

## **Caracterización de prototipos de Empresas de Base Tecnológica respecto a la intensidad de la innovación. Aplicación a la comunidad de Andalucía**

**José Guadix Martín, Luis Onieva Giménez, Jorge Gutiérrez Rumbao, Pablo Cortés Achedad**

Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas, Grupo Ingeniería de Organización. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. Avda. de los Descubrimientos, s/n 41092. Sevilla. [guadix@esi.us.es](mailto:guadix@esi.us.es), [onieva@esi.us.es](mailto:onieva@esi.us.es), [jorge.gutierrez@juntadeandalucia.es](mailto:jorge.gutierrez@juntadeandalucia.es), [pca@esi.us.es](mailto:pca@esi.us.es)

### **Resumen**

*En los últimos años la Administración ha participado activamente en la promoción y creación de Empresa de Base Tecnológica. En este contexto, surge pues la necesidad de determinar qué es una EBT y qué no lo es. Esta necesidad, amplia, puede desglosarse no exhaustivamente en dos aplicaciones cotidianas en la Administración competente en materia tecnológica:*

*- Conjunto de criterios que determina la condición de beneficiario de un determinado instrumento de incentivos.*

*- Conjunto de criterios que determina la calificación e inscripción en un registro tecnológico.*

*El primero de los aspectos anteriores es especialmente relevante en la financiación de muchas de las Empresas de Base Tecnológica que por su ciclo de producto requieren estas acciones desde la Administración. En cuanto a la intensidad de las ayudas, es fundamental establecer el encuadramiento de la actividad o de los proyectos de las empresas respecto al nivel tecnológico, de manera que cuanto más básica sea la innovación y menos aplicado sea el proyecto, mayor será el porcentaje de ayuda concedido sobre la base de incentivos, de acuerdo con las necesidades de financiación hasta la puesta en mercado y comercialización.*

*El objeto del presente artículo es proponer una serie de prototipos de Empresa de Base Tecnológica y sus características de manera que abarquen el espectro de intensidad tecnológica, a fin de situar y graduar la acción de la Administración.*

**Palabras clave:** Empresa de Base Tecnológica, Innovación, Coeficiente Tecnológico

### **1. Introducción**

El concepto de Empresa de Base Tecnológica es un concepto abierto que encuentra una acotación clara cuando se define en el ámbito de iniciativas de creación desde distintas instituciones, en el que el concepto se formula de acuerdo a las peculiaridades de la convocatoria, pero que resulta difícil de tratar cuando la cuestión es dilucidar si una entidad reúne las condiciones para ser considerada Empresa de Base Tecnológica a efectos por ejemplo de un registro tecnológico o la entrada en un parque tecnológico y en qué medida, a efectos de modular por ejemplo la cuantía de un incentivo.

El segundo de los aspectos anteriores es especialmente relevante en la financiación de muchas de las Empresas de Base Tecnológica que por su ciclo de producto requieren estas acciones desde la Administración. Estas acciones se basan en el encuadramiento de la actividad o de los proyectos de las empresas respecto al nivel tecnológico, de manera que cuanto más básica sea la innovación y menos aplicado sea el proyecto, mayor será el porcentaje de ayuda

concedido sobre la base de incentivación, de acuerdo con las necesidades de financiación hasta la puesta en mercado y comercialización. El objeto del presente artículo es proponer una serie de prototipos de Empresa de Base Tecnológica y sus características de manera que abarquen el espectro de intensidad tecnológica, a fin de situar y graduar la acción de la Administración.

La metodología propuesta para ello es la siguiente: En primer lugar se seleccionan como variables dependiente e independiente para el análisis el coeficiente tecnológico y la actividad de innovación tecnológica, de tal forma que el coeficiente tecnológico sea una función dependiente de la actividad de innovación tecnológica. Este conjunto nos proporciona el espectro de intensidad tecnológica como una distribución del coeficiente tecnológico según el tipo de actividad de innovación tecnológica. Para el cálculo del coeficiente tecnológico, se diseñará una herramienta de evaluación tecnológica que se aplicará a una muestra de empresas tecnológicas, mediante el cual se asignará a las distintas empresas un valor tecnológico con el que se podrá situar en la zona del espectro de intensidad tecnológica al que pertenece. Finalmente, cada zona acogerá empresas con un tratamiento similar de la I+D+i, con lo que se intentará la exploración de características comunes que definan las peculiaridades del grupo de la zona.

