada.

Se habrá una disminución del empleo en el sector.

La financiación del mercado energético seguirá placentera y por razones permitirá equiparar los costes con los del resto de los países miembros de la Unión Europea, reduciendo a las empresas españolas del sector más competitivas.

Se equipará la diferencia entre el coste de la energía (eléctrica y gas natural) para las instalaciones industriales del sector agrícola y el de las instalaciones de los edificios industriales en un 20%.

El incremento de la presión social sobre el sector químico en concreto, motivará la puesta en marcha de más y mejores campañas de información (publicidad y prensa) que propiciará una vertiginosa mejora de la sociedad (tecnología, infraestructura tecnológica y calidad ambiental).

Se aumentará el número de algunas de las empresas del sector de la Química Básica Orgánica española (D y E).

Señalará a la normativa europea un número de restricciones, se reducirá en sentido considerable el...

Se mantendrá una red equitativa de plantas de tratamiento de aguas residuales (en términos industriales), así como el agua, gestión de residuos por la distribución.

Se incrementará la inversión en el diseño y mejora de los procesos de producción más eficientes y respetuosos con el medio ambiente. Esta actuación al conocerse el potencial tecnológico.

Las empresas de diseño de valores procedentes de la combinación, se ven reflejadas en un 40% como consecuencia de la aplicación del Programa Industrial de Economía Energética (PIEE) en la mejora de la producción del sector.

2ª RONDA

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sector químico.  
"Química básica orgánica y primeras materias plásticas "**

	TA (Capacidad de producción)	Capacidad Comera.	TA (Capacidad de comercialización)	Coab. Empresas	TA (Coab. Empresas)	Incorp. C y T	TA (Incorp. C y T)	Coop In CI	TA (Coop In CI)	Estim. Eco. Admon.	TA (Estim. Eco. Admon.)	Otros Admon.	TA (Otros Admon.)
P26	14	3	14	47	16	4	16	7	16	24	16	18	16
P27													
P28													
P29													
P30													
P31	9	3	9	13	11	2	11	8	11	47	11	31	11
P32	14	2	18	12	16	2	16	3	16	48	16	35	16
P33	9	3	9	15	5	6	5	13	5	31	5	35	5
P34	7	3	7	12	5	7	5	21	5	44	5	16	5
P35	11	2	16	15	9	0	9	7	9	51	9	27	9
P36	7	2	9	16	0	21	0	35	0	26	0	2	0
P37	16	2	18	13	5	5	5	21	5	47	5	13	5

***SECTOR QUÍMICO  
AGROQUÍMICA***

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Químico  
Agroquímico**

PROYECTO DE INVESTIGACION	IMPACTO SOCIAL (media aritmética)	D. INDUSTRIAL	CAUDAL DE VIDA Y CRETISMO (%)	EMPLEO (%)	Unidades	Deposited D y T	Deposited Inven.	Deposited Prot.	Deposited Convent.	Costs. Empresas	Inven. C y T	Coop. In. C	Edific. Eco. Admon.	Costs. Admon.
P01 La directiva CEE(41491), en cuanto a la revisión de productos fitosanitarios, se adaptará a la estructura económica de la agroquímica en Europa, para permitir la supervivencia de las PYMES, implantándose para eso en el caso que supone su implantación.	3,69	48	24	27	Legislativas					41	6	23	14	16
P02 En el seno de la Organización Mundial de Comercio (OMC) se materializará la homologación de la normativa internacional en relación con el uso de productos fitosanitarios.	3,31	36	46	13	Legislativas					44	6	19	10	19
Los criterios tecnológicos (requisitos subordinados a los políticos) serán determinantes en el planteamiento y elaboración de nuevas normativas tecnológicas en relación con la utilización de productos fitosanitarios.	3,31	36	46	14	Legislativas					11	31	41	5	13
Se incrementarán las exigencias en los requerimientos necesarios para la obtención de los permisos legales para establecer nuevas plantillas de formulación, a través de la homologación de ultrasonidos distribuidos.	3,49	33	43	23	Legislativas					11	15	10	31	34
Apogeo de normas legislativas para regular/controlar las importaciones de principios activos que no cumplen las estándares de calidad establecidos en Europa para el sector Agroquímico.	3,45	36	47	17	Legislativas					26	9	8	15	42
Aplicación de los trámites administrativos para el registro de productos fitosanitarios en España y la UE.	3,63	61	10	29	Legislativas					16	15	21	2	43
Tras el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2010, la Política Agraria Común se estará sustancialmente (por encima del 50%) en ayudas públicas al sector agroquímico español. (Consecuentemente la agricultura sufrirá un proceso de tecnificación e internacionalización de condiciones).	3,51	42	10	47	Legislativas					5	21	19	26	24
Homologación de la normativa relacionada con la producción y comercialización de semillas híbridadas entre EEUU y la UE.	3,25	43	49	8	Legislativas					40	16	21	3	21
Por razones legislativo-tecnológicas económicas (Directiva 92/100), las 700-800 principales empresas existentes en el mercado español de productos fitosanitarios se basará en procesos discontinuos y relativamente poco automatizados.	3,45	34	47	19	Legislativas					36	5	32	6	16
La fabricación de productos formulados se basará en procesos discontinuos y relativamente poco automatizados.	2,63	57	4	39	Tecnológicas	2	2	3	3	34	21	36	7	2
Las empresas del sector agroquímico adoptarán una política de producción para hacerlas más flexibles y versátiles, de forma que sea posible afrontar suministros inmediatos a la demanda (en tamaño y presentación), manteniendo el volumen de facturación.	3,52	61	7	33	Tecnológicas	3	3	3	3	31	34	26	5	5
El énfasis en el conocimiento de la estrategia comercial, mejorará la planificación de la producción y repercutirá fuertemente en la competitividad del sector agroquímico.	2,93	33	58	10	Tecnológicas	1	1	2	2	14	25	50	4	7
Hasta un 20% de los recursos de I+D se concentrarán en el desarrollo y/o mejora de las formulaciones y presentaciones de los productos fitosanitarios, analíticas, auxiliares, cobijas, controladas, digestoras, etc.	3,36	54	40	6	Tecnológicas	2	3	3	3	37	38	18	3	4
La utilización de tecnologías avanzadas y costosas en la fabricación de nuevas formulaciones agroquímicas, posibilitará la especialización de las plantas de producción y la consecución de productos de alta calidad hasta el año 2020.	3,13	56	11	33	Tecnológicas	2	2	2	2	44	26	16	7	4
Las nuevas formulaciones de productos fitosanitarios más seguras y más concentradas, con un precio unitario mayor, estarán dirigidas al mercado EU.	3,16	42	50	6	Tecnológicas	2	2	3	3	41	30	21	1	7
Los productos formulados con disolventes "no venenos" (tolueno, xileno, monodibrometano...) se habrán retirado del mercado hasta el año 2020, EU.	3,33	27	71	2	Tecnológicas	3	2	3	3	22	26	35	6	6



