

UNIVERSIDAD DE OVIEDO



Departamento de Explotación y
Prospección de Minas

Tesis Doctoral

Modelo de desarrollo de Centros
Tecnológicos Industriales orientados a
proyectos en entornos no intensivos en
innovación

Directores: José Valeriano Álvarez Cabal

José Manuel Fernández Mesa

Autor: Jesús M. Fernández García

Enero 2010



Universidad de Oviedo

Modelo de desarrollo de Centros Tecnológicos Industriales orientados a proyectos en entornos no intensivos en innovación

Jesús M. Fernández García

ISBN: 978-84-693-8855-6

Depósito Legal: AS.00970-2010

<http://www.tesisenred.net/TDR-1018110-103017>

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



Reservados todos los derechos
© El autor

Edita: Universidad de Oviedo,
Biblioteca Universitaria, 2010
Colección Tesis Doctoral-TDR nº 74
ISBN: 978-84-693-8855-6
D.L.: AS.00970-2010

Considero que una tesis doctoral significa "hacer cumbre" en una carrera académica y profesional. Y no hay hito de dicha magnitud que se pueda alcanzar sin la colaboración de muchas personas. Por ello quiero expresar que me siento muy afortunado de las oportunidades que se me han brindado y de toda la gente que me he ido encontrando en mi camino. A todos y cada uno de ellos les manifiesto mi sincera gratitud.

A riesgo de ser injusto por olvidarme de algunos, no puedo excusar hacer referencia explícita a varias personas que han jugado un papel crucial en este sentido, sin las que hubiera sido imposible estar hoy presentando este trabajo. En primer lugar al Viceconsejero de Ciencia y Tecnología del Principado de Asturias, el Dr. Herminio Sastre, quien me animó a emprender este duro camino de los estudios de doctorado y que junto a Dña. Angeles Álvarez, confiaron en mí en 2004 para poner en marcha un ilusionante proyecto de centro tecnológico que hoy se llama Fundación PRODINTEC.

Quiero expresar también mi gratitud a la Universidad Oviedo donde recibí, hace años ya, mi título de Ingeniero Industrial y ahora aspiro al de Doctor. Siendo importante la labor investigadora de la universidad, me temo que a veces no se valore suficientemente su abnegada labor docente, que es la que nutre de profesionales las empresas y el sistema económico en general de nuestra región. Asturias es, en gran medida, lo que su universidad produce. Yo quiero reconocer públicamente mi agradecimiento a mis profesores, y a la entidad en su conjunto, por poner los medios para que se haga realidad ese lujo que es aprender.

Sé que este sentimiento es compartido por otra de las personas a quien quiero mencionar, el Dr. Adriano Mones, pues siguiendo su consejo fue como me acerqué al Área de Proyectos de Ingeniería donde he podido compatibilizar mi intenso día a día con la necesaria dedicación a este tercer ciclo académico. Muchas gracias también a mis tutores por su paciencia y sus buenos consejos en la redacción de la memoria y la ordenación de mis ideas.

Por último, mi más sincero reconocimiento a todos mis compañeros en Fundación PRODINTEC, que constituye un equipo de personas realmente excepcional, al que me siento orgulloso de dirigir, de los que todos los días aprendo algo, y que son los auténticos protagonistas de los resultados que estamos alcanzando y que se exponen en la tesis.

Este trabajo está dedicado a cinco mujeres que son los pilares fundamentales de mi vida y a las que les debo todo lo que soy: Geles, Marta, Laura, Ana María y Elisa; y a la memoria de mi padre, siempre presente.

SÍNTESIS / ABSTRACT

Esta tesis doctoral profundiza en el conocimiento de una figura de intermediación clave en los sistemas de innovación: los centros tecnológicos y, en particular, de aquellos que atienden al sector industrial, y que además lo hacen en circunstancias especialmente desfavorables, por estar ubicados en entornos que se caracterizan por un déficit de esfuerzo innovador.

Por ello, todo el trabajo se ha orientado a la definición de un modelo integral de creación, gestión y actuación de centro tecnológico que trabaja en base a proyectos, especialmente adaptado al entorno en que opera y con el objetivo de alcanzar indicadores de alto impacto de forma acelerada.

El modelo ha aportado una serie de novedades como un enfoque doblemente holístico de la Dimensión Operativa, que le dota de gran flexibilidad para adaptarse a la cambiante demanda empresarial, una Dimensión Relacional que explota un nuevo concepto triádico de reputación corporativa de forma directa e indirecta, una Dimensión Financiera sostenible y una Dimensión Organizativa eficaz y eficiente. Todo ello dentro de un concepto sistémico y dinámico de organización, con un conjunto de indicadores de desempeño que permiten monitorizar no sólo la puesta en marcha del nuevo CT sino también su evolución con el paso del tiempo.

El nuevo modelo ha sido validado por su implementación práctica en la Fundación PRODINTEC, en el periodo 2005-2008, en el que se han evaluado sus resultados por diversos métodos, lo que ha permitido establecer la discusión con una base experimental.

This doctoral thesis has explored in depth one type of intermediate agent in the Innovation System as it is a Technology Centre (TC). In particular we have focused on TCs that serve to the industrial sector, and that are located in environments where innovation is not intensive, thus making an unfavorable scenario for their performance.

The research work has aimed to the definition of a model for such TC creation, management and operation in a project-based frame, specially adapted to the described scenario, so that it could achieve a high impact in a short term.

The model has introduced a number of breakthroughs to the current body of knowledge in this field as the double holistic approach to Operative Dimension, that allows great flexibility to fit changing companies' requests, a Relational Dimension based on a new triadic concept of corporate reputation that cares of direct and indirect stakeholders, a sustainable Financial Dimension and a both effective and efficient Organizational Dimension. The whole lot is encompassed in a systemic and dynamic scheme, with a balance scorecard that has been developed to measure not only the proper start-up of the new TC but also its evolution over time.

In order to validate the new model, it was put in practice by means of its implementation in PRODINTEC Foundation, during the period 2005-2008, and an evaluation of results through diverse methods was accomplished, conducting the final discussion with an experimental basis.

ÍNDICE GENERAL

SÍNTESIS / ABSTRACT	7
ÍNDICE GENERAL	9
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE TABLAS	17
CAPÍTULO 0: INTRODUCCIÓN GENERAL	19
CAPÍTULO 1: INDUSTRIA E INNOVACIÓN.....	21
1.1 INTRODUCCIÓN.....	21
1.2 LA INDUSTRIA Y LA CREACIÓN DE RIQUEZA	23
1.3 LA INDUSTRIA EN UN AMBIENTE TURBULENTO: LA INNOVACIÓN PROACTIVA	28
1.4 RELACIÓN ENTRE I+D Y RIQUEZA	30
1.5 GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	33
1.6 SISTEMA DE INNOVACIÓN Y LA JUSTIFICACIÓN DE LA APARICIÓN DE LAS ENTIDADES DE INTERMEDIACIÓN	36
1.7 ENTORNOS NO INTENSIVOS EN INNOVACIÓN (ENII)	39
CAPÍTULO 2: LOS CENTROS TECNOLÓGICOS	43
2.1 INTRODUCCIÓN.....	43
2.2 CONCEPTO DE CENTRO TECNOLÓGICO (CT)	43
2.3 LOS CT PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA ESPAÑOLA	45
2.4 BREVE HISTORIA DE LOS CT ESPAÑOLES E INVESTIGACIONES PREVIAS SOBRE ELLOS	46
2.5 SITUACIÓN INTERNACIONAL DE LOS CENTROS TECNOLÓGICOS.....	49
2.6 TENDENCIAS DE FUTURO EN EL PAPEL DE LOS CENTROS TECNOLÓGICOS	52
CAPÍTULO 3: JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS Y OBJETIVOS	55
3.1 INTRODUCCIÓN.....	55
3.2 NECESIDADES DETECTADAS	55
3.3 OBJETIVO PLANTEADO.....	57

CAPÍTULO 4:	METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.....	59
4.1	INTRODUCCIÓN.....	59
4.2	APROXIMACIONES CONSIDERADAS.....	59
4.2.1	<i>Estudios agregados de indicadores de desempeño de los CT.....</i>	<i>60</i>
4.2.2	<i>Análisis de Benchmarking o de identificación de buenas prácticas.....</i>	<i>64</i>
4.2.3	<i>Modelos descriptivos existentes.....</i>	<i>67</i>
4.3	METODOLOGÍA PROPUESTA Y PLAN DE ACTUACIÓN.....	73
4.4	METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN DEL MODELO.....	74
4.4.1	<i>Análisis comparado con la evolución del CT promedio.....</i>	<i>75</i>
4.4.2	<i>Aportación de nuevos indicadores de impacto.....</i>	<i>77</i>
4.4.3	<i>Validación según criterios del RD2093/2008.....</i>	<i>80</i>
CAPÍTULO 5:	DESCRIPCIÓN DEL MODELO.....	83
5.1	INTRODUCCIÓN.....	83
5.2	DIMENSIÓN OPERATIVA: DISCIPLINAS, MODOS DE TRABAJO Y ALCANCE.....	84
5.2.1	<i>Primer aspecto operativo: Disciplinas.....</i>	<i>85</i>
5.2.2	<i>Segundo aspecto operativo: Modos de trabajo.....</i>	<i>87</i>
5.2.3	<i>Tercer aspecto operativo: Alcance.....</i>	<i>89</i>
5.2.4	<i>Esquema sinóptico para la definición de la Dimensión Operativa.....</i>	<i>90</i>
5.3	DIMENSIÓN FINANCIERA: PROMOTOR Y FUENTES DE INGRESOS.....	90
5.3.1	<i>Promoción híbrida.....</i>	<i>91</i>
5.3.2	<i>Financiación equilibrada.....</i>	<i>92</i>
5.3.3	<i>Modelo para la Dimensión Financiera de CT en ENII y la influencia de la reputación.....</i>	<i>93</i>
5.4	DIMENSIÓN RELACIONAL: DIRECTA E INDIRECTA Y ALCANCE “GLOCAL”.....	94
5.4.1	<i>Relaciones directas e indirectas.....</i>	<i>95</i>
5.4.2	<i>Alcance “glocal” de la Dimensión Relacional.....</i>	<i>97</i>
5.5	DIMENSIÓN ORGANIZACIONAL: GESTIÓN DE INNOVACIÓN EFICAZ Y EFICIENTE MEDIANTE PROYECTOS, PROCESOS Y PERSONAS.....	98
5.5.1	<i>Eficacia y eficiencia en el desempeño de la organización.....</i>	<i>99</i>
5.5.2	<i>Gestión de proyectos.....</i>	<i>101</i>
5.5.3	<i>Incorporación de conceptos EFQM: gestión de procesos y de personas.....</i>	<i>107</i>
5.6	INTERACCIÓN ENTRE LAS DIMENSIONES DEL MODELO Y ANÁLISIS DINÁMICO.....	109
CAPÍTULO 6:	RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN DE VALIDACIÓN DEL MODELO.....	113
6.1	INTRODUCCIÓN.....	113
6.1	BREVE HISTORIA DE FUNDACIÓN PRODINTEC.....	114

6.2	CARACTERIZACIÓN DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS COMO ENII	118
6.2	DIMENSIÓN OPERATIVA DE PRODINTEC: ENFOQUE HOLÍSTICO	124
6.3	DIMENSIÓN FINANCIERA DE PRODINTEC: DIVERSIFICACIÓN Y EQUILIBRIO	131
6.4	DIMENSIÓN RELACIONAL DE PRODINTEC: MTT	133
6.5	DIMENSIÓN ORGANIZACIONAL DE PRODINTEC: IDINET	140
6.6	DISCUSIÓN DE VALIDACIÓN DEL MODELO	146
6.6.1	<i>Análisis comparado con la evolución del CT promedio en España</i>	<i>146</i>
6.6.2	<i>Análisis comparado con la evolución del CT promedio en Europa.....</i>	<i>153</i>
6.6.3	<i>Nuevos indicadores de desempeño</i>	<i>155</i>
6.6.4	<i>Validación según criterios del RD2093/2008.....</i>	<i>158</i>
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES		161
7.1	CONCLUSIONES GENERALES.....	161
7.2	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	163
BIBLIOGRAFÍA		167

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico resumen de resultados de la 2ª Encuesta Nacional sobre Percepción de la Tecnología a la pregunta sobre los ámbitos que se consideran prioritarios para el esfuerzo en I+D. Porcentaje de personas encuestadas que citan entre su elección 2 ámbitos prioritarios (FECYT, 2004).....	22
Figura 2: Gráfico resumen de resultados de la 3ª Encuesta Nacional sobre Percepción de la Tecnología a la pregunta sobre los ámbitos que se consideran prioritarios para el esfuerzo en I+D. Porcentaje de personas encuestadas que citan entre su elección 2 ámbitos prioritarios (FECYT, 2007).....	22
Figura 3: PIB en miles de millones de euros (2005) de las principales potencias mundiales. Datos de EUROSTAT.....	24
Figura 4: PIB per cápita en US\$ en términos PPP (2005). Datos de EUROSTAT.....	25
Figura 5: Contribución de los 3 sectores empresariales al PIB nominal de las principales potencias mundiales en miles de millones de euros (2005). Datos del Banco Mundial (www.worldbank.org).	25
Figura 6: Relación entre valor añadido por habitante y % de PIB industrial en los principales países europeos, EEUU, Japón y China en 2005. Datos de Banco Mundial.	26
Figura 7: Porcentaje de la mano de obra empleada en la agricultura, la industria y los servicios en EU-27 (1998 y 2006). Datos de EUROSTAT.....	27
Figura 8: Estados de la innovación y su relación con factores sectoriales, geográficos y temporales.....	30
Figura 9: Comparativa del esfuerzo en I+D y su evolución entre 1995 y 2005 en las cuatro principales potencias mundiales. Datos de Informe de la Comisión Europea en 2007.	31
Figura 10: Correlación entre riqueza (PIB / habitante) y esfuerzo en I+D. Datos EUROSTAT (2005)	31
Figura 11: Porcentaje del gasto total en I+D que han financiado las empresas de cada país en el periodo 1996-2005 (faltan datos de EEUU y Japón en 2004 y 2005, Fuente: Comisión Europea)	32
Figura 12: Modelo cíclico del proceso de innovación de Kline y Rosemberg.	34
Figura 13: Modelo conceptual de Innovación Abierta de Chesbrough.....	35
Figura 14: Esquema sinóptico del sistema de innovación en España, con una clasificación por tipos de entidades.	38

Figura 15: Análisis comparado del esfuerzo en innovación por comunidades autónomas (gasto i+d/valor añadido bruto a precio de mercado e innovación sobre la cifra de negocio) de Plaza (2000), con datos del INE de 1999.	39
Figura 16: Distribución de la inversión en I+D por comunidades autónomas en los años 2000 y 2007, medido en porcentaje del PIB. Datos de Informe COTEC 2009, a partir del informe del INE “Estadística sobre las actividades de I+D. Indicadores básicos 2007” . 41	41
Figura 17: Distribución de personal dedicado a I+D (medido en equivalentes a jornada completa – EJC) por comunidades autónomas en los años 2000 y 2007 (porcentaje sobre el total nacional). Datos de Informe COTEC 2009, a partir del informe del INE “Estadística sobre las actividades de I+D. Indicadores básicos 2007”	42
Figura 18: Distribución de CIT en España en 2006 y 2009. Datos de MITyC y MICINN.. 48	48
Figura 19: Distribución autonómica de los 50 primeros CT con registro CIT	48
Figura 20: Importancia de cada tipo de actividad (valor máximo=5, valor mínimo=0) para los RTO europeos en función de su tamaño (tres categorías: más de 1.000 empleados, menos de 500 y entre 500 y 1.000) según Hofer et al. (2007).	65
Figura 21: Número de RTO que mantiene colaboraciones con diversos agentes del sistema de innovación, clasificadas en siete tipos, según Hofer et al. en 2007.	66
Figura 22: Cuadro sinóptico de ingresos de un CT (Modrego et al., 2004).....	68
Figura 23: Esquema de factores fundamentales del modelo de Modrego et al.....	69
Figura 24: Taxonomía de CTs en España definida por Modrego et al. en función de DO y IIDT.....	70
Figura 25: Taxonomía de CT españoles según Callejón et al. (2007) en función los parámetros “Fortaleza tecnológica” (FT - eje ordenadas) y la “Atención a empresas” (AE - eje abcisas).....	71
Figura 26: Esquema descriptivo del modelo EFQM	72
Figura 27: Modelo de gráfico comparativo de valores absolutos en diversos indicadores de impacto.....	76
Figura 28: Modelo de gráfico comparativo de valores relativos en los diversos indicadores de impacto que se han definido	76
Figura 29: Modelo de gráfico comparativo de resultados alcanzados por el nuevo modelo de centro respecto a la horquilla de valores máximo y mínimo obtenidos por Hofer et al. para RTO europeos.....	77