## **2. La evaluación tecnológica**

La evaluación tecnológica se constituye como herramienta fundamental para el estudio y clasificación del nivel tecnológico de una población de empresas a través de una muestra dada. El objetivo de una evaluación tecnológica puede ser la constatación de una serie de características en un individuo de la muestra y además de una manera más elaborada la obtención de un coeficiente tecnológico para su caracterización. El coeficiente con un rango de variación dado, medido en tanto por uno o tanto por ciento, indicará el nivel tecnológico de la empresa de manera que se pueda establecer una prelación entre los individuos analizados.

Los requisitos mínimos que debe guardar la herramienta que implemente la evaluación, son los correspondientes a evaluaciones fiables, repetibles, no arbitrarias, discriminantes si se quiere guardar coherencia en los resultados entre empresas con niveles similares y distintos. Estas virtudes conferirán consistencia a las evaluaciones. Con estos fines se ha elaborado una herramienta para evaluar el nivel tecnológico de una muestra de empresas catalogadas como EBT. La herramienta ha pasado por diferentes versiones en las que los cambios han sido significativos. Basada originalmente en el trabajo de Dornberger (2002) se ha diseñado con aportaciones propias y mediante la comparación con otras herramientas de evaluación.

Adicionalmente, para la ponderación de los pesos de los distintos factores de evaluación en el valor global, se ha realizado un trabajo de campo que ha identificado las características en mayor medida atribuidas a las Empresas de Base Tecnológica en un conjunto de fuentes consultadas como son: la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía –IDEA (2004) en su programa Atlantis, la Fundación COTEC en su libro “Creación de Empresas Innovadoras de Base Tecnológica” (2001), el Instituto Nacional de Estadística (INE) en su encuesta de innovación industrial (2004), la Asociación Nacional de Centros Europeos de Innovación Españoles (ANCES, 2003) en su estudio “La creación de empresas de base tecnológica. Una experiencia práctica”, la Comunidad Valenciana en su programa IMPIVA (2007), la definición de Allen (1992), Chamanski y Waagø (1999), en su estudio *The organizational success of new, technology-based Firms*, el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) en su iniciativa Neotec, (2007), la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid en su publicación “Creación de Empresas de Base Tecnológica. La experiencia

internacional” (2000), la Universidad Politécnica de Cataluña dentro de su programa Innova (2006), la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía mediante los criterios empleados para la calificación como agentes tecnológicos (2002), y la Universidad de Sevilla en su concurso de iniciativas empresariales (OTRI, 2004). En dicho trabajo de campo, se extrae que el conjunto de programas analizados presenta el siguiente orden de aparición de las diez características propuestas en las definiciones empleadas:

**Tabla 1.** Orden de importancia de las diez características propuestas de las EBTs

Característica	Porcentaje de aparición en los 15 programas	Orden
Perspectiva de la protección intelectual	20%	10
Perspectiva innovadora (1ª vertiente de <i>new</i> )	73,3%	1
Perspectiva emprendedora (2ª vertiente de <i>new</i> )	26,67%	7-8-9
Perspectiva de la vertiente tecnológica Conocimiento	60%	2
Perspectiva sector determinado	40%	5-6
Perspectiva ventaja competitiva	53,3%	3
Perspectiva de la vertiente tecnológica equipamiento	46,67%	4
Perspectiva del origen	26,67%	7-8-9
Perspectiva del mercado potencial	26,67%	7-8-9
Cualificación y experiencia de los emprendedores / empleados	40%	5-6

A la vista de los resultados generados, se elabora la siguiente definición ponderada: “Se define Empresa de Base Tecnológica como aquella empresa con un producto o servicio innovador (73,3%) que cuenta con un profundo conocimiento tecnológico (60%), que basa su ventaja competitiva en la ciencia, en la tecnología o en la I+D (53,3%), dotado de equipamiento tecnológico adecuado (46,67%) y una cualificación de sus promotores y trabajadores contrastada (40%), así como una pertenencia a los sectores de alta tecnología o el nuevo mercado (40%), con un origen *spin off* o *spin out* (26,67%), iniciado por un emprendedor (26,67%), con un enorme mercado potencial (26,67%) y que aplica medidas de protección intelectual a sus productos o servicios (20%)”. Las características y los porcentajes de la tabla 1 han conducido a la creación de un conjunto de once factores de evaluación con una agrupación de pesos según la tabla siguiente:

**Tabla 2.** Ponderación final para la herramienta de evaluación tecnológica

Factor de evaluación	Grupo de peso	Cuestión	Peso
1. Sector	SECTOR Y MERCADO	¿Dónde?	30%
9. Visión económica o de mercado			
10. Recursos técnicos			
2. Actividades innovadoras	ACTIVIDADES Y PROYECTOS	¿Qué?	35%
7. Proyectos relevantes			
3. Cooperación en innovación			
4. Gestión del conocimiento tecnológico	CONOCIMIENTO RECURSOS HUMANOS	¿Cómo? ¿Quiénes?	35%
8. Visión científica			
5. RRHH en I+D			
6. RRHH en tecnología			
11. Promotores			
12. Datos generales	-	-	-

Cada evaluación tecnológica es una hoja de datos de forma binaria con doce apartados, cada uno de estos apartados hace referencia a una serie de características que debe tener la empresa para considerarla verdaderamente una EBT.

Si la empresa tiene una característica se le asigna un “1” a la misma y, en caso contrario, un “0”. Dicha característica tiene un peso determinado, asignado según la experiencia, dependiendo de la importancia de la misma sobre el total de cada apartado, de forma que se multiplicará el valor binario puntuado por el peso asignado.

De esta manera el coeficiente tecnológico final se obtiene como:

$$\text{Coeficiente tecnológico} = \sum R_i$$

donde  $i = 1$  a 11, siendo 11 el número de apartados valorados en la evaluación. Este coeficiente se mide entre 0 y 100, o en su escala unitaria. Además debe estar sujeto a las siguientes restricciones:

$$R_i = S_i \times P_i$$

$$P_i = PAGF / PGH$$

$$\sum_i \sum_k \beta_{ik} = 75$$

$$S_i = (\sum_k \beta_{ik} \times \delta_{ik})$$

Donde:

$P_i$ : ponderación del factor  $i$ , llevando la puntuación obtenida en el apartado o factor al valor que le corresponde en una escala de 100 mediante una expresión que tiene como numerador el peso asignado al grupo de factores  $-PAGF$  al que pertenece el factor  $i$  de acuerdo a la tabla 2 y como denominador el peso del grupo en la herramienta  $-PGH$  (con pesos de los subfactores asignados según la experiencia). Si no fuera por la participación de esta ponderación, el resultado máximo de la evaluación sería 75.

$S_i$ : suma de subfactores de cada apartado o factor  $i$ , que tienen un peso  $\beta_{ik}$  y que el evaluador ha puntuado dando un valor “1” a la variable  $\delta_{ik}$ .

$k$ : número de subfactores.

### 3. Muestra y resultados de la evaluación tecnológica

La primera muestra de empresas seleccionadas para el estudio la constituían unas 400 empresas en Andalucía, de entre las que hubo que realizar una selección por razón de la actividad principal, no siempre centrada en la innovación tecnológica. Una vez realizado el primer descarte, aún había que tratar con un número de empresas superior a 200. Se recogieron los datos financieros y de actividad de cada una de las empresas y se codificó.

A medida que se iba realizando la recogida de datos se fue realizando la clasificación de empresas, que llevaba implícita un nuevo descarte según la disponibilidad de datos. El proceso se muestra en la siguiente figura:

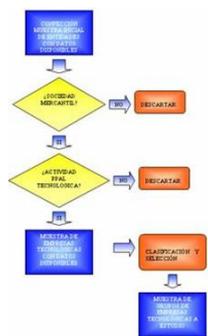


Figura 1. Proceso de clasificación de empresas

Dentro de la clasificación de las EBTs se consideraron los siguientes grupos, reduciendo la muestra a las empresas que realmente se consideran de base tecnológica:

- Biotecnología (BT), 7 empresas.
- Desarrollo de software avanzado (TIC-1), 3 empresas.
- Desarrollo de software rutinario (TIC-2), 15 empresas.
- Actividades informáticas (TIC-3), 12 empresas.