**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Químico  
Agroquímico**

PROYECTO	RESUMEN DE MATURACION	LA IMPACTANCIA (media aritmética)	D. INDUSTRIAL (%)	CAUSAS DE VIDA Y BIENESTAR (%)	DAÑOS (%)	Indicadores	Capacidad C y T	Capacidad Financ.	Capac. Empresa	Emp. C y T	Emp. C	Otros Activos		
P32	Las redes de comercialización de los PYMES españolas se profesionalizan, con la consecuente ampliación sustantiva de su cobertura comercial.	3,40	21	10	69	Econ-social	2	2	3	22	43	12	24	0
P33	La política activa europea dirigida a la agricultura disminuirá en 25%.	3,28	11	16	73	Econ-social	1	3	2	0	4	9	55	32
P34	Las proyecciones en las industrias, supondrán la entrada en el sector agroquímico de firmas mejor preparadas, con tecnologías nuevas y de gestión del nivel PPI, lo cual propiciará un incremento de la competitividad del sector agroquímico en España.	3,10	33	4	63	Econ-social	2	3	3	5	41	11	39	4
P35	Las agriculturas jóvenes que vejan incorporadas a la agricultura española supondrán un retroceso de las tecnologías nuevas de la mano de obra (al nivel de PPI), con lo que la aplicación de las producciones florecientes se realizará de una manera más gradual.	3,49	6	71	30	Econ-social	2	3	3	0	20	12	51	19
P36	El actual redimensionamiento de las plantas de fabricación en las grandes compañías, será conseguida mediante la acción conjunta de la especialización de la producción y el incremento de volúmenes de negocio de las compañías implicadas (PME) con nuevas tecnologías.	3,10	52	0	48	Econ-social	2	3	3	48	13	13	17	8
P37	Las PYMES españolas establecerán acuerdos de colaboración que llegarán pronto que sus intereses queden suficientemente representados en el sector.	3,41	60	2	38	Econ-social	2	2	3	48	9	9	25	9
P38	El avance de la sociedad tecnológica propiciará una cuantificación racional de los riesgos implícitos en el uso de los productos fitosanitarios, para otorgarles su verdadero dimensión. En este sentido la percepción social del sector se verá reducida.	3,43	10	85	5	Econ-social	2	2	2	8	22	27	18	25
P39	La Administración Comunitaria deberá pedir el preceptivo de la Política Agraria Común (PAC) del resto de la UE a compañías de distribución dirigidas a las aplicaciones, basadas en el establecimiento de vínculos entre potenciales beneficiarios directos de las tecnologías fitosanitarias.	3,28	9	60	9	Econ-social	2	2	3	2	4	17	28	46
P40	Como consecuencia de la globalización del sector, las empresas europeas perderán un 25% de su cuota de mercado, en favor de la producción nacional de estas compañías de distribución agroquímicas.	3,24	46	2	52	Econ-social	2	2	2	49	6	9	17	19
P41	La convergencia de los eventos en relación mediante el tipo equitativo, ocasionará la aplicación de redes tecnológicas nuevas, con capacidad de gestión.	3,49	12	56	32	Econ-sociales	2	2	2	6	5	10	48	31
P42	Incorporación masiva de empresas tecnológicas para minimizar el impacto medioambiental de los residuos dejados por los usuarios.	3,19	36	60	2	Econ-sociales	2	2	2	24	16	25	18	19
P43	Desarrollo en España de una red de infraestructuras y organizaciones capaces de asumir competitivamente la explotación de nuevos canales de comercialización de tecnologías agroquímicas.	3,59	30	53	18	Econ-sociales	2	2	2	17	5	8	42	28
P44	Impulsión de un sistema europeo (ECOTAG) en España que permita el riesgo tecnológico de los productos tecnológicos de la Unión del Proyecto de Desarrollo de una política de control del riesgo.	3,15	23	66	9	Econ-sociales	2	2	2	7	3	7	36	47
P45	La convergencia de redes procedentes de productos florecientes sobre los alimentos, permitida por la ley, se verá reflejada en la industria.	3,67	14	61	5	Econ-sociales	2	2	2	2	18	31	6	41
P46	La presión medioambiental sobre las empresas del sector será la misma, independientemente de su tamaño y localización en España, y será aplicable a la actividad en otros países miembros de la UE.	3,61	29	63	8	Econ-sociales	2	2	2	8	11	21	26	33

***TECNOLOGÍAS  
DE LA INFORMACIÓN Y LAS  
TELECOMUNICACIONES***

## Estudios Sectoriales de Prospectiva: Tecnologías de la Información y de la Comunicación. “Las TIC y la emergente economía digital”

Resumen respuestas (%):

### 1. MODELOS DE NEGOCIO Y APLICACIONES

Nivel de conocimiento	Grado de importancia			Impacto sobre ... (elegir máximo 2)		Fecha de materialización				Posición de España respecto a otros países (valorar de 1 a 4, 4 = más favorable)			Limitaciones (elegir máximo 2)				Medidas recomendadas (elegir máximo 2)											
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	Desarrollo Industrial	Calidad de Vida y Entorno	Empleo	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de Innovación	Capacidad de Comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas / Normativas	Económicas	Medioambientales	Colaboración con empresas exteriores	Incorporación Investigadores en empresas y/o Acciones de formación	Cooperación Industria – Centros I+D	Estímulos económico-fiscales de la Administración	Otros apoyos de la Administración
46	41	13	86	14	0	0	56	18	26	62	36	2	0	0	2,3	2,6	2,3	2,5	29	31	22	18	0	22	18	22	24	15
54	37	9	77	20	2	0	36	51	13	39	50	9	2	0	2,4	2,6	2,3	2,6	48	18	26	8	1	20	20	9	28	23
39	41	20	65	35	0	0	23	52	25	79	15	5	0	0	2,6	2,8	2,9	3,1	46	23	21	10	0	38	12	20	16	14
42	44	13	79	21	0	0	31	49	21	79	17	5	0	0	2,8	2,8	2,8	3,0	44	17	27	13	0	24	25	13	20	18
51	33	16	56	44	0	0	53	20	27	83	13	5	0	0	2,5	2,5	2,4	2,5	33	27	22	19	0	24	25	18	21	13
29	42	29	65	35	0	0	53	26	21	59	38	3	0	0	2,5	2,8	2,4	2,6	23	38	23	15	0	29	14	24	24	10
48	35	17	53	48	0	0	24	53	23	65	28	8	0	0	2,5	2,5	2,8	2,8	48	17	18	15	2	28	19	8	28	17
24	50	26	23	51	26	0	42	38	20	21	53	15	6	6	2,4	2,4	2,3	2,4	50	18	15	17	0	26	10	22	29	12
47	33	20	62	31	8	0	23	57	20	79	15	5	0	0	2,8	2,9	2,9	3,1	52	27	11	11	0	24	22	14	20	20
22	46	33	24	52	24	0	46	35	20	31	53	13	0	3	2,4	2,5	2,4	2,3	46	13	31	9	0	37	12	12	20	18
50	41	9	55	39	7	0	32	54	14	89	7	2	0	2	2,8	2,8	2,9	2,9	38	36	6	20	0	31	20	22	11	16
28	46	26	47	50	3	0	39	51	10	51	34	14	0	0	2,2	2,3	2,4	2,3	22	53	8	16	0	32	27	31	5	5
39	30	30	44	50	6	0	45	25	0	30	70	0	0	0	2,3	2,4	2,3	2,5	32	30	18	20	0	24	27	22	6	20
50	33	17	75	23	3	0	46	48	7	38	50	13	0	0	2,5	2,6	2,5	2,6	30	29	18	23	0	35	17	30	8	11

# Estudios Sectoriales de Prospectiva: Tecnologías de la Información y de la Comunicación. “Las TIC y la emergente economía digital”

Resumen respuestas (%):

## 1. MODELOS DE NEGOCIO Y APLICACIONES

15. ¿Cuáles cree que serán las principales fuentes de ingresos de los sitios profesionales en Internet (indique mediante un círculo, por orden de importancia) (1 = menos importante, 4 = más importante)

1 2 3 4	Comercio Electrónico (venta directa).	1 = 9 %	2 = 11 %	3 = 28 %	4 = 52 %
1 2 3 4	Esponsorizaciones.	1 = 9 %	2 = 49 %	3 = 33 %	4 = 9 %
1 2 3 4	Publicidad.	1 = 11 %	2 = 18 %	3 = 49 %	4 = 22 %
1 2 3 4	Programas de afiliados.	1 = 31 %	2 = 29 %	3 = 22 %	4 = 18 %