Figura 30: Áreas de exclusión de CT* (azul) y CAI (roja) en función de los criterios de personal, financiación e impacto definido por RD2093/2008 (* para los primeros 5 años de actividad).....	81
Figura 31: Aspectos contemplados en la descripción de la dimensión operativa	85
Figura 32: Esquema de proceso de definición de las disciplinas de la Dimensión Operativa desde la demanda.....	86
Figura 33: Cuadro resumen para la configuración de la Dimensión Operativa de un CT en un ENII.....	90
Figura 34: Cuadro sinóptico de la Dimensión Financiera de un CT en ENII	91
Figura 35: Modos de relación entre las distintas entidades de un sistema de innovación según la teoría de triple hélice de Etzkowitz y Leydesdorff.	95
Figura 36: “Competence Eye” de acuerdo con el ICB 3.0 de IPMA.....	103
Figura 37: Esquema representativo de las 3 fases del ciclo de vida de un proyecto...	105
Figura 38: Diagrama de aportaciones mutuas entre las cuatro dimensiones del CT...	109
Figura 39: Edificio de la Fundación PRODINTEC en Parque Científico y Tecnológico de Gijón.....	117
Figura 40: Laboratorio de prototipos y tecnologías de fabricación de la Fundación PRODINTEC.	118
Figura 41: Comparación del esfuerzo en I+D por comunidades autónomas (%PIB) y el peso de la ejecución de estas actividades que recae en las empresas, señalando la posición del Principado de Asturias. Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2007.	119
Figura 42: Evolución de la tasa de cobertura del esfuerzo en I+D de Asturias respecto a la media nacional en el periodo 2003-07 (medido en %PIB). Datos del INE.....	119
Figura 43: Evolución de la posición relativa de Asturias entre las 19 CCAA por su esfuerzo en I+D (%PIB) en el periodo 2003-2007. Datos de INE.....	120
Figura 44: Incremento del esfuerzo en I+D (%PIB) en cada comunidad en el periodo 2003-2007 y comparación con el incremento del PIB en el mismo periodo, calculado a partir de la media anual de crecimiento del periodo 2000-2007 publicado por INE en 2008.	120
Figura 45: Evolución del peso empresarial en la ejecución del gasto de I+D en Asturias en periodo 2001-2007. Datos de INE.	121

Figura 46: Evolución del número total de empleados en actividades en I+D en Asturias, y su distribución entre empresas, Administración Pública y Enseñanza Superior en el periodo 2003-2007. Datos INE.	122
Figura 47: Distribución de los empleados en I+D en Asturias según el sector en el que trabajan en el periodo 2004-2007, y comparativa contra la distribución española en periodo 2005-2006. Datos INE.	122
Figura 48: Índice sintético de innovación 2007 en UE-27, EEUU, Japón y otros países. Datos de Informe COTEC 2008 a partir de informe de la Unión Europea “European Innovation Scoreboard 2007”.	123
Figura 49: Descripción del panorama industrial de Asturias en función del número de empresas por sector. Datos de INE disponibles en www.idepa.es	124
Figura 50: Descripción del panorama industrial de Asturias en función del número de empleos. Datos de INE disponibles en www.idepa.es	125
Figura 51: Importancia relativa de las distintas disciplinas de diseño en España (COTEC, 2008).....	126
Figura 52: Evolución en la contribución de cada tipo de ingreso en Fundación PRODINTEC en periodo 2005-2008.	133
Figura 53: Evolución de número de clientes y de la presencia en medios de comunicación (nº de noticias publicadas en prensa) de PRODINTEC en cada año en el periodo 2005-2008.	134
Figura 54: Evolución de la participación de PRODINTEC en propuestas de consorcios al Programa Marco de la Unión Europea en periodo 2005-2008.....	134
Figura 55: Evolución de satisfacción de clientes de la Fundación PRODINTEC, tanto en proyectos como en servicios, en el periodo 2005-2008	135
Figura 56: Jornada de trabajo de la plataforma Manuf@cturias en la Fundación PRODINTEC	136
Figura 57: Esquema de organigrama matricial con estructura jerárquica (funcional) y estructura operativa por equipos de trabajo (proyectos o servicios).....	141
Figura 58: Esquema del encaje de la Dimensión Organizacional de PRODINTEC dentro de su organigrama matricial.....	141
Figura 59: Esquema sinóptico de la escala dual de progreso profesional para el personal en PRODINTEC	146
Figura 60: Evolución comparada de los ingresos totales anuales (€) de PRODINTEC y CT promedio en España, según diversas fuentes: Modrego et al. en 2000, Callejón et al. en	

2005 y FEDIT 2004-2007. Se incluyen fórmulas de regresión lineal para comparar pendiente de crecimiento.	148
Figura 61: Evolución comparada del número de clientes anuales de PRODINTEC y CT promedio en España, según diversas fuentes (Callejón et al. en 2005 y FEDIT 2004-2007).....	148
Figura 62: Evolución comparada de la variable plantilla (EDP) de PRODINTEC y CT promedio en España según diversas fuentes: Modrego et al. en 2000, Callejón et al. en 2005 y FEDIT 2004-2007. Se incluyen fórmulas de regresión lineal para comparar pendiente de crecimiento.	149
Figura 63: Comparativa entre PRODINTEC y CT promedio en España en el ratio de ingresos totales anuales (€)/empleados equivalentes a dedicación plena (EDP).....	150
Figura 64: Comparativa entre PRODINTEC y CT promedio en España en el ratio de número de clientes anuales/empleados equivalentes a dedicación plena (EDP)	150
Figura 65: Evolución comparada de la distribución de ingresos en el CT promedio en España y PRODINTEC, en función de su origen.	151
Figura 66: Evolución comparada del grado de autofinanciación (según indicador de Modrego et al., 2004) el CT promedio en España y PRODINTEC	152
Figura 67: Evolución comparada de la distribución de ingresos con contraprestación en el CT promedio en España y PRODINTEC, en función de la actividad que los genera.	152
Figura 68: Evolución de diversos indicadores de Hofer et al. en el periodo 2005-2008 en PRODINTEC y comparativa con intervalos de centros tecnológicos europeos (valor mínimo y MAXIMO).	155
Figura 69: Evolución del indicador de Apalancamiento de I+D+i privado en PRODINTEC en el periodo 2005-2008 comparado con el valor de referencia recomendado por Tratado de Lisboa.	156
Figura 70: Evolución del indicador de Retorno en PRODINTEC en el periodo 2005-2008 comparado con el valor de referencia (=1).	157
Figura 71: Evolución del valor acumulado para los clientes de PRODINTEC y el coste total en el periodo 2005-2008, donde se aprecia la convergencia de ambas tendencias.	158
Figura 72: Evolución de PRODINTEC en el cumplimiento de requisitos establecidos por RD2093/2008 tanto para Centro Tecnológico (CT) como para Centro de Apoyo a la Innovación (CAI), en el periodo 2005-2008.....	159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores promedio de CT españoles según estudio de Modrego et al. con datos de 2000	61
Tabla 2: Indicadores promedio de 65 CT españoles con datos de 2005 (Callejón et al., 2007).....	61
Tabla 3: Indicadores promedio de CT españoles asociados a FEDIT en 2007 (Informe anual FEDIT 2008).....	62
Tabla 4: Indicadores cuantitativos fundamentales del desempeño de RTO según estudio de Hofer et al. (2007).....	63
Tabla 5: Correlación entre las taxonomías de Modrego et al. y Callejón et al.	71
Tabla 6: Plantilla para cumplimentar resultados alcanzados por nuevo modelo de CT y compararlos con indicadores de desempeño de CT promedio obtenidos en diversas investigaciones.	75
Tabla 7: Criterios de clasificación establecidos en RD2093/2008 para CT y CAI en España.....	80
Tabla 8: Clasificación de modos de trabajo fundamentales (* la innovación es prioritaria en ENII frente a la investigación y desarrollo en los contratos con la empresa).....	89
Tabla 9: Esquema de componentes de la reputación de un CT relacionado con las 3 dimensiones del modelo que son responsables de su origen, y factores clave de cada componente.	94
Tabla 10: Esquema de relaciones directas/indirectas de CT con diversos agentes del sistema de innovación	97
Tabla 11: Resumen de aspectos a definir en la Dimensión Organizacional de CT en ENII	100
Tabla 12: Ejemplo de indicadores de cuadro de mando para monitorizar sistema de cuatro dimensiones del CT.	110
Tabla 13: Cuadro sinóptico descriptivo de la secuencia de definición de las cuatro dimensiones del modelo de CT y sus características dinámicas	112
Tabla 14: Relación de países y regiones donde se realizaron proyectos RITTS financiados por la Comisión Europea	115
Tabla 15: Definición de la Dimensión Operativa de PRODINTEC, señalando la oferta original (en negro), de la final en 2008 (en azul).....	130

Tabla 16: Dimensión Relacional regional de PRODINTEC.....	138
Tabla 17: Dimensión Relacional nacional de PRODINTEC	139
Tabla 18: Dimensión Relacional internacional de PRODINTEC	139
Tabla 19: Horas dedicadas a proyectos por el personal de PRODINTEC y peso sobre el total de horas disponibles en el periodo 2005-2008.	145
Tabla 20: Valores alcanzados por PRODINTEC en 2005-2008 en los indicadores definidos por Modrego et al.....	146
Tabla 21: Valores para el CT promedio en España en diversos indicadores definidos por Modrego et al. y obtenidos por diversas fuentes en distintos periodos: Modrego et al. en 2000, Callejón et al. en 2005 y FEDIT 2004-2007	147
Tabla 22: valores alcanzados por PRODINTEC en 2005-2008 en los indicadores definidos por Hofer et al. para el CT promedio en Europa	153
Tabla 23: Cálculo del indicador de Apalancamiento de I+D+i industrial alcanzado por PRODINTEC en el periodo 2005-2008	155
Tabla 24: Cálculo del indicador de Retorno alcanzado por PRODINTEC en el periodo 2005-2008.....	156
Tabla 25: Cálculo del indicador de Valor Añadido alcanzado por PRODINTEC en el periodo 2005-2008	157

CAPÍTULO 0:

INTRODUCCIÓN GENERAL

El marco general en el que se encuadra la tesis doctoral que seguidamente se desarrolla es uno de los temas que mayor interés despierta actualmente a nivel global: la economía sostenible basada en el conocimiento y la explotación exitosa de los procesos de innovación. Uno de los aspectos clave que se han identificado en este ámbito es la necesidad de mejorar las conexiones entre el mundo empresarial, protagonista de la generación de riqueza y transformador último de los avances tecnológicos en valor añadido, y el científico, fuente de conocimiento y creador de estas oportunidades tecnológicas por medio de la investigación.

Aunque se trata de una preocupación común prácticamente en todos los países del planeta, es especialmente en Europa donde se viene apreciando un mayor déficit en este sentido. Se ha constatado que el “Viejo Continente” no obtiene el suficiente provecho de su intensa labor investigadora, y que, siendo el primer productor de publicaciones científicas de alto impacto del mundo, son escasos sus registros de patentes y no es capaz de equilibrar su balanza de pagos en productos de alta tecnología (COTEC, 2009). Esta situación se da aún con mayor intensidad en España, que ha reducido notablemente su diferencial respecto a la media europea en los últimos 10 años, pero que sigue presentando un importante déficit tanto en términos de inversión en I+D, empleo de investigadores, registro de patentes o exportaciones de productos de alta tecnología, por citar algunos indicadores.

Este análisis macroeconómico presenta, no obstante, singularidades a nivel local, y tanto en Europa como en España, se observan territorios donde sí que se ha conseguido salvar este problema, y se ha venido produciendo una transferencia exitosa de tecnología, lo que ha provocado un mayor desarrollo industrial y alto nivel de riqueza en dichas comunidades. Incluso, se han llegado a identificar entornos donde la innovación es especialmente fructífera que se denominan intensivos en innovación (Roberts, 1998).

La cuestión que se plantea es cómo identificar las claves que permiten implementar buenas prácticas y cuáles son los pasos a dar para que se puedan replicar las experiencias de éxito, de forma que la innovación pueda llegar a extenderse por nuevos territorios y sectores empresariales, donde naturalmente no se han generado estas inquietudes por iniciativa propia. En este escenario actúan entidades de intermediación, creadas por iniciativas públicas o privadas que juegan un papel dinamizador de estas relaciones y, en consecuencia, condicionan la capacidad de innovación de un entorno determinado. Estas entidades son muy variadas (agencias de desarrollo local, fundaciones universidad-empresa, oficinas de transferencia de tecnología, asociaciones empresariales...), y, entre ellas, los centros tecnológicos, que desempeñan funciones cada vez más relevantes en sectores muy diversos, desde primarios (agricultura, pesca) a secundarios (industria, construcción) o terciarios (turismo, logística, información y comunicación).

Precisamente, el objeto de esta tesis doctoral es contribuir al mejor conocimiento de estos centros tecnológicos y, en particular, de aquellos que atienden al sector industrial, y que además lo hacen en circunstancias especialmente desfavorables, por estar ubicados en entornos que se caractericen por un déficit de esfuerzo innovador. En este campo persigue aportar un nuevo modelo que permita su configuración y posterior gestión, y que esté adaptado a sus circunstancias particulares, teniendo en cuenta su orientación a organizarse en base a proyectos.

En los dos primeros capítulos de la tesis se repasa el marco teórico en que se encuadra esta investigación. Por un lado, la evolución histórica del fenómeno industrial, y su relación con la generación de riqueza, lo que justifica el enfoque sectorial de este trabajo. Seguidamente se explica cómo se ha llegado a nuestros días identificando la innovación como un aspecto crítico para la competitividad en la industria, y se señalan las importantes diferencias que se han generado entre unos territorios y otros. Por otro lado, en el capítulo 2 se introduce el concepto de centro tecnológico, se explica cómo han surgido, cuál ha sido la evolución que han venido experimentando, su estado actual, así como los retos que deberán afrontar en el futuro.

El capítulo 3 detalla los objetivos concretos que se han perseguido en esta investigación y se justifica el porqué se ha considerado oportuno abordar este trabajo, y en el capítulo 4 se despliega la metodología que se ha seguido finalmente, ante las diversas posibilidades que se contemplaban previamente.

Los capítulos 5 y 6 recogen el núcleo fundamental de la tesis, con las aportaciones del nuevo modelo desarrollado y los resultados alcanzados con su aplicación en el Centro Tecnológico PRODINTEC, ubicado en el Principado de Asturias, en el periodo 2004-2008. Por último se resumirán las conclusiones alcanzadas y se propondrán futuras líneas de investigación para nuevos trabajos en este campo del conocimiento.

CAPÍTULO 1:

INDUSTRIA E INNOVACIÓN

1.1 Introducción

En este capítulo se relacionarán de forma concatenada conceptos como industria, riqueza e innovación, y se justificará la fuerte ligazón que realmente existe entre ellos. Se entiende necesario hacer una reflexión crítica sobre las relaciones entre estos conceptos, como paso previo a la presentación del papel de los centros tecnológicos industriales.

Aunque para los expertos en estas disciplinas pudiera parecer evidente la relación entre la investigación y el desarrollo tecnológico (I+D) y la industria, no es así para el ciudadano medio, como demostró un estudio demoscópico de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en 2004: la 2ª Encuesta Nacional sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología. Una de las conclusiones más destacadas de este estudio fue que las expectativas ciudadanas en torno a la I+D se centraban prioritariamente en el campo de la Medicina (76%), en el Medio Ambiente (23%) o en la alimentación (21%), quedando relegado el desarrollo industrial al 7º lugar, por detrás de la Agricultura, las Ciencias Humanas y Sociales o las nuevas fuentes de energía (Figura 1). De hecho en la siguiente encuesta realizada en 2006 se eliminó el ámbito industrial entre las opciones a elegir en la encuesta (Figura 2).

Para establecer estas relaciones de forma razonada se ha analizado con una perspectiva histórica el papel jugado por el desarrollo industrial y la necesaria aplicación de avances tecnológicos, hasta la llegada de un nuevo concepto de gestión empresarial: la **innovación proactiva**. Se presentan datos macroeconómicos actuales correspondientes a las principales potencias mundiales que se han comparado con otras series de datos que se consideran relevantes en cada país como el esfuerzo innovador o el grado de dependencia del sector industrial, para avalar con cifras las reflexiones efectuadas.

Finalmente se introducirá un concepto fundamental en esta tesis como son los entornos no intensivos en innovación (ENII) y previamente se han analizado conceptos más conocidos como la Gestión de la Innovación y los Sistemas de Innovación.

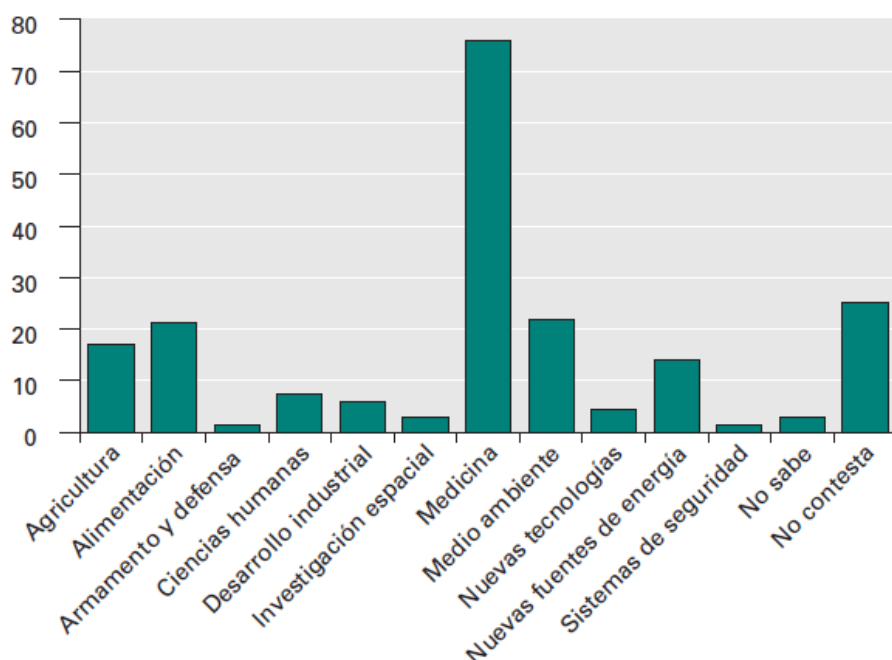


Figura 1: Gráfico resumen de resultados de la 2ª Encuesta Nacional sobre Percepción de la Tecnología a la pregunta sobre los ámbitos que se consideran prioritarios para el esfuerzo en I+D. Porcentaje de personas encuestadas que citan entre su elección 2 ámbitos prioritarios (FECYT, 2004).