Una vez recogida toda la información, y clasificadas por grupos, se comenzó con la evaluación tecnológica, que finalmente proporcionó los resultados resumidos en la figura 2.

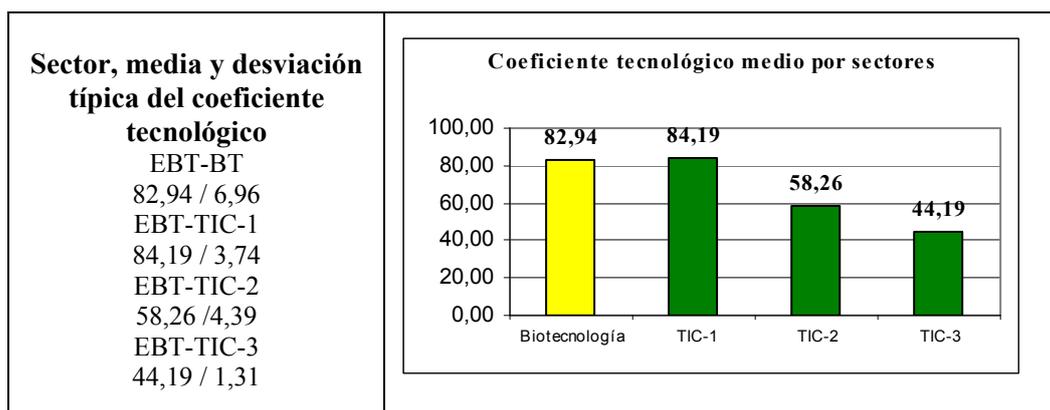


Figura 2. Coeficiente tecnológico medio por grupos de EBTs

Posteriormente, tras la realización de las evaluaciones tecnológicas, las empresas tipo BT y TIC-1, por afinidad tecnológica constituyeron el primer prototipo tecnológico, denominado EBT-Tipo 1, quedando las TIC-2 y TIC-3 como prototipos denominados EBT-Tipo 2 y EBT-Tipo 3 respectivamente.

#### 4. Caracterización de las EBTs a través de los prototipos identificados

Como resultado fundamental del presente estudio se puede destacar la caracterización de las EBTs a través de tres prototipos básicos a los que le son inherentes una serie de características.

La mayor incidencia diferenciadora entre los prototipos, o poder discriminante de las distintas variables de la evaluación tecnológica, así como de ciertas variables financieras observadas, han sido establecida mediante técnicas estadísticas de análisis discriminante (Huberty (1994)).

El principio fundamental que incide en las demás propiedades que se expondrán lo constituye el hecho de que cuanto más original y novedosa sea la actividad tecnológica más necesidad de

financiación se requerirá con influencia en la deuda a largo plazo, como se puede comprobar en la figura 3.

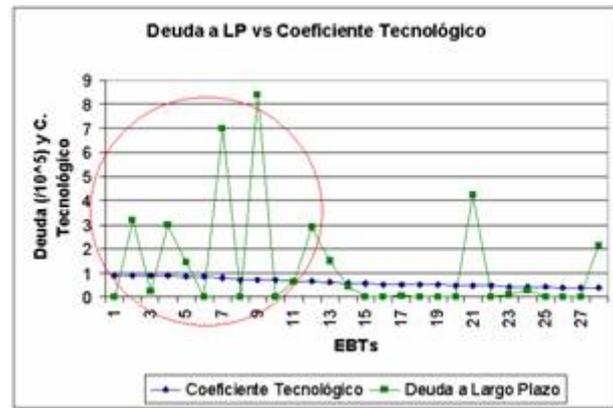


Figura 3. Deuda a largo plazo frente al coeficiente tecnológico

Consecuentemente, y dada su condición de subvencionables para la consecución de los beneficios conocidos en la economía regional el otorgamiento de subvenciones siguen también esta pauta del principio anterior, ver figura 4.