16. ¿Cuáles cree que serán las principales fuentes de ingresos de los sitios destinados al gran público en Internet (indique de 1 a 4, por orden de importancia):

1 2 3 4	Comercio Electrónico (venta directa).	1 = 7 %	2 = 17 %	3 = 37 %	4 = 39 %
1 2 3 4	Esponsorizaciones.	1 = 7 %	2 = 36 %	3 = 24 %	4 = 27 %
1 2 3 4	Publicidad.	1 = 7 %	2 = 36 %	3 = 24 %	4 = 27 %
1 2 3 4	Programas de afiliados.	1 = 42 %	2 = 19 %	3 = 26 %	4 = 14 %

17. ¿Qué modelos de negocio en Internet (o sus variantes) cree que se impondrán en el futuro en el entorno profesional (indique de 1 a 4, por orden de importancia):

1 2 3 4	Comercio Electrónico (transacciones o ventas directas)	1 = 14 %	2 = 36 %	3 = 31 %	4 = 19 %
1 2 3 4	Intermediario (intermediario entre compradores y vendedores).	1 = 14 %	2 = 63 %	3 = 17 %	4 = 6 %
1 2 3 4	Portales generalistas.	1 = 9 %	2 = 11 %	3 = 38 %	4 = 42 %
1 2 3 4	Portales sectoriales.	1 = 2 %	2 = 17 %	3 = 50 %	4 = 31 %
1 2 3 4	Comunidades Virtuales profesionales.	1 = 2 %	2 = 26 %	3 = 49 %	4 = 23 %
1 2 3 4	Centros de empresas (tiendas virtuales)	1 = 2 %	2 = 26 %	3 = 49 %	4 = 23 %
1 2 3 4	... de margen cero (regalo de productos a cambio de datos, etc.)	1 = 26 %	2 = 55 %	3 = 18 %	4 = 0 %
1 2 3 4	otros (especificar: .....				

18. ¿Qué modelos de negocio en Internet (o sus variantes) cree que se impondrán en el futuro para el gran público (indique de 1 a 4, por orden de importancia):

1 2 3 4	Comercio Electrónico (venta directa).	1 = 2 %	2 = 11 %	3 = 30 %	4 = 57 %
1 2 3 4	Intermediario (intermediario entre compradores y vendedores).	1 = 19 %	2 = 41 %	3 = 32 %	4 = 8 %
1 2 3 4	Portales generalistas.	1 = 13 %	2 = 18 %	3 = 44 %	4 = 26 %
1 2 3 4	Portales temáticos.	1 = 5 %	2 = 33 %	3 = 40 %	4 = 23 %
1 2 3 4	Comunidades Virtuales.	1 = 12 %	2 = 30 %	3 = 35 %	4 = 23 %
1 2 3 4	Centros comerciales virtuales (malls)	1 = 10 %	2 = 15 %	3 = 41 %	4 = 33 %
1 2 3 4	... de margen cero (regalo de productos a cambio de datos, etc.)	1 = 16 %	2 = 50 %	3 = 16 %	4 = 16 %
1 2 3 4	otros (especificar: .....				

19. ¿Qué factores considera que van a contribuir decisivamente a la implantación del comercio electrónico en las empresas? (indique de 1 a 4, por orden de importancia):

1 2 3 4	Reducción de costes de transacción (interacción y/o comercio).	1 = 11 %	2 = 20 %	3 = 31 %	4 = 38 %
1 2 3 4	Mayor eficiencia en procesos.	1 = 12 %	2 = 24 %	3 = 31 %	4 = 36 %
1 2 3 4	Incremento de la competencia.	1 = 4 %	2 = 20 %	3 = 49 %	4 = 27 %
1 2 3 4	Desintermediación en la cadena de valor (eliminación intermediarios).	1 = 5 %	2 = 23 %	3 = 43 %	4 = 30 %
1 2 3 4	otros (especificar: .....	1 = 7 %	2 = 17 %	3 = 29 %	4 = 48 %

Nivel de Conocimiento	Grado de Importancia	Impacto sobre ... (elegir máximo 2)	Fecha de materialización	Posición de España respecto a otros países (valor de 1 a 4, 4 = más favorable)	Limitaciones (elegir máximo 2)	Medidas recomendadas (elegir máximo 2)
Alto	Medio	Desarrollo Industrial	Hasta el 2004	Capacidad Científica y Tecnológica	Sociales	Colaboración con empresas exteriores
Bajo	Medio	Calidad de Vida y Entorno	Del 2010 al 2015	Capacidad de Innovación	Tecnológicas	Incorporación investigadores en empresas y/o Acciones de formación
Bajo	Bajo	Irrelevante	Del 2005 al 2009	Capacidad de Producción	Económicas	Cooperación Industria - Centros I+D
Bajo	Alto	Empleo	Más allá del 2015	Capacidad de Comercialización	Legislativas / Normativas	Estímulos económico-fiscales de la Administración
Bajo	Alto	Empleo	Nunca		Medioambientales	Otros apoyos de la Administración



**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Tecnologías de la Información y de la  
Comunicación.  
“Las TIC y la emergente economía  
digital”**

Resumen respuestas (%):

**4. TECNOLOGIA**

Nivel de Conocimiento	Grado de importancia			Impacto sobre ... (elegir máximo 2)				Fecha de materialización				Posición de España respecto a otros países (valorar de 1 a 4, 4 = más favorable)				Limitaciones (elegir máximo 2)				Medidas Recomendadas (elegir máximo 2)									
	Alto	Medio	Bajo	Desarrollo Industrial	Calidad de Vida y Entorno	Empleo	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de Innovación	Capacidad de Producción	Capacidad de Comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas / Normativas	Económicas	Medioambientales	Colaboración con empresas exteriores	Incorporación investigadores en empresas y/o Acciones de formación	Cooperación Industria – Centros I+D	Estímulos económico-fiscales de la Administración	Otros apoyos de la Administración				
Alto	49	24	36	58	6	0	44	48	8	18	74	6	3	0	2.1	2.2	2.0	2.1	2.3	51	4	23	0	37	19	35	8	2	
Medio	39	17	80	18	3	0	52	44	3	69	31	0	0	0	3.1	3.0	2.8	2.8	24	27	37	10	2	22	14	13	16	36	
Bajo	41	34	25	86	14	0	43	55	2	74	24	3	0	0	2.8	2.8	2.7	2.4	29	29	37	5	0	25	10	10	24	31	
Alto	41	39	36	46	18	0	38	59	3	26	59	11	4	0	2.3	2.3	2.3	2.2	35	30	26	9	0	22	0	31	17	31	
Medio	43	36	57	33	10	0	30	59	11	28	66	7	0	0	2.3	2.3	2.3	2.3	35	33	27	6	0	31	5	23	18	23	
Bajo	27	30	43	36	57	4	68	16	16	62	35	0	0	4	2.3	2.3	2.3	2.2	3	66	5	26	0	40	18	33	3	8	
Alto	29	47	24	73	19	8	40	51	9	72	19	6	3	0	2.5	2.5	2.5	2.7	26	47	9	17	2	35	9	31	11	15	
Medio	32	34	45	45	10	0	46	48	6	61	29	3	0	7	2.5	2.4	2.4	2.6	20	50	6	24	0	45	11	23	11	11	
Bajo																													

38. ¿Qué tecnologías considera que serán claves para el futuro desarrollo del comercio electrónico?  
 1) .....  
 2) .....  
 3) .....