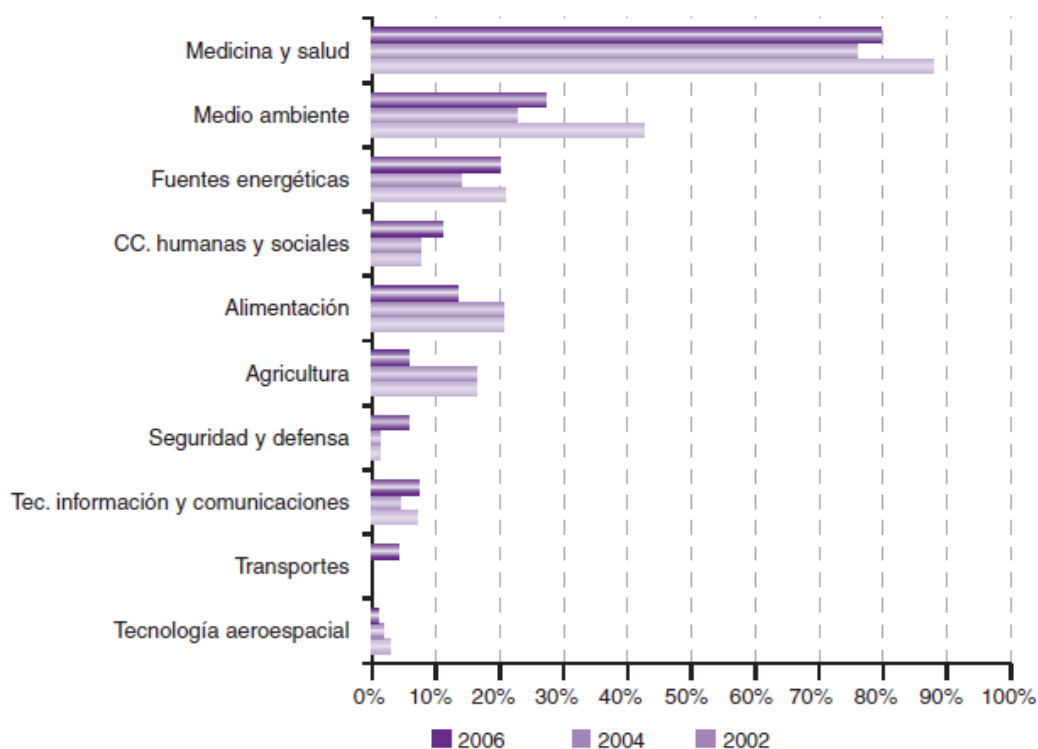


Figura 2: Gráfico resumen de resultados de la 3ª Encuesta Nacional sobre Percepción de la Tecnología a la pregunta sobre los ámbitos que se consideran prioritarios para el esfuerzo en I+D. Porcentaje de personas encuestadas que citan entre su elección 2 ámbitos prioritarios (FECYT, 2007).

1.2 La industria y la creación de riqueza

Los centros tecnológicos, objeto de esta tesis, representan, actualmente, un polo de generación y aplicación del conocimiento en la creación de valor y por tanto de riqueza. Constituyen el último eslabón de una cadena que se viene desarrollando desde la Antigüedad que persigue el avance en las condiciones de vida de la Humanidad, y que ha estado directamente ligada a la capacidad para adaptar la riqueza natural que nos rodea (materias primas) y convertirlas en productos elaborados (tejidos, calzado, herramientas, armas, alimentos) a base de consumir energía, buenas ideas y destreza técnica (Humphrey y Stanislaw, 1979). Hasta bien entrado el siglo XVIII, el disfrute de estos productos estaba muy limitado a los estratos más pudientes de la sociedad, por ser fruto de trabajo artesano, muy personalizado y de escasa capacidad de producción. Es, en ese momento, cuando una serie de avances tecnológicos (el más conocido de los cuales es la máquina de vapor) fueron aplicados como métodos de fabricación (innovaciones). De esta manera se consiguió reducir los costes y se habilitó la producción masiva de productos en una cantidad que podían llegar a cubrir las demandas de un mercado mucho mayor. En esta etapa nace la industrialización que ha venido desempeñando un papel crucial en la economía en los últimos doscientos años, constituyendo el principal motor de generación de valor añadido, y un elemento clave de la modernización y del aumento del nivel de vida. El país pionero en este proceso de industrialización fue Inglaterra, que aplicando las innovaciones en maquinaria se convirtió en la primera potencia económica del momento (Cameron, 1961). Este desarrollo económico fomentó un gran crecimiento demográfico, y motivó el Neocolonialismo al justificarlo como necesario para encontrar nuevas fuentes de materia prima en América, África y Asia.

Durante mucho tiempo se produjo una **correlación directa entre los países más ricos (poderosos) y los más industrializados**. De hecho, a Inglaterra le sucedió los Estados Unidos de América en esta posición de liderazgo, ya que fue allí donde se desarrollaron avances en campos como la energía eléctrica o la producción en cadena. Surgen, a principios del siglo XX y al amparo de la industrialización y de un gran mercado, empresas como General Electric, Ford, Otis, entre otras, que todavía siguen siendo líderes en sus campos de actividad. Los desarrollos en que han basado su negocio estas empresas han supuesto además auténticas revoluciones en la sociedad y la forma de vivir en general como el fluido eléctrico, los automóviles o la edificación vertical. Posteriormente, a mediados de siglo XX, la capacidad de Japón para recuperar su industria y su particular método de organización de la producción (conocido en Occidente como *“Lean Manufacturing”*), cuyo paradigma encarna la empresa Toyota, situó a la economía nipona entre las primeras del mundo (Johnson, 1988). En los últimos veinte años se asiste al resurgimiento de China como potencia económica, con

crecimiento estrechamente ligado a su capacidad manufacturera que le ha convertido en la “fabrica del mundo”.

Esta correlación entre riqueza e industrialización se puede apreciar incluso dentro de un mismo país, donde pueden existir importantes diferencias entre regiones muy próximas. Son casos bien conocidos y aún vigentes los de Italia (polarización Norte – Sur), España (País Vasco o Cataluña frente Andalucía o Extremadura) o China (costa e interior).

Todo este proceso de industrialización es el que ha establecido (si no en todo al menos en gran parte) el ranking contemporáneo de mayores potencias económicas que se resume gráficamente en la Figura 3, donde se representa el Producto Interior Bruto (PIB), como medida de la riqueza nacional. Se presentan tanto en términos nominales como corregidos según la paridad de poder de compra (PPP- *purchasing power parities*) tal y como recomienda el *International Comparison Programme* (EUROSTAT, 2008), y permiten comprobar como la mayor riqueza se acumula en Europa Occidental, EEUU y Japón y la creciente importancia de China (que supera a Japón en términos de PPP, pero con una evidente diferencia en cuanto a su población). Si en lugar de analizar el PIB nacional se comparan los datos per cápita, se puede dar una idea más certera del nivel de riqueza de cada país. Esto se presenta en la Figura 4, donde se aprecia cómo EEUU y Japón son los más ricos y China e India los más pobres, dentro de este selecto grupo de potencias industriales.

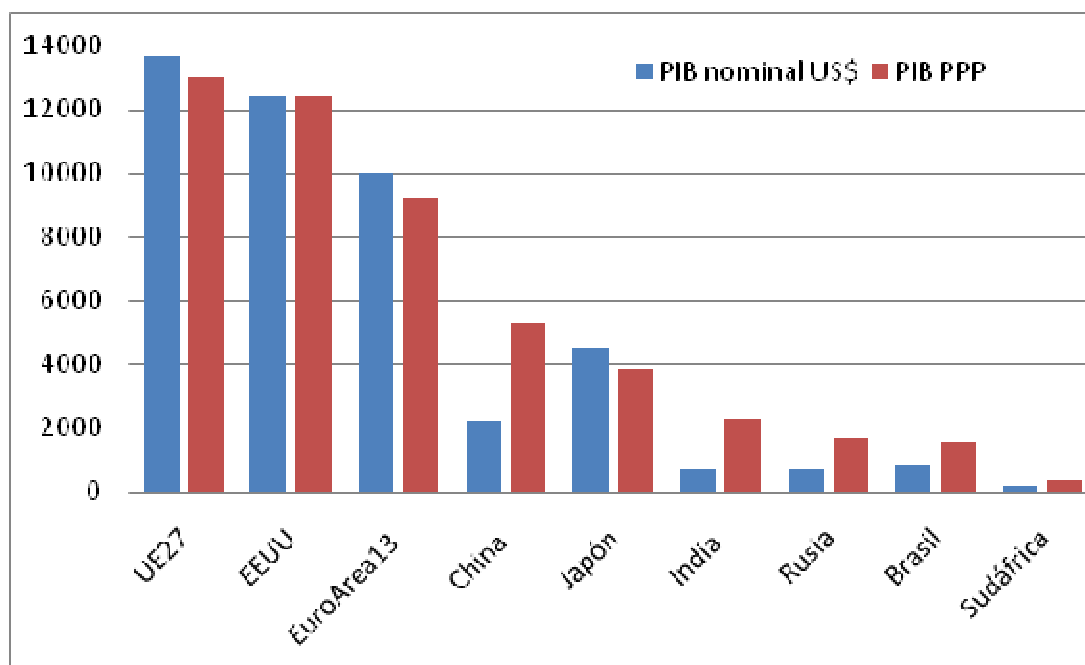


Figura 3: PIB en miles de millones de euros (2005) de las principales potencias mundiales. Datos de EUROSTAT.

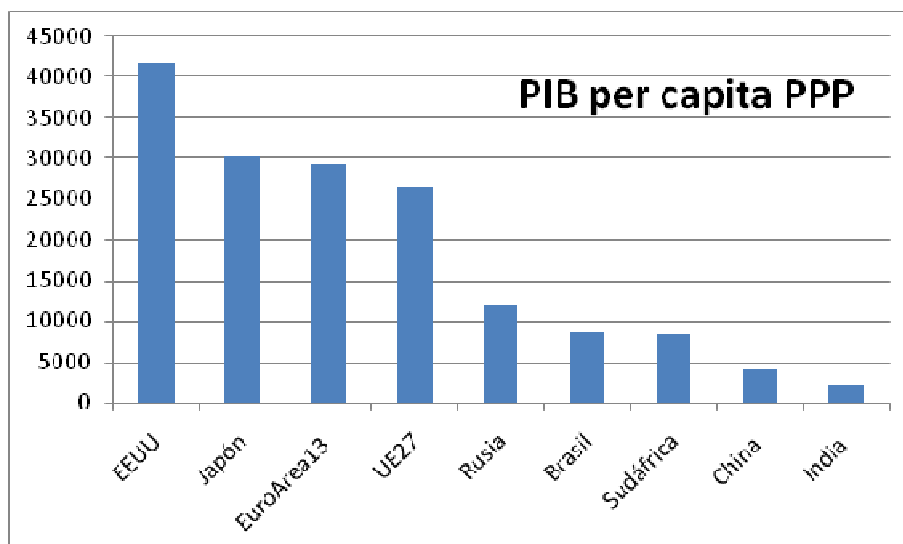


Figura 4: PIB per cápita en US\$ en términos PPP (2005). Datos de EUROSTAT.

Una de las razones fundamentales que explica estas grandes diferencias de riqueza entre países muy industrializados se puede ver en la Figura 5, donde se comparan las contribuciones al PIB de los sectores primario, secundario y terciario en las cuatro principales potencias económicas mundiales (suman dos tercios del PIB mundial). El factor determinante para estas grandes diferencias entre estos países es el valor generado por el sector terciario, ya que en cuanto a los otros dos sectores se encuentran mucho más equilibrados. EEUU produce algo menos que el triple que China en términos de PIB industrial y sin embargo multiplica por 10 el del sector terciario. Las diferencias con Europa son menores, razón por la que están más parejos en términos de riqueza por habitante.

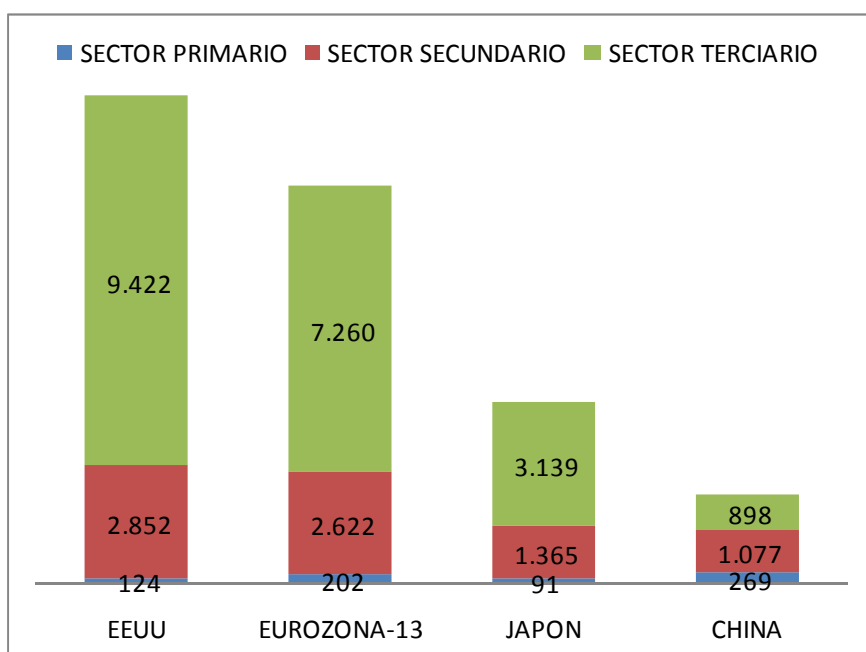


Figura 5: Contribución de los 3 sectores empresariales al PIB nominal de las principales potencias mundiales en miles de millones de euros (2005). Datos del Banco Mundial (www.worldbank.org).

Parece, a la luz de este análisis, que, en la actualidad, la correlación riqueza-industria no se corresponde de forma tan lineal como ocurría en el pasado y sugiere la necesidad de reflexionar sobre este paradigma (McGuckin et al., 2004). Si se focaliza el ámbito geográfico de este estudio a lo que está ocurriendo en los países europeos, y se representa la riqueza de un país tomando como indicador el valor añadido generado por habitante en términos de GNI (*Gross National Income*) en 2005, con datos del Banco Mundial, y lo comparamos con el grado de industrialización de su economía (% de contribución del sector industrial al PIB nacional), se confirman que la correlación entre mayor riqueza y mayor industrialización ya no se produce (Figura 6).