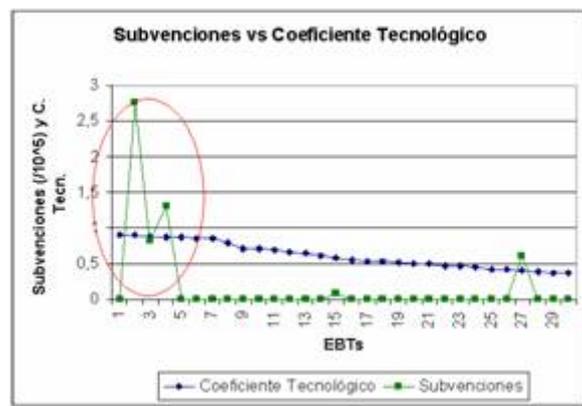


Figura 4. Subvenciones frente al coeficiente tecnológico

Además la mayor incertidumbre sobre el éxito de las actuaciones se traduce en la dificultad de controlar la rentabilidad financiera y por tanto la entrada de capital en estas empresas.



Figura 5. ROE frente al coeficiente tecnológico

Se observa como en las empresas con coeficiente tecnológico entre 0,5 y 0,7 la variación de los valores de la ROE están más acotadas, lo que implica una menor incertidumbre a la inversión. Estos resultados muestran que las empresas con un mayor nivel tecnológico coexisten con un ciclo de producto largo que dificulta su financiación hasta la comercialización, en el caso de que se tenga éxito en la consecución de un producto comercializable. Ello tiene implicación en el tamaño de estas empresas, que suele ser pequeño y con un alto nivel de cualificación de su personal. Estos resultados, coinciden con lo que ya se apuntaban en ciertos estudios internacionales, como por ejemplo los de Rickne y Jacobsson (1996) o Jones-Evans y Westhead (1996) en lo relativo al tamaño, y Laamanen y Autio (1996) en lo relativo a la cualificación.

Las empresas de mayor nivel tecnológico suelen centrar su actividad en proyectos, más que en productos, con un bajo margen de rotación de los mismos y con un precio elevado. Este comportamiento se invierte conforme descendemos en el nivel tecnológico de las empresas estudiadas.

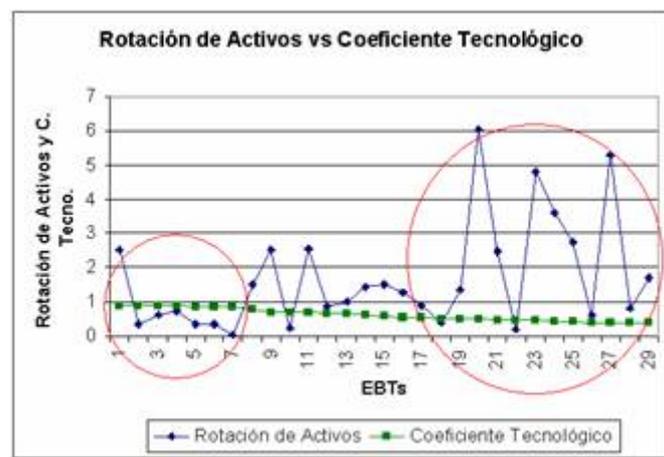


Figura 6. Rotación de activos frente al coeficiente tecnológico

En cuanto a su localización, las empresas de mayor nivel tecnológico suelen ubicarse en espacios propicios para la innovación como los parques tecnológicos, normalmente cercanos a la Universidad. El resto de empresas, aunque en menor medida, también tienen una incidencia importante respecto a su localización en parques tecnológicos, al ser empresas también tecnológicas.