# ***SECTORES TRADICIONALES***

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sectores Tradicionales  
Tecnologías de automatización**

INDICE GRADO DE IMPORTANCIA	IMPACTO DESARROLLO INDUSTRIAL	IMPACTO CALIDAD DE VIDA	IMPACTO EMPLEO	GRADO IMPORTANCIA / DESARROLLO INDUSTRIAL	GRADO IMPORTANCIA / CALIDAD DE VIDA	GRADO IMPORTANCIA / EMPLEO	FECHA DE MATERIALIZACIÓN	CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLOGICA
3.80	86,55%	6,72%	6,72%	3,29	0,28	0,28	2 Del 2005 al 2009	3
3.55	83,72%	9,30%	6,98%	2,97	0,33	0,25	2 Del 2005 al 2009	2
3.62	84,96%	6,19%	8,85%	3,08	0,22	0,32	2 Del 2005 al 2009	3
3.68	67,54%	21,93%	10,53%	2,49	0,81	0,39	2 Del 2005 al 2009	2
3.90	70,81%	21,74%	7,45%	2,76	0,85	0,29	1 Hasta el 2004	4 - 3
3.32	74,11%	12,50%	13,39%	2,46	0,42	0,44	2 Del 2005 al 2009	2
3.53	53,85%	25,00%	21,15%	1,90	0,88	0,75	2 Del 2005 al 2009	2 - 1
3,28	56,60%	34,91%	8,46%	1,86	1,14	0,28	2 Del 2005 al 2009	2
3,68	92,00%	3,00%	5,00%	3,39	0,11	0,18	1 Hasta el 2004	3
3,63	80,87%	13,04%	6,08%	2,94	0,47	0,22	2 Del 2005 al 2009	2
3,35	80,25%	14,81%	4,94%	2,69	0,50	0,17	2 Del 2005 al 2009	3
3,48	79,52%	14,46%	6,02%	2,77	0,50	0,21	2 Del 2005 al 2009	3
3,42	75,26%	15,73%	8,99%	2,57	0,54	0,31	2 Del 2005 al 2009	2
3,54	82,11%	11,36%	6,50%	2,91	0,40	0,23	2 Del 2005 al 2009	3
3,56	78,79%	17,17%	4,04%	2,80	0,81	0,14	2 Del 2005 al 2009	2

1 Se implantarán sistemas de control para la supervisión de los procesos de producción, logrando la automatización de la planificación y programación de los mismos. (SCADA).

2 Desarrollo y aplicación de sistemas expertos como herramienta automática de planificación y programación de los sistemas de producción.

3 La utilización de sistemas de simulación de procesos productivos, permitirá optimizar la producción (nuevas distribuciones en planta, gestión de recursos, etc.)

4 Integración de la cadena logística virtual (proveedores, empresa y clientes), mediante la estandarización de los procesos interempresariales y su automatización a través de los sistemas informáticos.

5 La utilización de redes informáticas facilitará la comunicación interna en la empresa proporcionando acceso automático a la información corporativa en tiempo real, permitiendo mejorar la organización y facilitando la toma de decisiones.

6 Se orientarán los procesos de automatización de una forma específica para cada aplicación, desarrollándose dispositivos y máquinas especiales para dichos procesos, en detrimento de los dispositivos de carácter genérico.

7 Nuevos desarrollos científico-técnicos basados en el uso de robots harán posible la automatización de tareas hasta ahora reservadas exclusivamente a operarios.

8 Se producirán avances importantes en las interfaces hombre/máquina que incrementarán el conocimiento de los procesos y permitirán su automatización.

9 Generación de piezas mediante técnicas avanzadas de prototipo rápido para su utilización como moldes o modelos iniciales.

10 Las líneas de producción incluirán utillaje automático que agilizará los procesos de cambio de piezas, moldes, planchas, materiales, etc., economizando espacio y tiempo.

11 Se dispondrá de sistemas de monitorización del desgaste de los componentes y útiles de las máquinas que generen alarmas automáticas para proceder a su mantenimiento predictivo.

12 Se introducirán sistemas de ensayos no destructivos en los procesos de fabricación que conectados al sistema informático de control de la producción, permitirán la regulación de parámetros de fabricación.

13 Se diseñarán sencillos aparatos de campo conectados al sistema de información de producción, que permitirán el análisis físico-químico de las materias primas a la recepción, pudiendo efectuar la clasificación inmediata de las mismas.

14 El 60% del conjunto de maquinaria que existirá en la empresa, permitirá realizar un control automático del proceso de producción.

15 Se desarrollarán sistemas de identificación, mediante la integración de dispositivos y terminales avanzados de comunicación en el propio producto, que permitirán el seguimiento y localización del mismo para aplicaciones como: gestión inteligente de la producción, distribución y comercialización.

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sectores Tradicionales  
Tecnologías de automatización**

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	CAPACIDAD COMERCIALIZACIÓN	INDICE DE POSICION	LIMITACIÓN 1	LIMITACIÓN 2	MEDIDA 1
3	3	12 Favorable	4 46,01% Económicas	2	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
2	2	8 Desfavorable	2 44,92% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
3	1	9 Desfavorable	4 46,21% Económicas	2	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
2	2	8 Desfavorable	2 37,56% Tecnológicas	4	Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración
3	3	12 Favorable	4 46,63% Económicas	2	Incorporación de Científicos y Tecnólogos en Empresas y acciones de formación
2	2	9 Desfavorable	2 51,41% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
1	1 - 2	6 Muy desfavorable	2 47,52% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
2	2	8 Desfavorable	2 46,91% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
3 - 2	3	11 Favorable	2 53,52% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
2 - 3	2	8 Desfavorable	2 52,41% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
2	3	10 Media	2 57,29% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
3	3	12 Favorable	2 55,86% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
2	2	8 Desfavorable	2 51,38% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
3	3	11 Favorable	4 47,96% Económicas	2	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos
2	1	7 Desfavorable	2 51,15% Tecnológicas	4	Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos

1 Se implantarán sistemas de control para la supervisión de los procesos de producción, logrando la automatización de la planificación y programación de los mismos.(SCADA).

2 Desarrollo y aplicación de sistemas expertos como herramienta automática de planificación y programación de los sistemas de producción.

3 La utilización de sistemas de simulación de procesos productivos, permitirá optimizar la producción (nuevas distribuciones en planta, gestión de recursos, etc.)

4 Integración de la cadena logística virtual (proveedores, empresa y clientes), mediante la estandarización de los procesos interempresariales y su automatización a través de los sistemas informáticos.

5 La utilización de redes informáticas facilitará la comunicación interna en la empresa proporcionando acceso automático a la información corporativa en tiempo real, permitiendo mejorar la organización y facilitando la toma de decisiones.

6 Se orientarán los procesos de automatización de una forma específica para cada aplicación, desarrollándose dispositivos y máquinas especiales para dichos procesos, en detrimento de los dispositivos de carácter genérico.

7 Nuevos desarrollos científico-técnicos basados en el uso de robots harán posible la automatización de tareas hasta ahora reservadas exclusivamente a operarios.

8 Se producirán avances importantes en las interfaces hombre-máquina que incrementarán el conocimiento de los procesos y permitirán su automatización.

9 Generación de piezas mediante técnicas avanzadas de prototipado rápido para su utilización como moldes o modelos iniciales.

10 Las líneas de producción incluirán utilaje automático que agilizará los procesos de cambio de piezas, moldes, planchas, materiales, etc., economizando espacio y tiempo.

11 Se dispondrá de sistemas de monitorización del desgaste de los componentes y útiles de las máquinas que generen alarmas automáticas para proceder a su mantenimiento predictivo.

12 Se introducirán sistemas de ensayos no destructivos en los procesos de fabricación que conectados al sistema informático de control de la producción, permitirán la regulación de parámetros de fabricación.

13 Se diseñarán sencillos aparatos de campo conectados al sistema de información de producción, que permitirán el análisis físico-químico de las materias primas a la recepción, pudiendo efectuar la clasificación inmediata de las mismas.