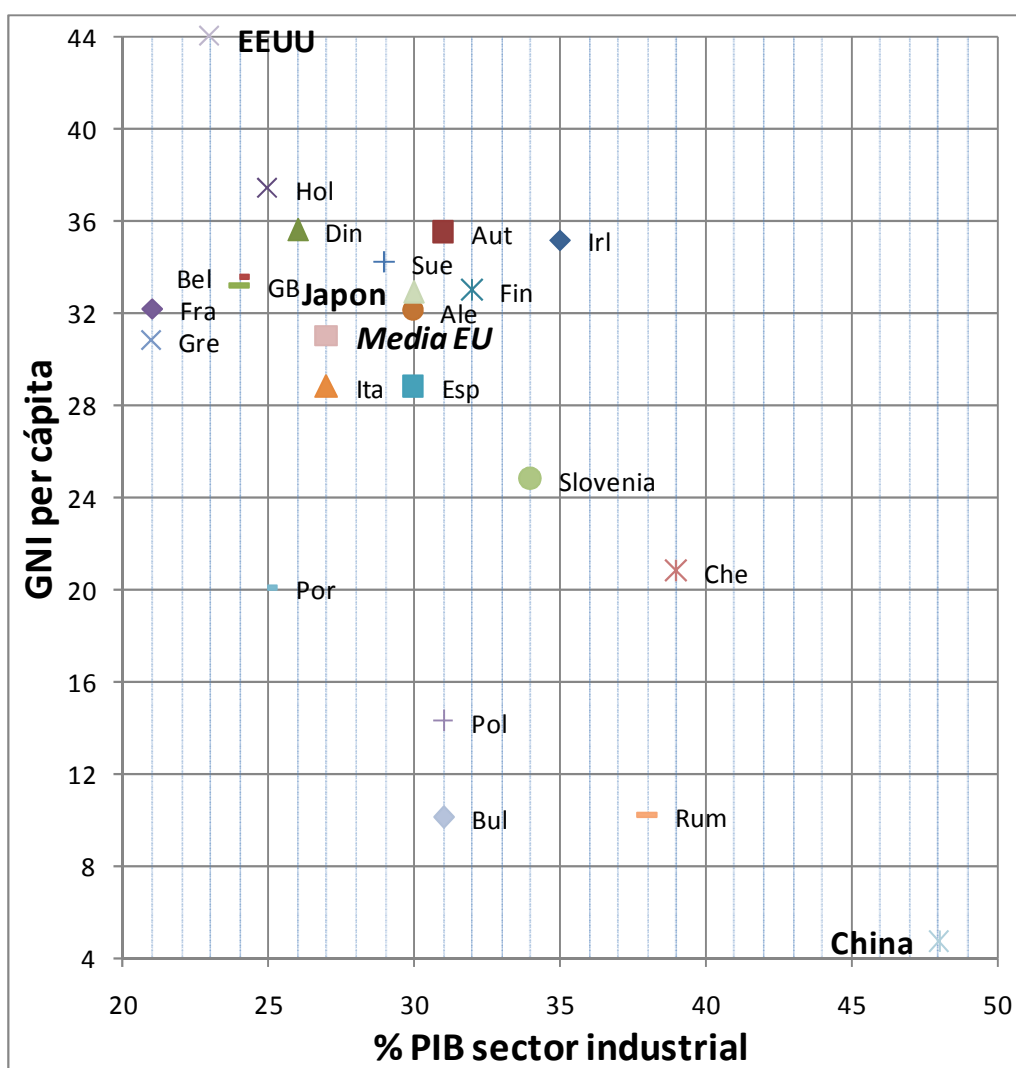


Figura 6: Relación entre valor añadido por habitante y % de PIB industrial en los principales países europeos, EEUU, Japón y China en 2005. Datos de Banco Mundial.

Los cuatro países más ricos dentro de la Unión Europea presentan muy variados índices de aportación de la industria al PIB nacional, desde el 25% de Holanda al 35% de Irlanda, mientras los tres más pobres oscilan en un rango entre 31% y 38%. Como se observa, para el mismo nivel de dependencia del PIB industrial existen enormes diferencias de riqueza, como el caso de Holanda que casi duplica a Portugal o Austria

que genera más del triple de valor por habitante que Bulgaria. En el mismo gráfico se incluyen como comparación los datos de EEUU y China, que suponen casos extremos respecto a los países europeos. Por el contrario Japón con un 30% de PIB industrial está muy cerca a la media europea es de 27% y un GNI ligeramente superior. Este fenómeno de **terciarización de la economía** para la generación de un gran valor añadido ha sido descrito por varios autores (Fourastié, 1949) (Bell, 1973), y aparece en las **sociedades post-industriales** donde ya existe una potente industria bien desarrollada en la que los nuevos avances tecnológicos permiten automatizar procesos. De esta forma se libera mano de obra cualificada que pasa a realizar trabajos de apoyo a dicha industria como el diseño, la gestión, el marketing y el control de calidad, entre otros, que se suman a servicios más tradicionales como financieros, logísticos, y, además, se generan recursos para sostener una gran actividad en sectores públicos (salud, seguridad, educación, administración pública). La industria sigue siendo la espina dorsal de la economía, pero no supone ya la mayor oferta de empleo directo ni el mayor generador de PIB, como se puede observar en la Figura 7.

	1998	2006
Servicios	64.7	68.6
Industria	27.5	25.0
Agricultura	7.8	6.4

Figura 7: Porcentaje de la mano de obra empleada en la agricultura, la industria y los servicios en EU-27 (1998 y 2006). Datos de EUROSTAT.

La consecuencia final de este análisis es que a día de hoy la **industrialización es condición necesaria pero no suficiente** para alcanzar crecientes niveles de riqueza y desarrollo de un país. Hace falta un potente sector servicios, que no es sustituto del industrial sino que se apoya en él y lo complementa. La razón es que **no toda la industria genera el mismo valor**. Hay países con una industria muy productiva, que genera un sector terciario muy potente y que es capaz de crear riqueza muy alta por habitante, mientras que otro tipo de industria no actúa de la misma manera. Éste es un tema de máxima trascendencia hoy en día en Europa, donde existe una gran preocupación por la creciente deslocalización de las fábricas. Si este fenómeno no se controla, se podría causar un grave daño al empleo (y en consecuencia al nivel de vida) que en un cuarto del total depende en forma directa de la industria y en un 75% de forma indirecta, pues el sector servicios vive en gran medida de sus clientes industriales (Manufuture HLG, 2006). Pero, **no resulta sencilla esta transición hacia una industria de alto valor añadido** y generadora de servicios muy productivos. La clave identificada, en términos generales no ofrece dudas: incrementar el esfuerzo en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i).

1.3 La industria en un ambiente turbulento: la innovación proactiva

La relación de la industria con el I+D+i ha ido evolucionando, de manera importante, con el tiempo y las condiciones del entorno. La industria manufacturera tradicional se concibió para hacer muchas piezas iguales al mejor precio posible, y exigía importantes inversiones de capital, por lo que una vez puestas en marcha, para ser rentabilizadas, necesitaban pedidos de grandes lotes e introducir los mínimos cambios posibles en el proceso. No obstante, el entorno económico y social es cambiante por las crecientes y variables demandas de los clientes, la aparición de nuevos competidores, las oportunidades de nuevos mercados, o los requisitos de nuevas leyes e incluso las demandas sociales (Bonner et al., 2002). La obligada adaptación a ese entorno cambiante ha motivado que **la industria fuese incorporando desarrollos tecnológicos para generar innovación**, muchas veces incluso de forma inconsciente. Esta innovación no tiene por qué ser exclusivamente tecnológica, ya que es posible introducir cambios a través de nuevos modelos de negocio, de nuevos productos o de nuevos mercados. No obstante, la innovación más habitual ha sido fruto de incorporar resultados de actividades de investigación y desarrollo (I+D) lideradas y acometidas normalmente por el mundo científico (Smits, 2002).

En las últimas décadas del siglo XX este fenómeno del **entorno cambiante** se ha intensificado exponencialmente y los vectores del cambio han crecido en cantidad, tamaño y complejidad. En términos de mercado, la **globalización** aporta oportunidades y amenazas nunca vistas al acercar todos los rincones de La Tierra y permitir una competencia de todos contra todos. La industria del mundo más desarrollado ha asistido a la aparición de competidores que presentan diferenciales competitivos a su favor en términos de costes, pues trabajan con mano de obra hasta 10 veces más barata. A esta ventaja hay que sumar los costes adicionales del cumplimiento de la legislación medioambiental o de la prevención de riesgos laborales, entre otras, que sólo son aplicadas efectivamente en los países más desarrollados. Por otro lado el surgimiento de nuevas potencias industriales (Europa del Este, China, India) ha provocado una escasez y encarecimiento de las materias primas y de los recursos energéticos.

Para finalizar, la **tecnología**, a la que la industria recurría para buscar soluciones, cada vez avanza más rápido, en campos cada vez más diversos y se queda obsoleta en menos tiempo, por lo que se ha vuelto un problema en sí mismo, y una fuente más de incertidumbre. Además, el desarrollo conjunto de computadoras, programas informáticos e infraestructuras de comunicación que han provocado una nueva revolución, haciendo del **conocimiento y la información**, un recurso intangible de enorme valor, por encima de los tradicionales recursos de capital, energéticos o

financieros. A todo ello, se ha venido a sumar en el último momento la crisis financiera de 2008, cuyos efectos en la industria aún están por ver, pero que probablemente haga reflexionar sobre los mismos cimientos de la economía capitalista.

Este escenario de cambio vertiginoso y multidireccional es descrito, ya no como simplemente cambiante, sino como **un entorno turbulento** en diversos trabajos científicos recientes (Johannessen et al., 1997) (Brennan, 2005) (Westkämper, 2007) (Akgün, 2007) (Shachaf, 2008) y condiciona muchos aspectos del desempeño empresarial (Costanzo, 2004) (Pérez-Freiye y Enkel, 2007) (Katzi y Crowston, 2008) (Sarkees y Hulland, 2009).

En su afán por seguir adaptándose y compitiendo en este entorno turbulento, la industria **ha pasado de tener una estrategia reactiva** ante la innovación tecnológica para pasar a ser su principal promotor (Tzu Li y Blais, 1982) (Cormican y O'Sullivan, 2004) (Tomala y Sénéchal, 2004). De hecho, desde 1990 se ha incrementado muy significativamente el esfuerzo en I+D a nivel internacional, como señalan diversos estudios (McGuckin et al., 2004) (Schmiedeberg, 2008) y se ha producido un cambio cualitativo, de tal manera que se ha empezado a identificar la innovación como un proceso que es necesario controlar y gestionar adecuadamente desde la industria, para así poder anticiparse a los cambios, en lugar de estar continuamente a la zaga.

Esta **proactividad de la industria hacia la I+D+i** no se ha producido con igual intensidad en todo el mundo desarrollado, sino que se han creado importantes diferencias. Mientras Japón y EEUU han liderado este proceso, en Europa sólo los países nórdicos (Suecia, Finlandia, Holanda) han estado a la altura. Tampoco se ha producido de igual manera en todos los sectores empresariales. Aunque siempre hay excepciones, está claro que se aprecian importantes diferencias entre la empresa media de sector aeroespacial, electrónica o farmacéutico (donde la innovación se practica con una actitud absolutamente proactiva y es la base del desarrollo estratégico), de automoción y componentes (que es reactivo a las demandas y oportunidades del mercado pero practica la innovación continua para ser capaz de mantenerse en niveles de competitividad crecientes), de bienes de equipo (reactivo también pero con innovaciones más puntuales) o de la construcción y sus proveedores (donde se innova poco, pero además en la mayoría de las ocasiones de una forma inconsciente), por poner unos ejemplos. Se puede establecer por tanto una estratificación en distintos niveles, en función de la proactividad hacia la innovación, ligada a los sectores, los territorios y los tiempos (Figura 8). Esta consideración es especialmente relevante para el funcionamiento de los centros tecnológicos, como se explicará más adelante.



Figura 8: Estados de la innovación y su relación con factores sectoriales, geográficos y temporales.

1.4 Relación entre I+D y riqueza

En los apartados anteriores, se ha relacionado la generación de riqueza con el desarrollo industrial de alto valor añadido por un lado, y por otro la necesidad de innovar proactivamente para conseguir dicho desarrollo industrial avanzado. Siendo la actividad de I+D un generador de innovación, la consecuencia inmediata es la relación entre I+D y generación de riqueza, como han venido proponiendo diversos investigadores (Bush, 1945) (Rosenberg, 1982) desde que Schumpeter, a principios de siglo XX, introdujera la innovación en la Teoría Económica, pero que sigue siendo un tema de discusión aún en nuestros días (Jones y Williams, 2000) (Barge-Gil y Modrego, 2005) (Marimón y Quadrini, 2005) (European Comission, 2007) (European Comission, 2008).

Si se observan datos mostrados en la Figura 9, se puede comparar el esfuerzo en I+D en las economías más potentes del Mundo y su evolución en la década 1995-2005. EEUU se distingue como el mayor inversor en I+D y ha mantenido una evolución creciente (+81%), mientras Europa, aunque también ha crecido, no lo ha hecho al mismo ritmo (+64%). Por el contrario China ha experimentado un crecimiento enorme en los últimos años, multiplicando casi por un factor de siete su esfuerzo en I+D, aunque sigue siendo bajo en términos absolutos.

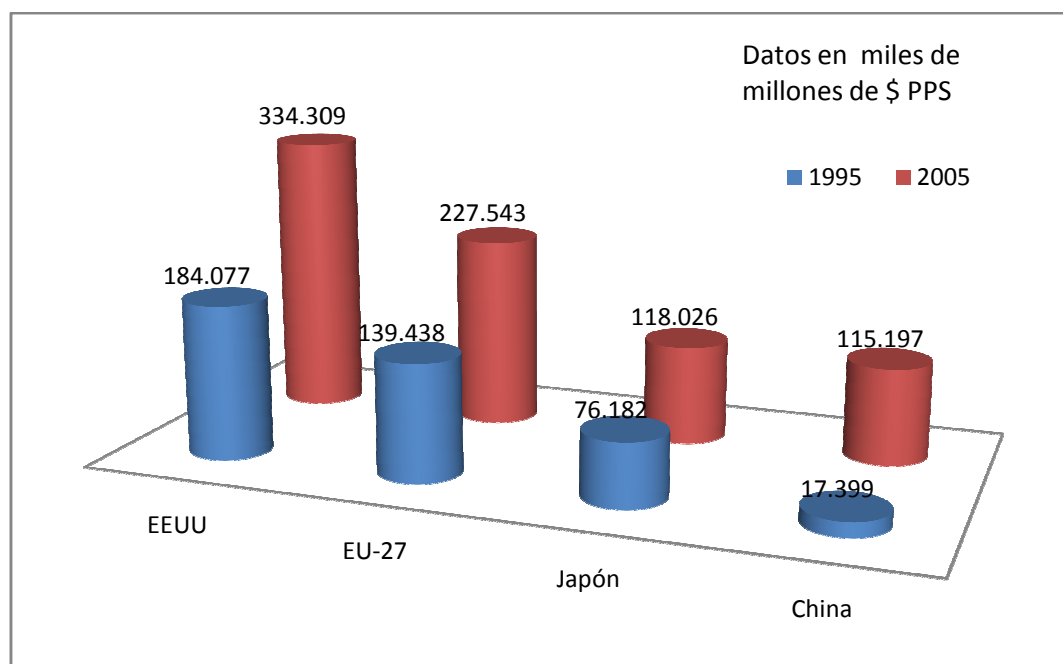


Figura 9: Comparativa del esfuerzo en I+D y su evolución entre 1995 y 2005 en las cuatro principales potencias mundiales. Datos de Informe de la Comisión Europea en 2007.

Si se corrige el efecto de los distintos tamaños de población y se compara en términos per cápita, el orden entre las cuatro potencias se altera, ya que Europa pasa a ocupar un tercer lugar, y la magnitud de las diferencias se acentúa. Se confirma así la **correlación directa entre el nivel de riqueza y el esfuerzo en I+D**, donde EEUU y Japón superan claramente a Europa y la diferencia con China es aún mucho mayor (Figura 10).

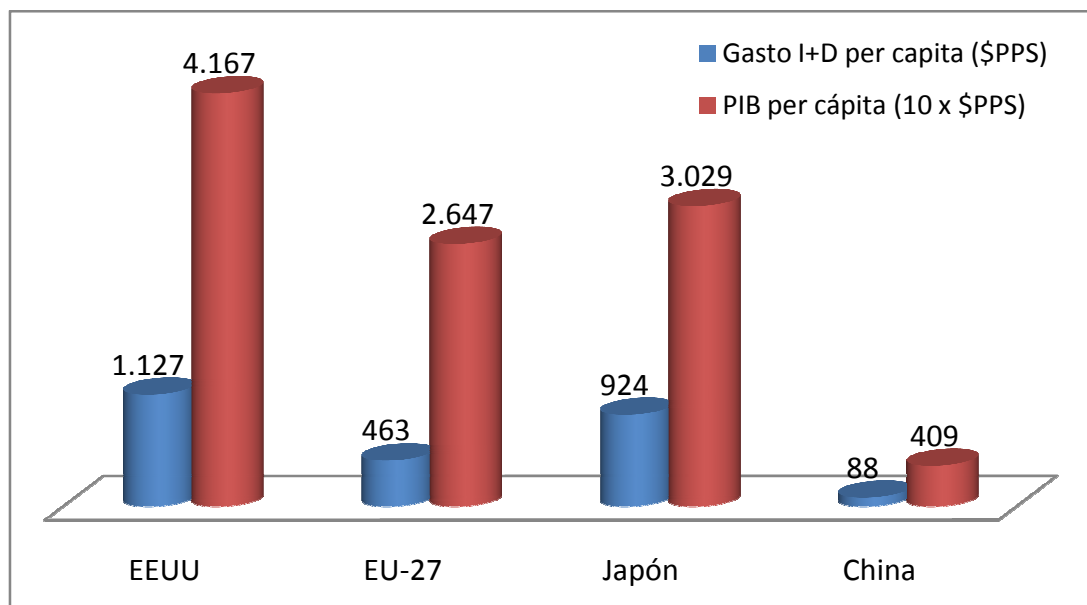


Figura 10: Correlación entre riqueza (PIB / habitante) y esfuerzo en I+D. Datos EUROSTAT (2005)

Indudablemente, la “función riqueza” de un país es algo muy complejo de calcular y afectan otros muchos factores aparte del esfuerzo en I+D, como puede ser disponer de abundantes recursos naturales, de mayor número de horas laborables disponibles, de

barreras comerciales o de sistemas político-económicos más adecuados, que quedan fuera del ámbito de esta tesis. Pero resulta interesante analizar el peso del esfuerzo en I+D a partir de los datos de la Figura 10, dividiendo el valor de PIB/habitante entre el valor de gasto en I+D/habitante. El valor más alto es el de Europa (5,72), seguido por China (4,65), EEUU (3,70) y finalmente Japón (3,28). Este análisis tiene dos interpretaciones bien distintas. Por un lado podemos concluir que Europa y China tienen un desarrollo económico basado en otros factores distintos al gasto en I+D, mientras que EEUU y Japón son mucho más intensivos en este campo. Sin embargo, también se podría concluir que la eficiencia europea en el esfuerzo en I+D es mucho mayor que la japonesa, ya que cada unidad monetaria que invierte en este recurso, le renta más riqueza, a igualdad de contribución de otros factores. Esta discusión podría ser objeto de otro trabajo de investigación, pero hace reflexionar sobre la importancia que tiene tanto la intensidad como de la eficiencia en el esfuerzo en I+D.