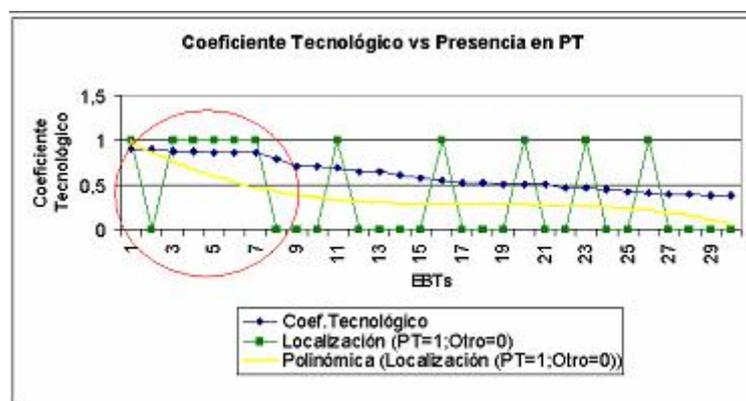


Figura 7. Localización frente al coeficiente tecnológico

La investigación genérica, aporta descubrimientos novedosos que aportan soluciones, las cuales generan los principios del desarrollo tecnológico. Sin embargo, la industria a menudo renuncia a invertir en investigación tecnológica genérica debido a la alta incertidumbre acerca del mercado potencial y el riesgo relacionado con esa clase de investigaciones. Como resultado, el papel de las Administraciones es necesario en esta etapa en los casos no cubiertos por las sociedades de capital riesgo para asegurar el apropiado desarrollo de las nuevas tecnologías y la transferencia de nuevo conocimiento a la industria. Al mismo tiempo, en estas etapas las personas cualificadas para trabajar en ellas no suelen desarrollar las habilidades directivas y comercializadoras por lo centrados que se encuentran en sus tareas de investigación, por lo que la entrada en las EBTs de otros profesionales con una cualificación empresarial suele ser recomendable.

El hecho de contar con un sistema de gestión implantado y certificado denota la presencia de habilidades de gestión en la empresa. Estas habilidades no son inherentes al perfil científico de los investigadores más ocupados en el día a día de sus desarrollos e investigaciones.

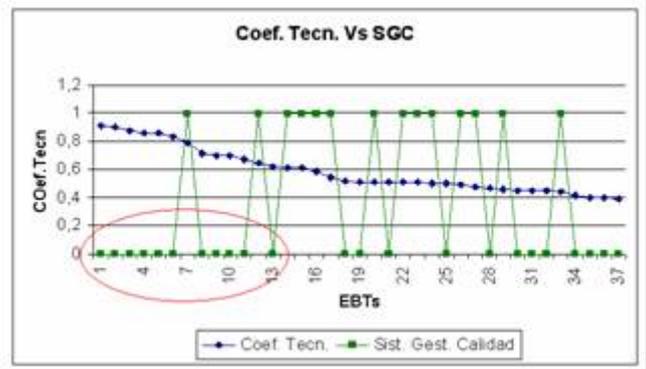


Figura 8. Sistemas de gestión implantados frente al coeficiente tecnológico

En la zona de menor intensidad tecnológica, el producto funciona, se sabe aceptado, constituye una innovación en los mercados, y la actividad principal radica en la comercialización y en el servicio postventa, lo que sin duda sitúa en esta etapa a los servicios técnicos, que pueden tener respecto de sus recursos humanos, un rango de cualificaciones de personal desde técnicos o técnicos superiores de la formación profesional reglada o certificados profesionales de la FPO equivalentes, hasta ingenieros o licenciados tecnológicos para la adaptación de soluciones más complejas.

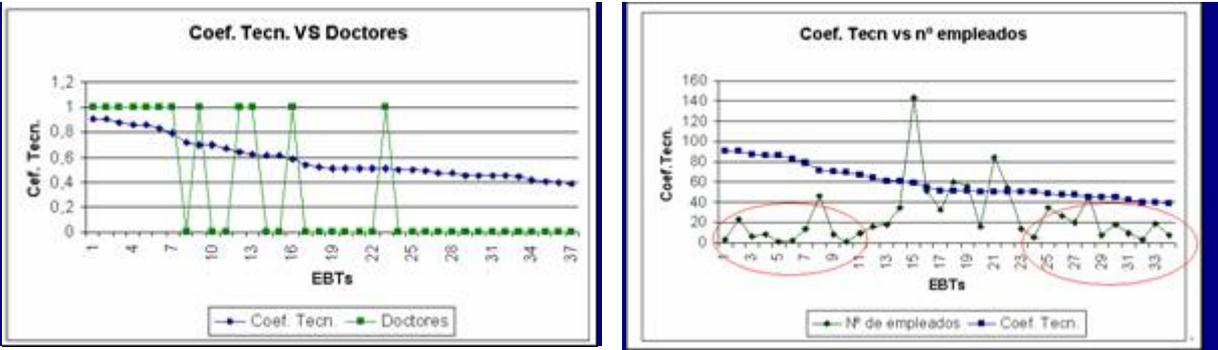


Figura 9. Doctores y números de empleados frente al coeficiente tecnológico

Es interesante observar como en la zona de empresas con un mayor coeficiente tecnológico el tamaño de las empresas es relativamente pequeño como se desprende del hecho de que el número de empleados es menor que en la zona media, figura 9 (izquierda).