14 El 50% del conjunto de maquinaria que existirá en la empresa, permitirá realizar un control automático del proceso de producción.

15 Se desarrollarán sistemas de identificación, mediante la integración de dispositivos y terminales avanzados de comunicación en el propio producto, que permitirán el seguimiento y localización del mismo para aplicaciones como: gestión inteligente de la producción, distribución y comercialización.

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sector Tradicional**

**Tecnologías de automatización**

INDICE GRADO DE IMPORTANCIA	IMPACTO DESARROLLO INDUSTRIAL	IMPACTO CALIDAD DE VIDA	IMPACTO EMPLEO	GRADO IMPORTANCIA / DESARROLLO INDUSTRIAL	GRADO IMPORTANCIA / CALIDAD DE VIDA	GRADO IMPORTANCIA / EMPLEO	FECHA DE MATERIALIZACIÓN	CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLOGICA
3.40	69,57%	13,04%	17,38%	2.37	0.44	0.59	1 Hasta el 2004	3
3.36	51,85%	43,96%	4,40%	1.74	1.48	0.15	2 Del 2005 al 2009	2
3.24	56,06%	37,88%	6,06%	1.82	1.23	0.20	2 Del 2005 al 2009	3
3.60	77,21%	13,97%	8,62%	2.78	0.50	0.32	1 Hasta el 2004	2
3.64	80,73%	14,68%	4,59%	2.94	0.53	0.17	2 Del 2005 al 2009	3
3.50	81,82%	9,09%	9,09%	2.86	0.32	0.32	2 Del 2005 al 2009	2
3.48	84,95%	10,75%	4,30%	2.96	0.37	0.15	1 Hasta el 2004	3
3.52	12,50%	85,94%	1,56%	0.44	3.03	0.08	2 Del 2005 al 2009	3
3.19	9,62%	90,38%	0,00%	0.31	2.88	0.00	2 Del 2005 al 2009	2
3.74	11,39%	87,34%	1,27%	0.43	3.27	0.05	2 Del 2005 al 2009	3
3.57	22,39%	73,13%	4,48%	0.80	2.61	0.16	2 Del 2005 al 2009	2
3.78	81,48%	6,46%	12,04%	3.08	0.25	0.46	2 Del 2005 al 2009	3
3.65	79,25%	6,60%	14,15%	2.89	0.24	0.52	2 Del 2005 al 2009	2
3.75	28,00%	19,20%	52,80%	1.05	0.72	1.98	2 Del 2005 al 2009	2 - 3
3.86	11,20%	81,60%	7,20%	0.43	3.15	0.28	2 Del 2005 al 2009	2

16 Los avances en robótica y automática, así como la reducción de sus costes, permitirán la implantación de almacenes automatizados en pequeñas y medianas empresas.

17 Se desarrollarán técnicas para la optimización de los embalajes en función del producto, destino, medio de transporte, etc.

18 Se optimizarán las rutas de transporte entre proveedores, empresas auxiliares y fabricantes, a través de técnicas de localización, GPS, etc.

19 Generalización del uso de aplicaciones informáticas de gestión de calidad, de especialización sectorial y concebidas para pequeñas y medianas empresas.

20 Se implantarán sistemas automáticos para la inspección de materias primas, proceso productivo y producto final, mediante visión artificial y otros sensores avanzados, que serán capaces de detectar cualquier anomalía.

21 Se desarrollarán sistemas inteligentes que mediante la captura de las variables de control de un proceso, permitirán su reajuste automático.

22 Se establecerán sistemas de análisis en tiempo real de los costes de la calidad y no calidad en diferentes áreas del proceso productivo.

23 Se implantarán sistemas automáticos de medición del conjunto de variables medioambientales involucradas en los procesos productivos, basados en la instalación de sensores, e integrados en el sistema de gestión medioambiental de la empresa.

24 Se implantarán sistemas de separación automática de residuos mediante visión artificial y otros sensores avanzados.

25 Se crearán centros sectoriales de recogida y tratamiento automatizado de residuos específicos, para su reciclado, reutilización o eliminación reduciendo el daño ecológico.

26 Tanto la recogida selectiva de residuos, como la separación automatizada de los mismos, favorecerá la aparición de materiales reciclados de calidad.

27 El incremento de las inversiones en tecnologías para la automatización de las empresas, cifrable en un 50%, permitirá optimizar el funcionamiento de las mismas.

28 Las nuevas estructuras de fabricación que derivan la producción a empresas auxiliares, convirtiendo las fábricas en estructuras de control, montaje, empaquetado y distribución del producto final, requerirán de una creciente automatización de las relaciones entre proveedores y fabricantes.

29 Se producirán cambios en las competencias (conocimientos, destrezas y actitudes) requeridas a los trabajadores para desempeñar puestos de trabajo automatizados. Adquirirán competencias complejas y podrán desempeñar varios puestos en el proceso de fabricación.

30 Las tecnologías de la automatización y su implantación tendrán a minimizar los riesgos laborales y el impacto sobre la salud de los trabajadores.

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Sectores Tradicionales  
Tecnologías de automatización**

CAPACIDAD PRODUCCIÓN	CAPACIDAD COMERCIALIZACIÓN	INDICE DE POSICION	LIMITACIÓN 1	LIMITACIÓN 2	MEDIDA 1	MEDIDA 2
3	2	10 Media	4 54,36% Económicas	2	4 34,36% Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración	3
2	2	8 Desfavorable	4 43,33% Económicas	2	3 37,86% Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos	4
3	3	12 Favorable	4 51,72% Económicas	2	4 38,14% Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración	3
2	2	8 Desfavorable	4 52,10% Económicas	2	3 36,92% Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos	4
3 - 1 - 2	3	11 Favorable	2 47,71% Tecnológicas	4	3 41,92% Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos	1
2	2	8 Desfavorable	2 48,76% Tecnológicas	4	3 43,41% Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos	2
2	2	10 Media	4 50,39% Económicas	2	3 38,46% Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos	4
3	3	12 Favorable	4 48,46% Económicas	2	4 43,52% Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración	3
2	2	8 Desfavorable	4 41,25% Económicas	2	4 38,89% Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración	3
3	3	12 Favorable	4 43,22% Económicas	2	4 47,79% Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración	3
2	2	9 Desfavorable	4 36,63% Económicas	2	4 41,44% Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración	3
3	2	11 Favorable	4 54,55% Económicas	2	4 40,12% Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración	3
2	3	10 Media	4 40,82% Económicas	2	3 32,72% Cooperación Industria-Centros Invest. Y Tecnológicos	2
3	2	9 Desfavorable	1 48,81% Sociales	2	4 38,12% Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración	3
2	3	9 Desfavorable	4 36,57% Económicas	2	4 43,94% Estímulos Económicos-Fiscales de la Administración	3

16 Los avances en robótica y automática, así como la reducción de sus costes, permitirán la implantación de almacenes automatizados en pequeñas y medianas empresas.

17 Se desarrollarán técnicas para la optimización de los embalajes en función del producto, destino, medio de transporte, etc.

18 Se optimizarán las rutas de transporte entre proveedores, empresas auxiliares y fabricantes, a través de técnicas de localización, GPS, etc.

19 Generalización del uso de aplicaciones informáticas de gestión de calidad, de especialización sectorial y concebidas para pequeñas y medianas empresas.

20 Se implantarán sistemas automáticos para la inspección de materias primas, proceso productivo y producto final, mediante visión artificial y otros sensores avanzados, que serán capaces de detectar cualquier anomalía.

21 Se desarrollarán sistemas inteligentes que mediante la captura de las variables de control de un proceso, permitirán su reajuste automático.

22 Se establecerán sistemas de análisis en tiempo real de los costes de la calidad y no calidad en diferentes áreas del proceso productivo.