En lo que sí que hay un alto consenso internacional es en el papel crucial que juega el sector privado para conseguir optimizar el esfuerzo en I+D, como demuestran recientes estudios que se han llevado a cabo con objeto de analizar las diferencias entre diversos países (COTEC, 2007) (European Commission, 2008). En particular, la Unión Europea muestra una gran preocupación por este asunto y ha venido actuando a nivel de su Administración Pública para intentar corregir el déficit que actualmente presenta la inversión en I+D de su industria (no llega al 1% del PIB, es decir poco más del 50% de todo el gasto) respecto a la japonesa o americana (que superan el 70 y 60 % del gasto total respectivamente) (Figura 11).

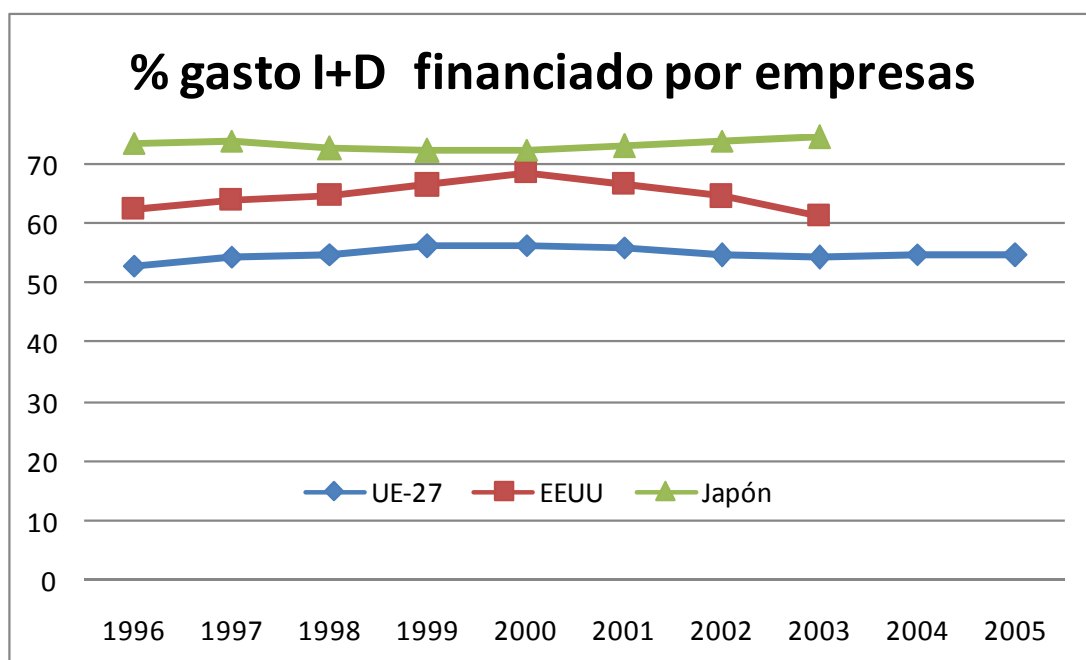


Figura 11: Porcentaje del gasto total en I+D que han financiado las empresas de cada país en el periodo 1996-2005 (faltan datos de EEUU y Japón en 2004 y 2005, Fuente: Comisión Europea)

La cuestión que, inevitablemente, se plantea como consecuencia de este análisis es cómo conseguir que la industria se involucre más en las actividades de I+D, y más aún, cómo articular este esfuerzo y dirigirlo efectivamente hacia innovaciones exitosas que redunden en elevar el nivel de competitividad y eventualmente de riqueza (Tomala y Sénéchal, 2004). Una vez asumido que la actividad de I+D debe formar parte esencial de la gestión empresarial, y que la innovación resultado de dicha actividad es un recurso escaso necesario para alcanzar la competitividad, surge un nuevo ámbito del conocimiento: la Gestión de la Innovación.

1.5 Gestión de la Innovación

Dada la relevancia de la actividad de I+D+i en la creación de riqueza, como se ha explicado anteriormente, la Gestión de la Innovación se ha convertido en una disciplina cada vez más estudiada, alcanzando gran desarrollo desde mediados del siglo XX.

Inicialmente, la atención de los científicos se centró en describir un modelo que permitiera definir los mecanismos del proceso de la innovación en la empresa. En los años sesenta y setenta, Schumpeter y Merton emplearon modelos lineales y plantearon la posibilidad de que el origen del proceso fuera bien el empuje tecnológico, o bien, la necesidad del mercado (tirón de la demanda) (Roberts, 1998). Posteriormente, se concibieron modelos más complejos aplicando un enfoque cíclico al proceso innovador (Kline y Rosemberg, 1986). Actualmente son numerosos las investigaciones realizadas y los artículos publicados en esta materia pasando por visiones más concretas, analizando casos prácticos en diversos tipos de empresas, e incluso llegando a conclusiones algo extravagantes como la necesidad de “apadrinar” la innovación dentro de la empresa (Smith, 2007).

Aproximadamente en el mismo tiempo en el que se empezaba a teorizar sobre los procesos de innovación, en 1963 se alcanzó el primer consenso internacional en lo que se refiere a la gestión del I+D con la publicación del Manual de Frascati, que definió los conceptos y procedimientos para poder medir el esfuerzo en I+D mediante encuestas homogéneas, y así disponer de resultados comparables entre distintos países de la OCDE. Hoy en día se ha extendido por el resto de los países, y su sexta edición, del año 2002 es mundialmente aceptada como referencia en este campo.

El consenso internacional en la definición de la innovación y la descripción de un sistema común para su medida fue posterior, ya que se concretó por primera vez en el Manual de Oslo en 1992. Este manual también ha ido evolucionando y su tercera edición, publicada en 2005, señala que la innovación puede afectar también al sistema organizativo (no sólo productivo) de cualquier tipo de entidad (no sólo una industria) y a sus métodos comerciales (no sólo al diseño de producto y fabricación).

Fundiendo los conceptos de I+D y de innovación, se puede hablar de forma integrada de la Gestión de I+D+i y en este ámbito España viene jugando un papel muy destacable a nivel internacional, ya que ha sido el primer país que ha publicado un conjunto de normas específicas en este campo. AENOR y la Asociación Española de Fabricantes de Bienes de Equipo (SERCOBE) lideraron el proyecto que permitió generar en 2002 la serie de normas UNE 16600x que se aprobaron definitivamente en mayo de 2006, tras un periodo de cuatro años de aplicación experimental, dada su novedad a nivel mundial (AENOR, 2006). Dentro de este conjunto de normas, son dos los principales documentos que permiten definir un método de Gestión de la Innovación. En primer lugar la norma UNE 166001 que se limita a los proyectos de I+D+i y, por otro lado la norma UNE 166002 de carácter más integral y que define las pautas y requisitos para gestionar todas las actividad de I+D+i en una organización. Precisamente esta segunda norma se basa en una de las teorías antes indicadas para el proceso de innovación: el modelo cíclico de Kline y Rosenberg (Figura 12).

Esta experiencia pionera española ha sido refrendada recientemente, en abril de 2009, por el Comité Europeo de Normalización (CEN), que ha decidido constituir un comité técnico, en concreto el CEN/TC 389, para trabajar en la trasposición de las normas españolas a normas europeas para la armonización de la Gestión de la Innovación en todo el continente.

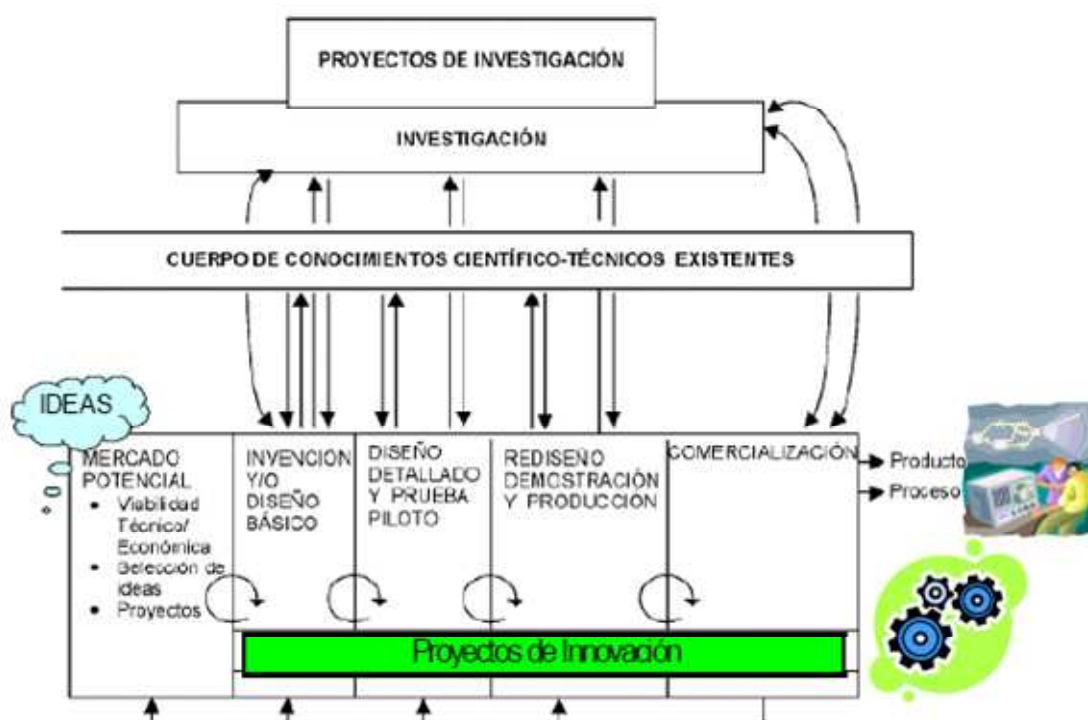


Figura 12: Modelo cíclico del proceso de innovación de Kline y Rosemberg.

Otra de las teoría más recientes que se han venido aceptando a nivel internacional sobre la Gestión de la Innovación es la **innovación abierta** (Open Innovation) (Chesbrough, 2003). Al contrario que el conjunto de normas españolas, esta teoría no

es un compendio de instrucciones para generar todo un sistema de gestión a nivel de detalle, sino que es, más bien, un paradigma y se limita a hacer hincapié en la importancia de los intercambios de información y conocimiento con agentes externos a la propia empresa. Estos flujos de información se deben a la necesidad de complementar la gama de tecnologías internas con otras que para poder abordar los problemas cada vez más complejos a los que se enfrentan las empresas (Figura 13).

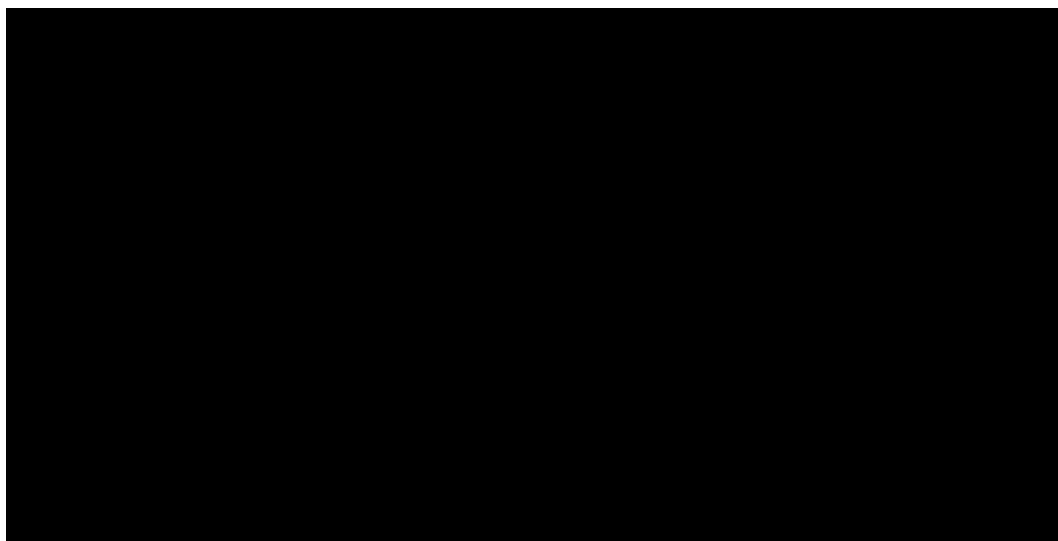


Figura 13: Modelo conceptual de Innovación Abierta de Chesbrough.

Acudir a estas fuentes externas puede suponer descubrir oportunidades y soluciones realmente innovadoras, que incluso generen nuevos mercados, nuevas empresas, o la posibilidad de licenciar el conocimiento generado a terceros, pero complementariamente también aporta nuevos riesgos y amenazas de pérdida de información (*spill-overs*). La Innovación Abierta supone, por tanto, un escenario completamente nuevo para la empresa, ya que el esquema tradicional de las actividades de I+D se circunscribía a un entorno cerrado, constituido por un equipo interno, o a lo sumo un grupo restringido de estrechos colaboradores de confianza (OCDE, 2008). Ante la nueva situación, la empresa debe configurarse de forma más flexible y se debe adaptar a un entorno mucho más extenso, que debe explorar e identificar en él los socios que le pueden aportar valor, que pueden ser otras empresas o entidades de diverso tipo, como veremos en el apartado siguiente.

De forma más centrada en la problemática del I+D+i industrial es muy destacable el trabajo de la Plataforma Tecnológica MANUFUTURE que en 2004 elaboró un documento prospectivo donde presentaba su visión de futuro con un horizonte de 2020, y a partir de la cual se definió la Agenda Estratégica de Investigación (SRA) y las hojas de ruta para la reactivación de la innovación de la industria europea en cinco líneas: productos, modelos de negocio, ingeniería, tecnologías avanzadas de proceso y el **entorno de investigación y académico que le rodea**. Esta última directriz de MANUFUTURE coincide plenamente con la teoría de la Innovación Abierta, y confirma

la necesidad de articular estructuras entorno a la empresa que faciliten los procesos de innovación, pero que, inevitablemente, van a obligar a sofisticar los métodos de Gestión de la Innovación.

1.6 Sistema de innovación y la justificación de la aparición de las entidades de intermediación

La empresa, en general, y la industria, en particular, es el protagonista esencial del proceso de innovación. Sin embargo, en el entorno en el que ésta actúa, existen otros agentes que afectan de forma radical al desempeño innovador de una empresa y que constituyen lo que se denomina **sistema de innovación** (Lundvall, 1992) (Malecki, 1997). Se suele circunscribir este concepto a un ámbito nacional, y lo constituye el conjunto de instituciones que contribuyen a la innovación y las relaciones que se establecen entre ellas (Roberts, 1998).

De hecho, debido al papel crucial que juega la innovación en la riqueza de un país, la constitución de entornos que favorezcan este proceso ha constituido una de las principales labores de las políticas de ciencia y tecnología a nivel internacional (Hall, 1994) (COTEC, 2002). Por iniciativa pública, se han creado redes de entidades de intermediación u organismos intermedios que facilitan la integración de toda la cadena de valor desde un extremo en que se encuentran las empresas hasta el otro donde se halla el mundo científico. Las misiones que desarrollan estas entidades intermedias son muy diversas, como por ejemplo: acceso a financiación de proyectos, facilitadores de recursos humanos altamente capacitados, infraestructuras tecnológicas de vanguardia, sistemas de vigilancia colectivos, etc.

En España, el sistema de innovación es un complejo entramado de muy diversas organizaciones que se representa esquemáticamente en la Figura 14. En primer lugar se representa la Administración Pública, que afecta a la actividad empresarial en el ámbito nacional fundamentalmente, con los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, donde se definen las prioridades temáticas y los fondos públicos destinados a su implantación. Asimismo también es notable y creciente la influencia de las Comunidades Autónomas y las administraciones regionales, y tampoco se debe olvidar el papel de la administración europea a nivel supra-nacional. Todas ellas juegan un papel regulador e incentivador de los procesos de innovación.