## 6. Conclusiones

Una vez expuestos todos los resultados, los tres prototipos delimitadores de las EBTs presentan las siguientes características, que pueden representarse gráficamente mediante la siguiente figura.



**Figura 10.** Espectro de intensidad tecnológica y ubicación de los prototipos de EBT identificados

En la figura 10, se aprecia el Espectro de Intensidad Tecnológica definido mediante sus variables coeficiente tecnológico, actividades de innovación tecnológicas y la ubicación de los prototipos de Empresas de Base Tecnológica identificados mediante la evaluación tecnológica. Asimismo, se recogen en la figura las fronteras propuestas entre los prototipos, en función de valores concretos obtenidos de la evaluación tecnológica. Las características de cada prototipo identificado se resumen a continuación:

### EBT-Tipo 1

Rango de actuación: Zona desde investigación básica a transferencia tecnológica.

Valor tecnológico: Coeficiente tecnológico > 70

Características:

- Alto riesgo y alta incertidumbre financiera (éxito o no de la investigación y en qué tiempo). Presencia del capital riesgo.
- En el análisis de las cuentas anuales de estas empresas es fundamental el ciclo de proyecto.
- Caso de éxito, mayores márgenes.
- Presencia importante de subvenciones de la Administración.
- Relacionadas con Universidades y centros públicos investigación.
- Pertenencia a redes científico- técnicas.
- Ubicación en espacios de innovación.
- Personal de alta cualificación. Grupos de investigación.
- Publicaciones conviven con las patentes.
- Los productos toman la forma de proyectos.
- Rotación de activos moderada.
- Tamaño pequeño.
- Ciertas deficiencias en la gestión.

### EBT-Tipo 2

Rango de actuación: Zona desde desarrollo tecnológico a transferencia tecnológica.

Valor tecnológico: Coeficiente tecnológico entre 50 y 70

Características:

- Potencial económico más evidente y explícito. Estabilidad financiera.
- Presencia del capital riesgo en mayor medida.
- Aumento de la presencia de sociedades mercantiles para estas actividades.

- La decisión sobre momento de entrada en el mercado es importante.
- Búsqueda de prototipos, planos, desarrollos informáticos, materializaciones que pueden requerir desde doctores a Ingenieros o licenciados tecnológicos.
- Predominio de patentes sobre publicaciones.
- Mayor tamaño que las EBT-Tipo1.

### **EBT-Tipo 3**

Rango de actuación: Zona de comercialización tecnológica de la innovación.

Valor tecnológico: Coeficiente tecnológico <50

Características:

- Economía de escala.
- Rentabilidad ajustada.
- Predominio de la comercialización y servicios técnicos.
- Aplicaciones rutinarias de solución cerrada que puede requerir desde licenciados tecnológicos o ingenieros hasta los niveles de formación profesional.
- Mayor rotación de activos.
- Menor margen.

### **Referencias**

- Allen, J.C. (1992). *Starting a technology business*. Pitman Publishing, London, UK.
- Chamanski, A. y Waagø, S.J. (1999). *The organizational success of new, technology-based Firms*. <http://www.nec.ntnu.no/dokumenter/hightech.pdf>.
- Dornberger, U.; Becher, U. (2002). *Métodos de evaluación de Empresas de Base Tecnológica*.
- Jones-Evans, D.; Westhead, P. (1996). "The high technology small firms in the UK". *International Journal of Entrepreneurial Behavior and Research*, 2(1):15-35.
- Laamenen, T.; Autio, E. (1996). "Dominant dynamic complementarities and technology-motivated acquisitions of new, technology-based firms". *International Journal of Technology Management*, 12(7-8):769-786.
- Rickne, A.; Jacobsson, S. (1996), "New technology-based firms –an exploratory study of technology exploitation and industrial renewal". *International Journal of Technology Management*, 11(3-4):238-257.