23 Se implantarán sistemas automáticos de medición del conjunto de variables medioambientales involucradas en los procesos productivos, basados en la instalación de sensores, e integrados en el sistema de gestión medioambiental de la empresa.

24 Se implantarán sistemas de separación automática de residuos mediante visión artificial y otros sensores avanzados.

25 Se crearán centros sectoriales de recogida y tratamiento automatizado de residuos específicos, para su reciclado, reutilización o eliminación reduciendo el daño ecológico.

26 Tanto la recogida selectiva de residuos, como la separación automatizada de los mismos, favorecerá la aparición de materiales reciclados de calidad.

27 El incremento de las inversiones en tecnologías para la automatización de las empresas, cifrable en un 50%, permitirá optimizar el funcionamiento de las mismas.

28 Las nuevas estructuras de fabricación que derivan la producción a empresas auxiliares, convirtiendo las fábricas en estructuras de control, montaje, empaquetado y distribución del producto final, requerirán de una creciente automatización de las relaciones entre proveedores y fabricantes.

29 Se producirán cambios en las competencias (conocimientos, destrezas y actitudes) requeridas a los trabajadores para desempeñar puestos de trabajo automatizados. Adquirirán competencias complejas y podrán desempeñar varios puestos en el proceso de fabricación.

30 Las tecnologías de la automatización y su implantación tenderán a minimizar los riesgos laborales y el impacto sobre la salud de los trabajadores.

***FERROCARRIL***

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Transporte.  
"Ferrocarriil"**

Ronda	Nº de Respuestas	Nivel de Conocimiento				Grado de Importancia				Impacto sobre	Fecha de Materialización del Pronóstico	Posición de España respecto de otros países	Limitaciones	Medidas recomendadas																							
		Alto	Medio	Bajo		Alto	Medio	Bajo	Inrelevante																												
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	a)	b)	c)	d)	1	2	3	4	5																	
		<b>TEMAS</b>																																			
1	280-53	23	58	19	3,70	72	26	2	0	55	43	2	51	42	8	0	0	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	4	5	
		Desarrollo de trenes inteligentes para obtener un mayor confort y reducir los costos de mantenimiento, controlando automáticamente la velocidad y ajustando los parámetros adecuados para el control de las suspensiones en respuesta al estado de los raíles																																			
2	280-53	32	45	23	3,68	74	21	6	0	62	36	1	81	17	2	0	0	4	4	3	0	36	4	60	0	18	3	28	43	8							
		Uso práctico de un sistema que permita circular a los vehículos motorizados sobre vías de anchos diferentes.																																			
3	280-49	8	24	67	2,96	24	49	24	2	40	54	6	16	38	33	7	3	2	2	3	2	8	40	18	34	0	28	4	22	31	15						
		Uso práctico de un sistema con el que los camiones se conviertan en trenes para suavizar la transición entre ferrocarril y carretera en el transporte de mercancías.																																			
4	280-52	17	15	67	2,67	17	38	38	6	53	46	1	0	27	16	49	8	1	1	2	1	0	46	0	46	9	46	10	26	15	3						
		Uso práctico de trenes de levitación magnética, a velocidad máxima de unos 500 Km/h.																																			
5	280-51	12	29	59	3,04	37	29	33	0	43	57	0	18	52	18	4	2	2	3	2	0	37	0	43	0	15	24	40	18	3							
		Uso práctico de sistemas a base de rayos laser, de ultrasonidos, etc., para detectar sobre las vías (incluyendo áreas diferentes a los cruces) a personas, vehículos u otros obstáculos, y provocar el frenado automático del tren.																																			
6	280-47	28	23	49	3,04	21	67	8	4	59	41	0	23	40	15	15	6	2	2	3	2	0	69	1	33	6	37	11	24	25	3						
		Uso práctico en trenes eléctricos de equipos de almacenamiento de energía que permitan la recuperación de la misma, aliviando así la carga de las subestaciones de distribución eléctrica en horas punta.																																			
7	280-50	38	32	36	3,64	72	20	8	0	51	46	4	24	58	12	4	2	2	3	2	0	46	1	48	5	31	14	19	27	9							
		Uso práctico de sistemas de transporte rueda/carril que combinen las tecnologías de vehículo y de infraestructura para viajes interurbano a velocidades superiores a 350 Km/h.																																			
8	280-50	16	38	26	3,64	68	28	4	0	56	41	3	52	44	2	2	0	2	2	3	2	0	34	4	41	0	34	10	35	18	4						
		Uso práctico de un sistema seguro, preciso, flexible y fiable de localización de trenes sobre y bajo tierra.																																			
9	280-37	3	14	84	3,05	24	54	22	0	61	37	2	11	64	17	6	3	2	2	3	2	0	64	4	30	2	24	16	45	13	2						
		Amplio uso de vías inteligentes resistentes a las interferencias electromagnéticas																																			
10	280-47	9	31	40	3,59	61	37	2	0	15	85	0	17	55	26	2	0	3	3	2	0	58	3	37	3	13	14	48	21	5							
		Desarrollo de un método fiable para reducir a la mitad el contenido en frecuencias medias/altas del ruido percibido del sistema rueda/rail.																																			

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Transporte.  
"Ferrocaril"**

Nº de Respuestas	Nivel de Conocimiento			Grado de Importancia				Impacto sobre			Fecha de Materialización del Pronóstico				Posición de España respecto de otros países				Limitaciones				Medidas recomendadas										
	Alto	Medio	Bajo	Indice Grado Importancia	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	Desarrollo Industrial	Calidad de vida y entorno	Emplojo	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2014	Más allá del 2015	Numero	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de Innovación	Capacidad de Producción	Capacidad de Comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas / normativas	Económicas	Medioambientales	Colaboración con empresas extranjeras	Incorporación de científicas y tecnólogos en empresas y acciones de formación	Cooperación industria - centros de investigación y tecnológicos	Estimales económicos/fiscales de la Administración	Otros apoyos de la Administración			
	1	2	3		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	a)	b)	c)	d)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
	<b>TEMAS</b>																																
11	2	4	23	3	4	23	3	3	60	7	0	84	16	0	40	47	12	0	2	2	2	3	2	0	67	0	33	0	37	10	37	15	1
	Uso practico de pantógrafos / catenarias que permitan el empleo de pantógrafos múltiples en trenes eléctricos de alta velocidad.																																
12	2	3	6	14	81	2	86	25	39	33	3	65	30	4	0	9	67	15	9	1	1	1	0	64	2	32	2	28	16	35	16	5	
	Uso práctico de nuevos métodos de captación eléctrica sin contacto (o con contacto intermitente) para uso seguro en vehículos ferroviarios. Los costes del ciclo de vida de vehículos ferroviarios son un 30% menores en términos reales que el de los modelos producidos actualmente, gracias al uso de tecnologías de diseño y de nuevos materiales y procesos.																																
13	2	5	20	53	27	3	76	24	0	0	63	7	30	17	69	13	0	0	3	3	3	2	3	0	60	6	34	0	24	16	38	17	3
	Uso práctico, sin comprometer la seguridad, de vehículos ferroviarios que usen materiales ligeros y unidades de potencia y auxiliares de reducido volumen, para reducir el peso del vehículo en un 50%.																																
14	2	5	22	47	31	3	67	67	33	0	0	67	22	11	6	54	33	8	2	3	3	2	0	54	7	39	0	26	18	37	17	2	
	Interoperabilidad de los sistemas ferroviarios de alta velocidad europeos.																																
15	2	5	18	38	24	3	82	84	14	2	0	42	48	10	14	70	10	6	0	2	2	3	2	6	38	29	27	0	44	6	4	27	20
	El tráfico aéreo en la CEE será reducido hasta en un 50% en personas a través de un sistema ferroviario de alta velocidad.																																
16	2	4	13	54	33	3	73	75	23	2	0	23	66	17	0	46	15	33	6	2	2	3	2	18	23	1	53	5	28	3	13	24	32
	Mediante la intermodalidad de los sistemas ferroviarios de larga distancia con los sistemas individualizados de transporte se ampliará la oferta completa del "puerta a puerta".																																
17	2	4	10	40	50	3	40	48	45	7	0	19	67	14	7	64	21	5	2	2	2	3	2	18	16	13	54	0	11	7	4	52	27
	Amplio uso de minitrenes automáticos como un sistema de transporte urbano.																																
18	2	4	9	45	47	2	91	21	49	30	0	29	65	6	2	30	38	28	2	2	2	3	2	17	27	8	48	0	30	7	20	30	14
	La modularización y estandarización de los trenes permite reducir en un 50% el plazo de entrega actual.																																
19	2	4	35	49	16	3	35	48	40	13	0	60	3	37	15	52	15	19	0	3	3	3	2	4	53	3	40	0	21	21	30	23	6
	Amplio uso de sistemas de freno electrónicos eliminando el freno de aire comprimido.																																
20	2	4	33	30	47	3	00	12	77	12	0	71	21	8	7	44	30	14	5	2	2	2	2	0	60	15	25	0	29	17	35	17	3