El segundo escalón lo ocupa el sistema público de investigación clasificado en dos grupos fundamentales, como son las universidades y los organismos públicos de investigación (OPI), cuyo rol es proveer de conocimiento al sistema. Entre este segundo escalón y el último (el de las empresas) aparece todo un entramado de organismos de interfaz o de soporte, a los que antes se aludía:

- OTRI: Oficinas de Transferencia de Tecnología, su rol es identificar oportunidades para aplicar y comercializar resultados de proyectos de I+D; suelen estar ligados a universidades, OPIs o centros tecnológicos.
- Centros Tecnológicos y CIT (Centros de Innovación Tecnológica), se describirán ampliamente en capítulo 2.
- Parques Tecnológicos, espacios urbanísticos que se habilitan para la residencia de empresas innovadoras o de alto contenido tecnológico y las entidades de soporte; los parques además suelen disponer de un personal mínimo que facilita las relaciones entre los residentes y les presta servicios colectivos, por ejemplo de acceso a financiación de proyectos o infraestructuras comunes de comunicación y difusión de sus resultados.
- Fundaciones diversas, públicas o privadas que suelen realizan estudios como FECYT (Fundación Española de Ciencia y Tecnología) o COTEC (privada), e incluso gestionan fondos para financiar proyectos o premios.
- Organismos de Promoción, Financiación, Evaluación y Prospectiva, como por ejemplo OPTI (Oficina de Prospectiva Tecnológica Industrial), ICONO (Observatorio Español de la Innovación y el Conocimiento) o ANEP (Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva), son públicos y de ámbito nacional normalmente
- Las FUE (Fundación Universidad Empresa) son entidades que pretenden jugar un papel de “ventanilla única” para facilitar el acceso de las empresas a los diversos departamentos y grupos de investigación de las universidades, agilizando trámites de contratación
- Organismos y Agencias de Fomento de la Innovación, son normalmente entidades públicas de ámbito regional que suelen estar dentro de la red de ADR (Agencias de Desarrollo Regional); también hay ejemplo de ámbito nacional como DDI (Sociedad Estatal para el Desarrollo del Diseño y la Innovación) o CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial)
- Los CEEI (Centro Europeo de Empresas Innovadoras) son entidades públicas dependientes de gobiernos autonómicos para el fomento de las iniciativas emprendedoras, y son el equivalente en España a los BIC (Business Innovation Centre) europeos.
- Las grandes instalaciones públicas para la investigación como el CEHIPAR (Canal de Experimentación Hidráulica del Pardo) o los observatorios del Instituto Astrofísico de Canarias.

En el último escalón del esquema aparecen ya las empresas que pueden intervenir a nivel individual, o bien colectivo por medio de asociaciones o de organismos como las cámaras de comercio.

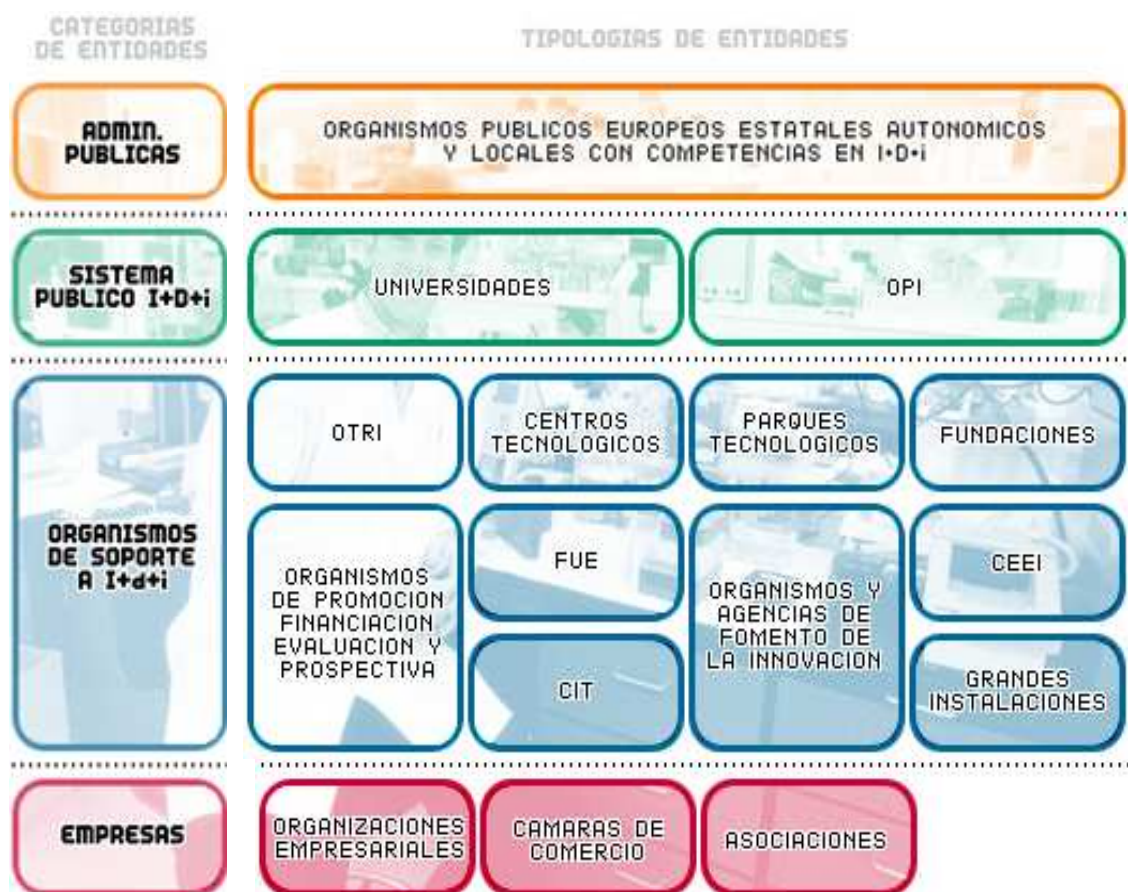


Figura 14: Esquema sinóptico del sistema de innovación en España, con una clasificación por tipos de entidades.

Un esquema similar del sistema de innovación en España ha sido realizado por la Fundación COTEC (COTEC, 1998) que distingue cuatro agentes fundamentales, además de las empresas: la **Administración Pública**, las **infraestructuras** de soporte a la innovación (principalmente centros y parques tecnológicos), el **sistema público de I+D** (universidad y organismos públicos de investigación, OPI), y el entorno que constituye la propia **sociedad** y los sistemas **financiero**, **cultural** y de **mercado**. COTEC considera que no sólo la presencia de estos agentes, sino la calidad en las relaciones que se establecen entre ellos son de gran trascendencia para el correcto funcionamiento del sistema. Por ello, realizó posteriormente un trabajo de análisis de dichas relaciones (COTEC, 2007), en el que concluye que aunque se ha avanzado mucho, aún se detentan graves problemas de comunicación entre agentes. Literalmente expresa que “... el sistema tienen todavía el reto de crear infraestructuras dedicadas a proveer servicio de apoyo a la producción de las PYMEs y de otras empresas de sectores maduros. Y también está pendiente la consolidación de redes de oficinas que orienten a las PYMEs en la búsqueda de soluciones tecnológicas, organizativas y financieras para sus procesos de innovación.” Esta conclusión del estudio parece invitar a potenciar el papel de los centros tecnológicos, como uno de los principales agentes del sistema de innovación, y cuya labor será precisamente contribuir a resolver estos problemas, como se describirá en el segundo capítulo de esta tesis.

1.7 Entornos no intensivos en innovación (ENII)

Como ya se adelantó anteriormente al describir la relación entre la innovación y los factores sectoriales, geográficos y temporales en el apartado 1.3., la actitud proactiva de la empresa hacia la innovación no es una constante, sino que depende tanto del sector al que pertenece como del entorno geográfico en el que se encuadra. Precisamente, en cuanto al aspecto territorial, hay investigaciones que identifican entornos de innovación intensa (Roberts, 1998) ejemplificados en casos en Carolina del Norte (EEUU), Cambridge (Reino Unido), Tsukuba y Kansai (Japón) o Sophia Antipolis (Francia), y también en nuestro país, como ocurre en el País Vasco (Plaza, 2000).

Estos estudios describen la mayor aceleración en los procesos de desarrollo de tecnología que son capaces de alcanzar estos territorios en comparación con otros (Figura 15). Otros estudios tiene un enfoque justamente complementario y han enfatizado el déficit de desempeño innovador de unas regiones respecto de otras, incluso dentro de un mismo país, generando en consecuencia importantes diferencias de renta per cápita y competitividad empresarial (Porter y Stern, 2001) (Furman et al., 2002).

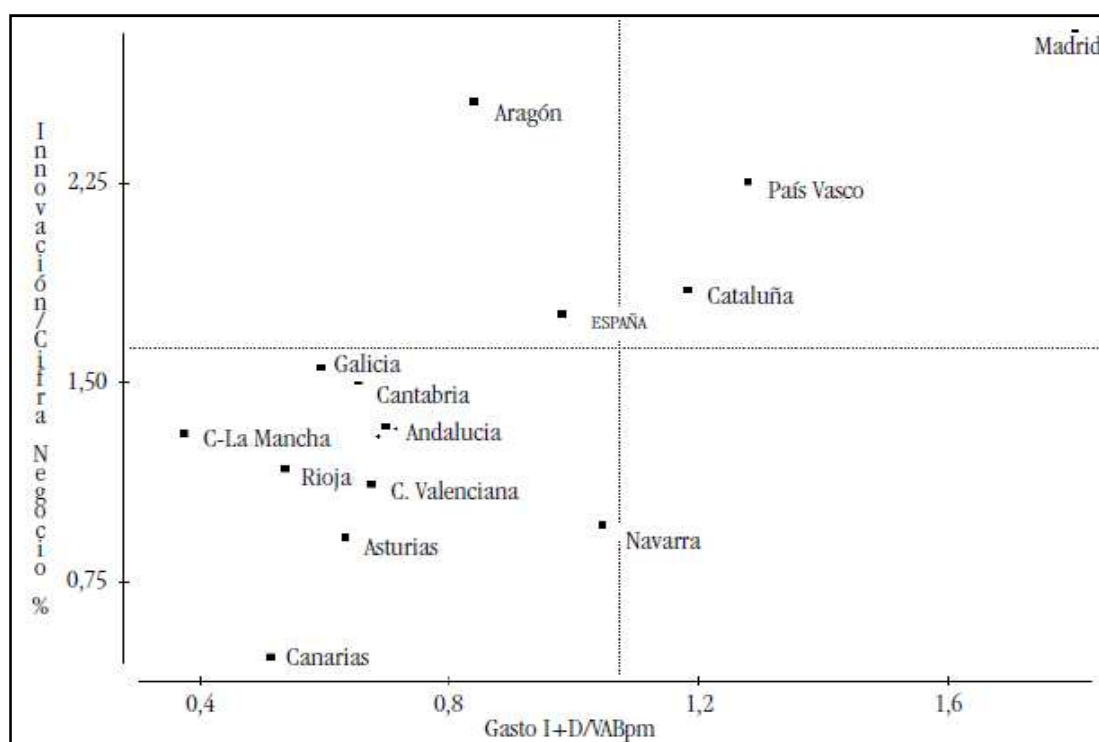


Figura 15: Análisis comparado del esfuerzo en innovación por comunidades autónomas (gasto i+d/valor añadido bruto a precio de mercado e innovación sobre la cifra de negocio) de Plaza (2000), con datos del INE de 1999.

Este fenómeno de desigual intensidad de innovación se ha analizado en bastantes estudios científicos y se han llegado a detectar las dos causas principales que lo justifican. Por un lado, la mayor o menor tendencia para la cooperación en las actividades de I+D (Fritsch y Lukas, 2001) (Katzi y Crowston, 2008), y por otro la

diferente capacidad de absorción tecnológica y de resultados de I+D (“absorptive capacity”) (Cohen y Levinthal, 1990) que presentan distintas empresas (Dou y Dou, 1999) (Meyer-Krahmer y Guido, 1999) (Bayona et al., 2001), distintos sectores (Santamaría et al., 2008) (Tsai y Wang, 2008) (Grimpe y Sofka, 2008) y diversos territorios (Malecki, 1997) (Rodríguez y Landeta, 2004) (Parisi et al., 2006) (Silva et al., 2007) (Harris et al., 2009).

Por ello se habla de entornos no intensivos en innovación (ENII) correspondiéndose a regiones en los que se produce la falta de capacidad de la industria local para generar o absorber innovación, bien por falta de masa crítica que permita la innovación, o bien, por la falta de interés en la innovación, entre otros factores. Las ENII se convierten por tanto en un reto para los sistemas de innovación, y por ello los organismos intermedios que se ubiquen en ellos deben de tener una serie de consideraciones especiales para no fracasar en su labor dinamizadora de los procesos de innovación y transferencia de tecnología (Meyer-Krahmer y Guido, 1999). Dentro de estos organismos, en esta tesis nos centraremos en particular en analizar el papel de los Centros Tecnológicos, que como se verá más adelante están muy condicionados en su desempeño por el entorno regional en el que se ubican, principalmente, pero también por el entorno sectorial al que atienden (Plaza, 2000) (Modrego et al., 2004) (Fernández de Bobadilla, 2009). De hecho, estas diferencias para la absorción de tecnología, la inquietud por la innovación y capacidad de cooperación que existen entre diferentes entornos (geográficos, sectoriales o empresariales) suponen unas condiciones más o menos propicias para que los centros tecnológicos se creen y evolucionen adecuadamente (Modrego et al., 2004). No sería adecuado, por tanto, pensar en definir un modelo de Centro Tecnológico independientemente del lugar donde se vaya a ubicar o del sector que pretenda atender. En esta tesis doctoral se ha optado por enfocar el estudio precisamente en los centros tecnológicos ubicados en ENII, donde las oportunidades de cooperar para realizar I+D son escasas por lo que se entiende que las circunstancias son desfavorables, ya que dificultan tremendamente los procesos de innovación. No se han hecho trabajos constructivistas en este campo, que planteen una forma válida de definir un organismo intermedio eficaz, pero sí que hay investigaciones que han analizado el desempeño de centros tecnológicos ubicados en un ENII y revelan que son diversas las causas de su bajo nivel de impacto (Sandhya, 2004), entre ellas, las siguientes:

- Prioridades temáticas sin definir bien
- Falta de comprensión sobre las necesidades de potenciales clientes
- Falta de relaciones adecuadas para la comunicación
- Falta de comunicación interdisciplinar entre departamentos
- Definición inadecuada de los proyectos

A su vez y de forma recíproca, si en un ENII no se consigue que actúen eficazmente los centros tecnológicos, u otros organismos de interfaz, va a ser difícil para las empresas encontrar el soporte adecuado para acceder a un desarrollo tecnológico suficiente. Esta es una situación grave, especialmente cuando las circunstancias que vivimos son de cambio permanente (entorno turbulento, tal como se refleja en la Figura 8). Se crea de esta manera un círculo vicioso que se retroalimenta y supone un fallo del libre mercado en donde la Administración Pública debe intervenir (Malecki, 1997) (Miguel et al., 2003) (Segarra-Blasco y Arauzo-Carod, 2008).

Para poder llegar a aplicar soluciones adecuadas en estos entornos, lo primero que se ha de conseguir es emplear una métrica que permita caracterizar como se puede medir un entorno es más o menos intensivo en innovación. Para ello, se propone acudir al Manual de Oslo (2005), que es la referencia internacionalmente aceptada para medir el proceso innovador. En particular, se propone emplear indicadores que permitan evaluar el nivel de dedicación de recursos para la innovación (*input* del proceso innovador). Los recursos que se consumen en dicho proceso son fundamentalmente de dos tipos: financieros y humanos. En el primer caso se mide el gasto total en I+D relativo al PIB, si se analiza un entorno territorial, y relativo al ingresos si el entorno es sectorial o empresarial. Este indicador se suele matizar con el de la proporción de gasto total de I+D que se ha ejecutado o financiado por el sector privado. Respecto a los recursos humanos, el indicador a emplear es número de empleos dedicados a la actividad de I+D, en relación con el total. Se suele medir en términos de personas equivalentes a dedicación plena. En la medida que estos indicadores estén alejados de la media de otros entornos con los que se puedan comparar, se podrá establecer el mayor o menor nivel de intensidad innovadora.