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Transporte.  
"Ferrocarril"**

Nº de Respuestas	Nivel de Conocimiento			Grado de Importancia				Impacto sobre			Fecha de Materialización del Pronóstico				Posición de España respecto de otros países				Limitaciones					Medidas recomendadas																
	Alto	Medio	Bajo	Indice Grado Importancia	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	Desarrollo Industrial	Calidad de vida y entorno	Empleó	Hasta el 2004	Del 2005 al 2009	Del 2010 al 2014	Más allá del 2015	Nunca	Capacidad Científica y Tecnológica	Capacidad de Innovación	Capacidad de Producción	Capacidad de Comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas / normativas	Económicas	Medioambientales	Cooperación con empresas exteriores	Incorporación de científicos y tecnólogos en empresas y acciones de formación	Cooperación industrial - centros de investigación y tecnológicos	Estímulos económicos/fiscales de la Administración	Otros apoyos de la Administración										
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	a)	b)	c)	d)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5											
<b>TEMAS</b>																																								
21	16	28	46	3,57	57	43	0	41	57	1	35	53	13	0	0	2	2	3	2	0	55	2	35	8	10	21	37	28	4											
Desarrollo de materiales de bajo coste con niveles de resistencia al fuego (MD) y baja emisividad y toxicidad de humos (FO) y que sean fácilmente conformables.																																								
22	3	33	63	3,33	37	28	5	0	74	20	6	7	62	29	2	0	2	2	3	2	0	28	2	28	2	24	20	43	12	1										
Desarrollo de tecnologías de diagnóstico que permitan la estimación in-situ de la vida remanente de componentes y estructuras en materiales metálicos, dependiendo de las condiciones de servicio, mediante inspecciones no destructivas.																																								
23	3	39	58	3,13	25	63	13	0	76	17	7	19	43	29	6	0	2	2	3	2	0	78	3	13	5	20	15	54	11	0										
El desarrollo de técnicas de ensayo no destructivo para evaluar la calidad inicial y la durabilidad de uniones adhesivas conduce a una mayor aplicación de los adhesivos.																																								
24	0	29	71	3,25	32	61	7	0	74	24	3	4	46	42	8	0	2	2	2	2	0	53	5	49	2	30	16	36	18	0										
Desarrollo de materiales compuestos de base aluminio de bajo costo, con elevada resistencia y rigidez y buena tolerancia al daño: $E \geq 110$ GPa, $R_p \geq 450$ MPa, $d \leq 2,8$ Mgm <sup>-3</sup> , $K_{1c} \geq 25$ MPa <sup>1/2</sup> .																																								
25	5	32	64	3,13	38	38	24	0	53	9	38	9	18	41	30	2	2	2	2	2	11	51	0	36	1	27	14	42	13	5										
Desarrollo de robots de mantenimiento capaces de diagnosticar y reparar máquinas y equipos actualmente mantenidos por el hombre.																																								
26	6	22	72	2,61	14	36	47	3	85	8	8	6	53	32	9	0	2	2	2	2	0	52	2	44	2	26	13	44	13	4										
Uso práctico de prototipado de imagen en lugar de prototipos sólidos (p. ej.: realización virtual por hologramas) como único precursor para la producción a escala real.																																								
27	5	20	75	3,37	49	39	12	0	63	37	0	5	62	23	10	0	2	2	2	2	2	60	2	23	12	29	15	39	15	2										
Disponibilidad de pilas secas con una capacidad de almacenar energía cinco veces mayor que las pilas actuales de NiCd, sin aumento de precio ni de peso.																																								
28	13	54	33	3,26	41	44	15	0	69	27	4	30	41	16	3	11	2	2	2	2	43	4	50	2	31	12	39	14	5											
Los productos electrónicos de consumo cumplen por rutina estándares militares de fiabilidad, de robustez y de insensibilidad a la temperatura.																																								

***NAVAL***

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Transporte.  
"Naval"**

Sistemas de Transporte y Construcción Naval	Ronda	N° de Respuestas	Nivel de Conocimiento			Grado de Importancia				Impacto sobre			
			Alto	Medio	Bajo	Índice Grado de Importancia	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	(Elegir máximo 2)		
											Desarrollo Industrial	Calidad de vida y entorno	Empleo
			1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	
			<b>TEMAS</b>										
1	2ºR	41	17	71	12	3,34	39	56	5	0	45	45	10
Amplio uso entre grandes aglomeraciones urbanas de sistemas de transporte por barco (incluyendo los sistemas de control del tráfico) con capacidad y velocidad elevadas (más de 300 personas y más de 30 nudos).													
2	2ºR	39	8	26	67	2,42	11	34	42	13	71	19	10
Desarrollo de un transporte marítimo con capacidad para atravesar el océano a más de 100 nudos, basado en tecnologías que incluyan la propulsión por superconductividad.													
3	2ºR	40	18	60	23	3,03	15	73	13	0	67	13	20
Desarrollo de navios rápidos de unas 500 toneladas de peso muerto, enteramente contruidos de nuevos materiales no-férreos para reducir peso.													
4	2ºR	39	21	38	41	2,66	13	45	37	5	55	20	25
Desarrollo de navios totalmente automáticos, capaces de navegar y de atracar en puerto automáticamente.													
5	2ºR	36	3	19	78	2,71	14	49	31	6	66	28	6
Desarrollo de submarinos autónomos, no tripulados, que recurriendo a la inteligencia artificial son capaces de investigar los recursos de los fondos marinos y de otras actividades, sin recibir ni energía ni instrucciones desde el exterior.													
6	2ºR	39	31	62	8	3,90	90	10	0	0	60	10	30
Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como bases de datos de diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual.													
7	2ºR	39	31	51	18	3,03	26	58	8	8	85	2	12
Desarrollo de una técnica de simulación fluidodinámica de barcos que elimina la necesidad de ensayos de canal en el desarrollo de sistemas de propulsión y en el diseño de formas de casco.													
8	2ºR	41	27	66	7	3,71	71	29	0	0	67	27	5
Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante avances tecnológicos en el desarrollo de la hélice y el diseño de la forma/superficie del casco.													
9	2ºR	39	8	64	28	3,67	67	33	0	0	58	39	4
Logro de una mejora de un 20% aprox. del rendimiento de los motores, incluyendo mejoras en los accesorios del mismo.													
10	2ºR	38	8	47	45	3,53	53	47	0	0	57	14	29
Uso práctico de zonas de containers totalmente automatizadas (tipo almacén automático), para aumentar la capacidad de manipulación de carga.													



**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Transporte.  
"Naval"**

		Ronda	Nº de Respuestas	Nivel de Conocimiento			Grado de Importancia				Impacto sobre			
				Alto	Medio	Bajo	Índice Grado de Importancia	Alto	Medio	Bajo	Irrelevante	Desarrollo Industrial	Calidad de vida y entorno	Empleo
			1	2	3	1	2	3	4	1	2	3		
<b>TEMAS</b>														
11	Uso práctico de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo para la navegación segura y eficiente de barcos y embarcaciones rápidas en aguas congestionadas.	2ºR	37	10	54	36	3,61	63	34	3	0	37	63	0
12	Uso práctico de sistemas de prevención de la colisión de barcos mediante avances en las tecnologías de detección y tecnologías de inteligencia artificial.	2ºR	39	18	44	38	3,58	58	42	0	0	32	66	2
13	Uso práctico de navios de gran fiabilidad capaces de funcionar durante cinco años sin necesidad de paradas por mantenimiento, gracias a las mejoras en la fiabilidad de los equipos y materiales.	2ºR	38	33	48	20	3,77	77	23	0	0	67	20	12
14	Uso práctico de tecnologías de recuperación de los materiales poliméricos reforzados con fibra de vidrio (FRP) utilizados en los barcos via pulverización, incineración, tratamiento químico, etc.	2ºR	28	0	14	86	2,89	18	57	21	4	25	68	8
15	Amplio uso de sistemas de observación que proporcionan información en tiempo real sobre las condiciones climáticas y del mar en grandes áreas marinas.	2ºR	35	6	26	69	3,17	26	66	9	0	27	73	0
16	En los motores diesel de los buques se reducirá hasta en un 50% las materias residuales peligrosas procedentes de los aceites de lubricación de los mismos.	2ºR	32	12	36	52	3,27	39	48	12	0	29	71	0
17	Amplio uso del monitorizado via satélite para facilitar el cumplimiento de las regulaciones de contaminación marina.	2ºR	35	0	61	39	3,39	53	33	14	0	10	88	2
18	El uso práctico de nuevas infraestructuras (p. ej.: puertos flotantes) o de procedimientos/instalaciones más efectivas de manipulación de carga (o ambas) reducen un 30% el coste de la interfaz barco/puerto.	2ºR	36	8	59	32	3,58	58	42	0	0	65	19	15
19	Uso práctico de nuevas infraestructuras flotantes (p. ej.: hoteles, aeropuertos, plantas de generación eléctrica, instalaciones deportivas, plantas desalinizadoras, etc.).	2ºR	37	13	61	26	3,18	32	58	8	3	52	33	15
20	Amplio uso de barcos 'feeders' no tripulados y rentables para el transporte de cargas desde los principales puertos/diques flotantes hacia destinos locales via navegación costera/fluvial.	2ºR	36	8	47	44	2,86	11	69	14	6	66	13	21

*Sistemas de Transporte y Construcción Naval*



**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Transporte.  
"Naval"**

Nº de Respuestas	Nivel de Conocimiento			Grado de Importancia					Impacto sobre					
	Alto	Medio	Bajo	Índice Grado de Importancia					Desarrollo Industrial	Calidad de vida y entorno	Empleo			
				1	2	3	4	5				1	2	3
<b>TEMAS</b>														
21	Uso práctico de energías renovables en el transporte marítimo.	2R	35	6	37	57	3,06	26	53	21	0	40	58	2
22	Desarrollo de transporte de agua dulce en grandes cantidades (>1.000.000 de Tm).	2R	38	18	55	26	2,95	26	45	26	3	25	67	8
23	Uso práctico de buques con impacto ecológico nulo.	2R	38	11	58	32	3,35	65	11	19	5	27	71	2
24	Uso práctico de nuevos materiales y tecnologías para reducir el empacho de las instalaciones de distribución eléctrica de potencia.	2R	30	3	17	80	2,57	7	50	37	7	80	17	3
25	Desarrollo de las tecnologías necesarias para la transmisión de las señales a bordo sin necesidad de cableado.	2R	35	9	31	60	2,91	21	50	29	0	73	27	0
26	Uso práctico en construcción naval de sistemas de fabricación virtual que soportan actividades de fabricación, incluyendo el modelizado, diseño, operaciones de producción (incluyendo mantenimiento), y la recogida de desechos.	2R	38	24	39	37	3,55	63	32	3	3	66	11	23
27	Amplio uso en construcción naval de sistemas de diseño y fabricación descentralizados (mediante la distribución funcional a lo largo de líneas de clientes, proveedores y fabricantes) basados en la internacionalización y la conexión en red.	2R	36	17	53	31	3,68	74	21	6	0	62	4	35
28	Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos, apropiadas a su tamaño y funcionalidad, basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente.	2R	36	8	72	19	3,74	74	26	0	0	30	64	6
29	Amplio uso en construcción naval de robots para trabajos peligrosos o en condiciones extremas, asegurando la seguridad del trabajador.	2R	40	23	48	30	3,74	74	26	0	0	42	48	11
30	Amplio uso de métodos para predecir la vida a largo plazo de materiales estructurales, basados en el modelizado teórico cuantitativo del comportamiento de los materiales.	2R	32	6	47	47	3,23	39	45	16	0	69	31	0
31	Amplio uso de tecnologías de unión por adhesivos en uniones estructurales.	2R	32	6	41	53	3,39	45	48	6	0	71	14	14

*Sistemas de Transporte y Construcción Naval*

**Estudios Sectoriales de Prospectiva:  
Transporte.  
"Naval"**

Nº de Respuestas	Ronda	Fecha de Materialización del Pronóstico					Posición de España respecto de otros países (Valorar de 1 a 4)				Limitaciones				Medidas recomendadas					
							España respecto de otros países (Valorar de 1 a 4)				(Elegir máximo 2)				(Elegir máximo 2)					
		1	2	3	4	5	Capacidad Tecnológica	Capacidad de Innovación	Capacidad de Producción	Capacidad de Comercialización	Sociales	Tecnológicas	Legislativas / normativas	Económicas	Medioambientales	Colaboración con empresas exteriores	Incorporación de ciencias y tecnologías de la Ingeniería	Cooperación industria - centros de investigación y tecnológicos	Estímulos económicos/fiscales	Otros apoyos de la Administración
<b>TEMAS</b>																				
21	2ºR	0	37	29	29	6	2	2	2-3	2	0	57	2	41	0	21	9	28	36	7
22	2ºR	19	54	5	22	0	3	3	4	3	2	16	7	57	18	14	0	30	42	14
23	2ºR	3	45	29	13	11	3	3	3	3	0	53	2	45	0	25	10	30	25	10
24	2ºR	14	59	24	3	0	2	2	2	2	0	60	2	37	0	33	10	46	10	0
25	2ºR	9	54	29	6	3	2	2	2	2	0	57	13	30	0	37	7	53	3	0
26	2ºR	16	58	24	0	3	3	3	2-3	2	2	53	0	45	0	33	10	21	31	4
27	2ºR	31	39	17	8	6	3	2	3	2	6	48	0	46	0	44	9	31	11	5
28	2ºR	36	56	8	0	0	3	3	3	2	2	39	9	51	0	10	15	30	25	20
29	2ºR	20	70	3	5	3	2	2	2	2	6	51	1	42	0	31	3	39	24	4
30	2ºR	19	34	44	3	0	3	3	2	2	2	47	2	49	0	22	16	53	7	2
31	2ºR	16	34	31	19	0	2	2-3	2	2	0	61	10	24	4	34	7	47	12	0

*Sistemas de Transporte y Construcción Naval*