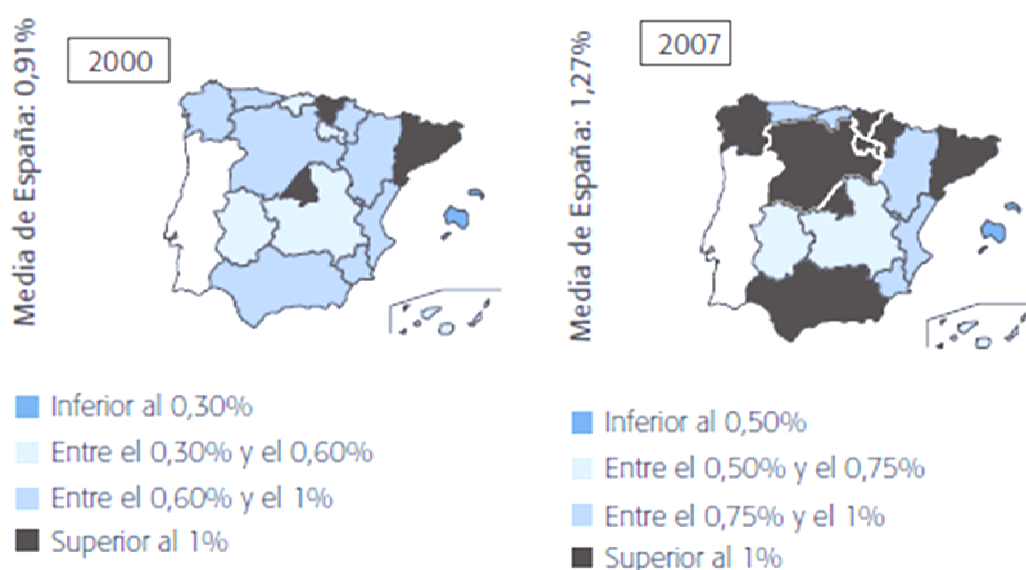


Figura 16: Distribución de la inversión en I+D por comunidades autónomas en los años 2000 y 2007, medido en porcentaje del PIB. Datos de Informe COTEC 2009, a partir del informe del INE "Estadística sobre las actividades de I+D. Indicadores básicos 2007"

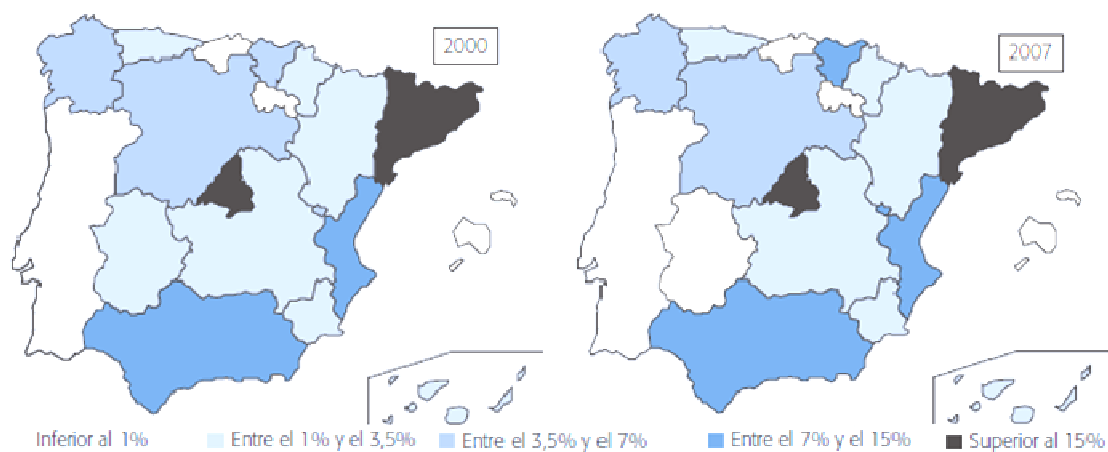


Figura 17: Distribución de personal dedicado a I+D (medido en equivalentes a jornada completa – EJC) por comunidades autónomas en los años 2000 y 2007 (porcentaje sobre el total nacional). Datos de Informe COTEC 2009, a partir del informe del INE “Estadística sobre las actividades de I+D. Indicadores básicos 2007”

En la Figura 16 y Figura 17 se representan las notables diferencias de esfuerzo innovador de las diferentes comunidades autónomas españolas y su variación en los últimos años.

CAPÍTULO 2:

LOS CENTROS TECNOLÓGICOS

2.1 Introducción

Los centros tecnológicos son entidades que se ubican a medio camino entre el mundo empresarial y el académico/científico y que juegan un papel cada vez más relevante en el desarrollo de una economía sostenible basada en el conocimiento. Aunque en la última década se les ha empezado a prestar una mayor atención, aún se trata de entidades escasamente conocidas, complejas y muy heterogéneas en su orientación y funcionamiento. Su configuración depende en gran medida del sector empresarial hacia el que enfoquen su actividad, pudiendo atender tanto a sectores primarios (agricultura, pesca) como secundarios (industria, construcción) o terciarios (turismo, logística, información y comunicación).

En este capítulo se define qué se entiende por centro tecnológico y se repasan los diversos conceptos que se manejan para este tipo de entidades, prestando especial atención al criterio establecido en España por la Administración Pública. Se repasa brevemente la evolución histórica de los centros en nuestro país y se analiza también el escenario a nivel internacional, pues, como se explicará más adelante, existen centros tecnológicos en todo el mundo, pero especialmente están implantados en Europa. No obstante su distribución es muy anisótropa, pues se constatan grandes diferencias entre unos territorios y otros, tanto en la cantidad (densidad y tamaño) como en la calidad (nivel de impacto de su actividad). Por último se recogen las tendencias de futuro identificadas para los centros tecnológicos tanto a nivel nacional como internacional.

2.2 Concepto de Centro Tecnológico (CT)

Actualmente, en España, hay muy diversas entidades que se autodenominan centro tecnológico, por lo que es muy difícil establecer una definición que englobe a todas ellas. De hecho, la tendencia actual, como se explicará más adelante, es justo la

contraria, la de discriminar entidades que, teniendo en común el desarrollo de una actividad de perfil tecnológico, son muy dispares en su concepción, forma de funcionamiento y forma jurídica, entre otras características.

Con el objeto de ejemplificar la gran disparidad de conceptos de CT se citan los siguientes casos:

- Centro Tecnológico de ESMENA: se trata de un departamento de I+D de una empresa privada, donde se centraliza toda la actividad de desarrollo de nuevos productos; no tiene entidad jurídica, pero sí se ubica en edificio independiente y sólo puede trabajar para ESMENA.
- Centro Tecnológico de ThyssenKrupp (TKEIC): se trata de una empresa independiente en la que la multinacional a la que pertenece centraliza toda su actividad de I+D para una línea de negocio determinada; sólo puede trabajar para las empresas de su propio grupo industrial.
- Centro Tecnológico de Grupo Temper (GETLAB): creado como una empresa independiente dentro de su grupo, pero que presta servicios de ensayo y consultoría de forma abierta a cualquier empresa o entidad.
- Centro Tecnológico Fundación PRODINTEC: constituido como fundación privada sin ánimo de lucro, está al servicio de cualquier empresa sin distinción, para realizar proyectos de I+D+i y asistencias técnicas asociadas.
- Centro Tecnológico AIDIMA: constituido como asociación industrial sin ánimo de lucro de empresas de un sector concreto como es el de la madera y el embalaje; puede trabajar para cualquier empresa pero sus asociados tienen preferencia respecto a otras empresas o entidades.
- Fundación IBIT: creado por el Gobierno Balear en 1998 como un organismo de la administración pública autonómica y posteriormente constituido en fundación independiente en 2008, sin ánimo de lucro, pero de carácter público y trabaja fundamentalmente contratada por el propio gobierno regional.
- Institutos Madrileños de Estudios Avanzados (IMDEA) constituidos como centros de gestión independiente, pero agrupados en una sola fundación por el gobierno autonómico y fuertemente vinculados a la universidad de la región; trabajan para cualquier entidad que les contrate.

En los distintos casos que se han ido citando anteriormente se observan claras diferencias en tres aspectos como el tipo de entidad jurídica, el tipo de promotor que la impulsa que puede ser público o privado, o una mezcla de ambos, y el mercado al que se enfoca, que puede ser totalmente abierto o restringido. Todo ello sin entrar al detalle de las tecnologías o disciplinas del conocimiento en que se especializan, ni a los sectores empresariales a los que atienden.

Para encontrar una definición adecuada para el concepto general de centro tecnológico, se ha recurrido a fuentes, bien de la Administración Pública, que tienen un carácter oficial, o de organismos suficientemente reputados, que se consideren representativos. Ambas se recogieron en los apartados siguientes, distinguiendo el ámbito nacional y el internacional.

2.3 Los CT para la Administración Pública Española

En esta tesis sólo se van a considerar como centros tecnológicos a aquellas entidades que respondan a los criterios establecidos por el Ministerio de Ciencia en Innovación (MICINN), que es el responsable de la coordinación de estos organismos con de la Administración General del Estado. MICINN, y anteriormente otros ministerios con esta competencia, calificaban como **Centros de Innovación y Tecnología (CIT)**, a todas las entidades que cumplían los requisitos expresados en el Real Decreto (RD) 2609/1996, y que, recientemente, ha sido derogado por el RD 2093/2008 de 19 de diciembre. Se ha creado así una nueva calificación oficial que va a distinguir dos tipos de entidades: Centros Tecnológicos (**CT**) y Centros de Apoyo a la Innovación tecnológica (**CAI**). De esta manera, se reconocen oficialmente las dos tendencias que sobre estos organismos venían defendiendo distintos investigadores españoles, pues por un lado la Fundación COTEC consideraba a los CIT como simples organismos de interfaz o de soporte, mientras otro grupo más numeroso (López-Luján, 2007) (Callejón et al., 2007) les exigía actividad de I+D. El nuevo RD distingue por un lado los centros que generan conocimiento y adicionalmente lo aplican transfiriéndolo a empresas, de los que sólo actúan como intermediarios y difusores para la innovación.

El fin último tanto de CT como de CAI es el mismo: el fortalecimiento de la capacidad competitiva de las empresas en el ámbito de la tecnología y la innovación. Según el nuevo RD, para poder ser un centro de cualquiera de los dos tipos es preciso cumplir cinco características básicas:

- **personalidad jurídica propia sin ánimo de lucro,**
- **disponer de una organización adecuada con medios humanos y materiales suficientes,**
- **equilibrio entre financiación pública y privada,**
- **una gran diversidad de clientes y**
- **una participación activa del colectivo empresarial en su definición estratégica.**

Atendiendo a estas características, muchos de los casos expuestos en el apartado anterior quedan excluidos de la calificación oficial, tanto de CT como de CAI. Principalmente aquellos que nacen en el seno de empresas y los que surgen de

iniciativas exclusivamente públicas. Se trata por tanto de calificar a entidades de naturaleza híbrida público-privada.

Adicionalmente el nuevo RD establece una serie de requisitos específicos que distinguen a los CT de los CAI y que van orientados a demostrar la capacidad de realizar actividades de I+D por los primeros. Las actividades que han de realizar los centros pueden ser clasificadas en varios grupos fundamentales que se resumen seguidamente:

- Proyectos I+D (sólo CT) o de innovación por iniciativa propia de forma individual o en cooperación
- Proyectos I+D (sólo CT) o de innovación contratados
- Servicios de asesoramiento tecnológico y asistencia técnica contratados
- Transferencia de resultados de investigación y de tecnología, así como difusión de información y del conocimiento
- Fomento de la cooperación entre empresas y entre agentes del sistema de innovación en general, con especial énfasis en la internacionalización.
- Impulso a la creación de empresas de base tecnológica

Actualmente hay registrados más de 100 CIT por el MICINN de acuerdo al RD 2609/1996 que disponen de plazo hasta 2010 para adaptarse a las nuevas definiciones de CT o CAI. Los CIT actuales tienen forma jurídica diversa, mayoritariamente asociaciones y fundaciones, y mantienen una relación directa con las empresas de su entorno, que incluso llegan a participar en la gestión del centro. Los CIT también colaboran con las administraciones públicas en el desempeño de actividades relacionadas con la innovación tecnológica, ya que se considera constituyen un enlace ágil y eficaz de apoyo a la I+D dirigido específicamente al sector productivo, en especial a las pequeñas y medianas empresas (PYME). Su financiación proviene de los trabajos que realizan contratados por empresas, y en un porcentaje importante, también mediante subvenciones que reciben de programas públicos de I+D e innovación tecnológica y de acuerdos firmados con sus respectivas comunidades autónomas (López-Luján, 2007).

2.4 Breve historia de los CT españoles e investigaciones previas sobre ellos

En España existen centros tecnológicos desde hace varias décadas. Los más antiguos (LEITAT en Barcelona) alcanzan los 100 años de vida, pero la creación de nuevos centros y la ampliación de sus actividades se produjo de forma más notable a finales del pasado siglo (López-Luján, 2007). Entre los primeros investigadores de este fenómeno se puede citar a Giral (1999), que describió la actividad y analizó el esquema

de financiación a partir de su experiencia en el centro tecnológico vasco de INASMET, y sus coetáneos Barceló y Roig (1999), que analizaron de forma más general centros de todo el territorio nacional e incluso, internacional. Son estos últimos autores los que comenzaron a usar el término de Centro de Innovación Tecnológica (CIT), que es el que se ha venido empleando actualmente a nivel de la Administración General del Estado. Santamaría describió en su tesis doctoral (Santamaría, 2001) el papel que desempeñaban los centros tecnológicos existentes en España en ese momento, analizándolos con una perspectiva económica en cuanto a su relación con las empresas a partir de cuatro casos, dos vascos (IKERLAN e IDEKO) y dos catalanes (ASCAMM y CVC). Entre sus conclusiones se destaca la necesidad del CT de crear una confianza en sus potenciales clientes empresariales, basada en dos conceptos que aporta como novedosos: reputación y altruismo. En capítulos posteriores de esta tesis se volverán a tratar ambos conceptos.

En los últimos años, varios investigadores españoles han colaborado en diversos trabajos para analizar más extensamente y con más profundidad el funcionamiento de estas organizaciones (Miguel et al., 2003) (Segura, 2004) (Ondategui, 2004) (Barge-Gil y Modrego, 2005) (Barge-Gil y Modrego, 2006) (Callejón et al., 2007) (Barge-Gil et al., 2007) (Cruz y Sanz, 2007) (Barge-Gil y Modrego, 2008) apoyándose en gran medida en datos de la Federación Española de Institutos Tecnológicos (FEDIT). En estos artículos no se han limitado a hacer un trabajo descriptivo como los anteriores, sino que han llegado a identificar los aspectos claves del éxito de unos centros respecto de otros, definiendo indicadores de desempeño cuantitativos y cualitativos (Modrego et al., 2005) e incluso un modelo genérico de funcionamiento de los centros tecnológicos españoles (Modrego et al., 2004), o aspectos más concretos como modelos de gestión de proyectos (Miguel et al., 2003).

A pesar de este incremento en los estudios en los últimos años, el centro tecnológico sigue siendo una figura escasamente conocida y sobre la que existe una gran indefinición, especialmente en el detalle de cómo se crean, cómo operan, cómo se organizan para realizar su labor con éxito.

Una de las conclusiones de estos estudios es que existe una polarización entre regiones que presentan déficit de centros tecnológicos, respecto a otras donde son numerosos, grandes y muy activos (COTEC, 2007). En la Figura 18 se puede observar cómo en 2006 más del 55% de los CIT se encontraban repartidos entre tres comunidades autónomas (País Vasco, Comunidad Valenciana y Cataluña) (González de la Rivera, 2008) y esa tendencia se mantiene aún hoy en día, aunque se empiezan a repartirse más por todo el territorio nacional, siendo aún vascos, catalanes y valencianos el 48% del total.

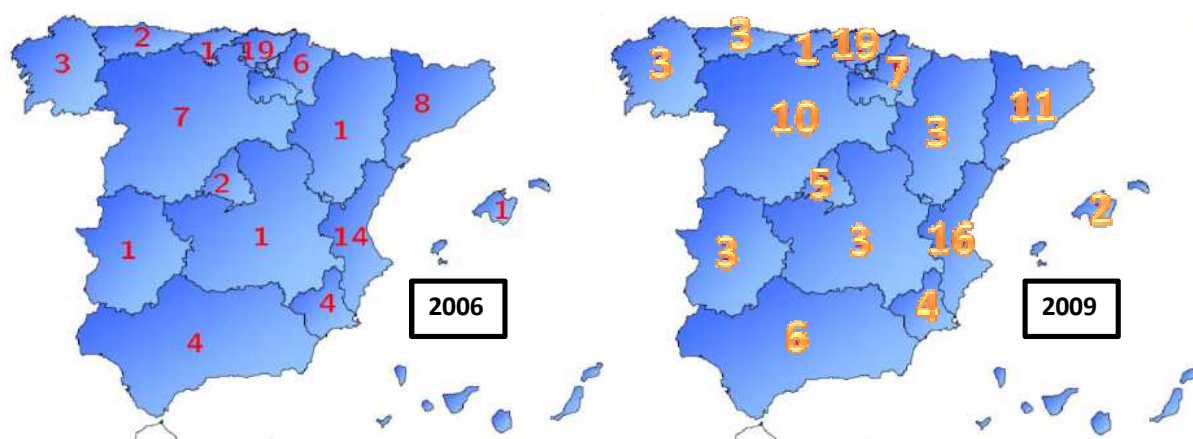


Figura 18: Distribución de CIT en España en 2006 y 2009. Datos de MITyC y MICINN.

En los últimos años es cuando más CT se han creado y se han ido distribuyendo por todas las comunidades autónomas, y de hecho si acudimos al registro oficial de CIT y seleccionamos los 50 primeros, la polarización a la que antes se hacía referencia es aún mayor (60% del total en 3 comunidades autónomas), como se describe en la Figura 19.



Figura 19: Distribución autonómica de los 50 primeros CT con registro CIT

Aunque prácticamente cada CT español es único y diferente al resto, sí que se pueden definir, en términos generales, tres modelos conceptuales diferentes, que se pueden ligar además a unos ámbitos geográficos determinados. El primero se denominará *modelo vasco* y que se caracteriza por tener forma jurídica de fundación, ser fruto de iniciativas del gobierno vasco que articula gran parte de su política de Ciencia e Innovación a través suyo, por lo que están fuertemente vinculados a él, pero trabajan muy enfocados a las necesidades empresariales, participando también activamente las empresas (fundamentalmente vascas) en su gestión (Fernández de Bobadilla, 2009). Suelen operar en tecnologías transversales y atender a múltiples sectores y actualmente son los que han conseguido alcanzar un mayor impacto tanto por su número de contrataos con empresas como por su exitosa participación en programas muy competitivos como los Programas Marco de la Unión Europea.

El segundo modelo más implantado en España es el que se puede denominar *modelo valenciano*, que se caracteriza por tener una forma jurídica de asociación empresarial, y de hecho son fruto originariamente de iniciativas de colectivos empresariales. Por ello, tienen una orientación muy vertical y se enfocan a atender las necesidades de un sector empresarial particular, por lo que hay CT del calzado, del juguete, del mueble, del plástico, de la cerámica, agroalimentario, del metal, etc. Suelen ser de tamaño sensiblemente menor al primero y su evolución es muy dependiente de las circunstancias que afectan al sector industrial al que atienden. Por último, se puede describir el tercer modelo como el *atalán* o *adrileño*, como una opción de centro que surge muy vinculado a la universidad, nutriéndose en muchos casos de personal académico, y que basa más su configuración y actividades en las fortalezas y nivel de excelencia de los grupos de investigadores que en las demandas del entorno empresarial.

Estos modelos no son endémicos y exclusivos de estas regiones, pero sí se observa una mayor proliferación de cada modelo en la respectiva comunidad autónoma. En el resto de las comunidades existen más o menos este tipo de centros o adaptaciones locales de alguno de ellos. De hecho en estas comunidades patrón, se pueden encontrar también modelos intercambiados, como puede ser el ejemplo de ASCAMM, que estando ubicado en Cataluña, responde al modelo denominado valenciano, ya que está concebido entorno al sector manufacturero de matrices y moldes, pero que ha evolucionado a lo largo de su historia, pasando de ser una asociación a dotarse de la forma jurídica de fundación, adoptando así, al mismo tiempo, alguna de las características de modelo vasco.

2.5 Situación internacional de los centros tecnológicos

En lo que respecta al ámbito internacional, el panorama de centros tecnológicos es también complejo y muy diverso, y presenta, aún en nuestros días un déficit en cuanto a su conocimiento. De hecho, algunas investigaciones recientes (Tether y Tajar, 2008) señalan que, en general, las relaciones entre agentes del sistema de innovación han sido escasamente estudiadas si exceptuamos los trabajos sobre la relación empresa-universidad que sí son muy numerosos (Tzu Li y Blais, 1982) (Wen y Kobayashi, 2001) (Veugelers y Cassiman, 2005) (Romero, 2006) (Youti y Shapira, 2008) (Segarra-Blasco y Arauzo-Carod, 2008). En lo que respecta a otras entidades de apoyo dentro del sistema de innovación, se puede citar trabajos sobre la externalización de servicios de ingeniería (Burdon y Bhalla, 2005) que constatan la escasez de estudios previos en la materia, y que defienden la oportunidad de incorporar mecanismos de interfaz adicionales a la universidad (Youti y Shapira, 2008), así como la necesidad de

complementar la innovación interna de las empresas con la contratada y la colaborativa (Schmiedeberg, 2008).

Dentro de los organismos que componen estos sistemas de innovación de otros países, el papel de los centros tecnológicos es, al igual que en España, de creciente importancia, y van alcanzando progresivamente un mayor reconocimiento. La denominación que más habitualmente se emplea para referirse a ellos es *Research and Technology Organizations* (RTO), y están distribuidos de forma dispersa y desigual por todo el mundo. En algunas ocasiones son referidos como “*Innovation Centres*” (Holt, 1978), similar al término español oficial de Centro de Innovación Tecnológica (CIT), pero esta denominación puede llevar a confusión, ya que en los países anglosajones, los “*Innovation Centres*” responden a un concepto totalmente distinto: incubadoras de empresas nuevas, normalmente de base tecnológica. En estos países, como EEUU, Reino Unido o Irlanda, el concepto innovación va ligado a nueva empresa, por eso los centros de innovación son lugares donde se crean empresas, normalmente como spin-off de proyectos universitarios o científicos. Se da la circunstancia de que en estos países apenas existen centros tecnológicos como tales y la relación universidad-empresa en el desarrollo de actividades I+D es mucho más fluida que en el resto. Existe abundante documentación científica sobre los centros de innovación en estos países como centros de incubación de emprendedores (Tzu Li y Blais, 1982) (Hollows, 1988) (Sternberg, 1989) (McAdam et al., 2005) (Youtie y Shapira, 2008), pero quedan fuera del ámbito de esta tesis, por lo que no se comentan.

El papel de los RTO en Europa es de gran relevancia, y así lo certifica recientemente un informe de diciembre de 2005 del Consejo Asesor Europeo de Investigación (European Research Advisory Board, EURAB, 2005) que cifra en el 14% del total el presupuesto europeo de I+D que movilizan, y el 40% de los recursos públicos. En dicho informe se resalta la figura diferencial del RTO respecto a otras figuras clave del sistema de innovación europeo (European Research Area, ERA), como son las universidades y las empresas. Se señala, además, que se debe hacer un esfuerzo por coordinar las acciones de los RTO entre sí y por asegurar un adecuado modelo de gestión para estas organizaciones que deben buscar un complejo equilibrio entre lo público y lo privado para poder cumplir su misión y hacerlo de forma eficiente. A pesar de ello, a los RTO no se les ha prestado gran atención desde la Administración Pública comunitaria y de los estados miembros, y EURAB las considera muy activas, pero escasamente reconocidas en las directrices y programas políticos. Prueba de ello es que en el más reciente informe de la Comisión Europea sobre Ciencia, Tecnología y Competitividad, apenas se les dedica un par de líneas a lo que denomina “organizaciones de investigación no universitarias” (*non-university research performing organisations*) (European Commission, 2008).

Los principales RTO europeos se encuentran asociados en EARTO (European Association of RTO) y se definen a sí mismos como **organizaciones cuya actividad fundamental son los servicios de investigación, desarrollo, tecnología e innovación a empresas, gobiernos y otros clientes**, distinguiéndose así de universidades, cuya actividad fundamental es la educación y la generación de conocimiento, y de las empresas cuya actividad principal es la generación de beneficios a partir de la venta de sus productos o servicios. Esta definición es bastante más laxa que la empleada en España para definir a los CT, pero en todo caso es seguro que los incluye. EARTO elaboró muy recientemente un informe (EARTO, 2008) complementario al citado anteriormente de EURAB, y en el que vuelve a resaltar el papel crucial de estas organizaciones y describe cómo han ido evolucionando desde mediados de siglo XX hasta la actualidad, empezando por ser laboratorios públicos (de ámbito nacional, la mayoría) al servicio de las empresas y pasando poco a poco a tener un alcance más integral de actividades, como contratista general de servicios de I+D, a la vez que adquirirían un perfil de entidad privada, al menos parcialmente. El informe destaca de esta manera cómo el concepto de RTO ha ido evolucionando con el tiempo y augura que se producirán importantes cambios en el futuro. Uno de estos cambios conceptuales ha sido la progresiva privatización y el desempeño de actividades que les permitieran un alto grado de autofinanciación (>50%). De esta forma se entendía que se certificaba el éxito en su papel de activación de la innovación empresarial. No obstante, de igual manera que en el caso español, se han generado grandes diferencias entre territorios, y en muchos de ellos este cambio no se produjo, especialmente en los países menos desarrollados, donde su financiación sigue siendo eminentemente pública (Sanda, 2006).

A nivel de cada país dentro de la Unión Europea se pueden encontrar estudios recientes sobre el papel de centros tecnológicos en Austria (Sheikh, 2007) y Finlandia (Pesonen et al., 2008) donde se destaca su papel como eficaces dinamizadores de innovación en las PYME; en Suecia (Khorsand, 2008) donde se ha analizado cómo medir el impacto final de su actividad y vincularlo con la financiación que reciben del estado; en Alemania (Polter, 2008) orientados hacia cómo expandirse a nivel internacional e intervenir en países menos desarrollados, e incluso en el Reino Unido, donde ya se ha indicado que no juegan un papel tan relevante como en el resto del continente, pero donde también se han hecho estudios (Oakley, 2008) sobre su aportación al sistema de innovación y a un desarrollo tecnológico de gran eficiencia. Fuera de Europa, las referencias más habituales que se pueden encontrar son de Japón (Izushi, 2003) que defiende relaciones de colaboración de largo plazo entre empresas y RTO.

Con un ámbito geográfico de actuación más global se constituyó en 1970 una asociación de RTO, vinculada con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que se

denomina WAITRO (World Association of Industrial and Technological Research Organizations). Esta asociación aglutina mayoritariamente centros tecnológicos de países en vías de desarrollo: africanos (30%), asiáticos (20%), Europa del este (16%) y latinoamericanos (13%), que comparten experiencias con los socios de países más avanzados como Canadá, Estados Unidos y algunos europeos. WAITRO organiza un congreso bianual donde se publican interesantes artículos sobre nuevas tendencias en centros tecnológicos (Aziz, 2004) (Pieris, 2004) y además es de especial interés el informe de mejores prácticas de gestión de RTO (Mengu y Grier, 1999), a partir de un estudio en 60 entidades de todo el mundo que permitió definir 57 subprocesos operativos que desplegaban 8 procesos fundamentales para el éxito del RTO: gobierno, gestión de proyectos, gestión de organización, gestión de unidades de negocio y gestión de servicios, que se soportaban internamente por medio de gestión financiera, de recursos humanos e instalaciones y equipos. En el referido informe, se destacaba también cómo el RTO debía tener especial cuidado con las relaciones al exterior, tanto con su mercado como al trabajo en red y la coordinación con la Administración Pública. Este sistema de buenas prácticas ha sido escasamente implementado y con poco éxito cuando se ha hecho como señala la tesis doctoral de Sanda (2006), donde justifica que es muy difícil conseguir implementar el cambio organizacional en un centro tecnológico y que el entorno cultural y socio-económico en el que se pueden encontrar los muy diversos países condicionan el éxito del proceso y deben incluso modificar el modelo de gestión y las buenas prácticas identificadas. No obstante sí que se han identificado algunos casos de éxito en la trasposición de este modelo, como explica el mismo Sanda (2006).

2.6 Tendencias de futuro en el papel de los centros tecnológicos

El actual es un momento muy singular en lo que se refiere a los centros tecnológicos y su papel en el desarrollo económico de los territorios en los que actúan. Esto se puede comprobar tanto a nivel internacional como a nivel nacional. Por un lado, en Europa, EARTO, en su página web (<http://www.earto.eu>), alude al entorno mundial cambiante que afecta a la labor de los RTO. Conceptos clave de gran actualidad como la **Innovación Abierta** (*Open Innovation*) (Chesbrough, 2003) así como la globalización de los mercados, que exige que productos, procesos y servicios deban ser competitivos en todo el Mundo, y la tecnología sofisticada que cambia rápidamente tanto en su contenido como en su origen, la presión de la competencia que lleva a reducir los tiempos de salida al mercado ("*Time to market*"), la necesidad de integrar múltiples disciplinas para alcanzar innovaciones que realmente tengan impacto en los negocios, afectan a los centros tecnológicos, como ocurre con las empresas en general (Pérez-Freije y Enkel, 2007). Por todo ello la demanda del cliente de un RTO está cambiando y

ello exige **nuevos sistemas organizativos y operativos** para poder atenderles adecuadamente.

Según EARTO, las instituciones de I+D que, originariamente, tenían carácter más bien público están privatizándose e intentando fortalecer su perfil comercial y de servicio a empresas. A su vez, las organizaciones de I+D originalmente privadas están empezando a cubrir labores que antes descansaban en la cosa pública (Cruz y Sanz, 2007).

Al ser el nivel de competitividad cada vez mayor, se vislumbra una tendencia a establecer relaciones recurrentes entre un cliente y “su” centro tecnológico, con el que espera llegar a trabajar incluso a nivel estratégico, donde la confianza debe ser máxima (COTEC, 2004). Otra tendencia clara que destaca es la internacionalización del ámbito de actuación.

A finales de mayo de 2008, EARTO celebró su conferencia anual en Madrid, para debatir sobre los retos de la innovación europea. En este congreso se presentó un avance de las conclusiones del primer estudio internacional sobre el impacto de la actividad de los centros tecnológicos en las empresas, a la sazón realizado por investigadores españoles de la Universidad Carlos III, con la colaboración de la Federación Española de Institutos Tecnológicos (FEDIT) (Modrego y Barge-Gil, 2008). Entre las consecuencias de este estudio se destaca que las empresas mejoraron un 56% sus ventas gracias a la investigación, desarrollo e innovación aportada por centros tecnológicos con los que trabajan, y que éstos han ayudado a mejorar la facturación e ingresos creando productos o servicios nuevos, mejorando los anteriores y aumentando su competitividad. Además del análisis del impacto de los centros, también se analizaron aspectos como las nuevas oportunidades en las economías emergentes y en otros mercados (Polter, 2008), pero que exigirán a los RTO nuevas capacidades y retos para ser capaces de replicar su actividad fuera de sus fronteras, establecer delegaciones en el extranjero y trabajar en un entorno distribuido.

Un año antes, dentro de ese mismo marco de EARTO se había realizado un estudio comparado entre 20 centros tecnológicos de referencia en Europa para identificar buenas prácticas, indicadores de desempeño y poder así obtener unas tendencias u orientaciones de futuro (Hofer et al., 2007). Entre estas conclusiones se pueden destacar muchas coincidentes con lo anterior, como la importancia del concepto de innovación abierta, el creciente papel de la actividad internacional, pero también hay aportaciones nuevas, como la necesidad de aumentar las relaciones con el mundo académico (universidades), y el enfoque de sus actividades hacia el mercado por la decreciente financiación pública disponible.

La otra gran referencia internacional, WAITRO, coincide ampliamente con EARTO en todas sus tendencias de futuro y destaca los cuatro retos que deben afrontar los RTO en un resumen ejecutivo (Sandhya, 2004):

- Adaptarse a un concepto de economía abierta, en lugar de la tradicional más cerrada
- Adaptarse a grandes cambios tecnológicos
- Reducción de la financiación pública por parte de los gobiernos
- Escasez de recursos humanos, por los que habrá que competir

A nivel nacional, en España se viene investigando en los últimos años sobre el nuevo papel que deben jugar estos agentes en el aumento de competitividad del tejido empresarial, encontrándose referencias bibliográficas sobre temas como:

- Establecer criterios más claros de clasificación de CIT, dentro de un registro oficial actualizado, con nuevos criterios y asegurar una financiación basal pública, minoritaria pero constante y con más implicación estatal (López-Luján, 2007)
- Necesidad de trabajar en red (López-Luján, 2007) y crecer para alcanzar masa crítica (Callejón et al., 2007)
- Adaptase a la innovación abierta y en particular aumentar el trabajo de colaboración con la universidad (Callejón et al., 2007)
- Contribuir no sólo a la competitividad de empresas existentes, sino generar iniciativas emprendedoras (Barge-Gil y Modrego, 2006)
- Internacionalizar sus actividades y arrastrar a empresas con ellos (Callejón et al., 2007)
- Estructuras de gestión flexible y diversificación de fuentes de financiación, con estructuras híbridas entre lo público y lo privado (Cruz y Sanz, 2007)

Algunas de estas cuestiones han sido recogidas por MICINN en el último RD2093/2008 al que se ha aludido anteriormente y que constituye el documento más actualizado de normalización de CT (publicado en enero de 2009), y cuya aplicación práctica no se podrá evaluar hasta más allá del año 2010, ya que se ha establecido un periodo de 2 años de moratoria para su implantación total. Este RD plantea la necesidad de reforzar el marco institucional para disponer de CT “más dinámicos y flexibles, con fuertes capacidades en investigación industrial, desarrollo experimental e innovación, con cultura emprendedora y creativa, capaces de acompañar a las empresas en su internacionalización y que posibiliten, a través de la cooperación y el aprendizaje, la capitalización del conocimiento y la generación de valor, actuando eficazmente en el sistema español de ciencia y tecnología”.

CAPÍTULO 3:

JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS Y OBJETIVOS

3.1 Introducción

En este tercer capítulo se reflexiona sobre las conclusiones obtenidas del estudio realizado sobre el trinomio innovación-riqueza-industria del capítulo 1, así como sobre los centros tecnológicos del capítulo 2 y, a partir de ellas, se establecen las motivaciones que han generado la realización del presente trabajo de investigación. Finalmente se definen el objetivo general que se persigue con este trabajo, detallándolo posteriormente con objetivos de carácter más específicos que ayudan a concretar el alcance del trabajo.

3.2 Necesidades detectadas

Tras el análisis de datos de riqueza en diversas economías mundiales se ha justificado cómo los territorios más ricos son aquellos que han sabido desarrollar primero una potente industria y luego un sector servicios de alto valor añadido alrededor del industrial. En el entorno cambiante actual, existe una correlación directa entre el esfuerzo inversor por habitante en I+D y el nivel de riqueza (McGuckin, 2004). Pero la inversión en I+D, a pesar de ser un factor positivo de desarrollo económico, responde a lo que la teoría económica denomina fallos del libre mercado (Santamaría, 2001), ya que la Administración Pública debe intervenir para que el sector privado desempeñe niveles de actuación adecuados. El sector público es por tanto responsable de configurar un entorno donde la empresa pueda invertir de forma eficaz y eficiente en I+D e innovación tecnológica. Esto se denomina sistema de innovación. Dentro de este sistema se han presentado a los centros tecnológicos como una figura clave, a medio camino entre lo público y lo privado, y entre la ciencia y el negocio, y que han

pasado bastante desapercibidos hasta ahora tanto ante el poder público que define políticas y programas de actuación, como ante el mundo científico y académico.

Las publicaciones científicas sobre centros tecnológicos hasta el momento se han limitado a poco más que describir el heterogéneo y disperso espectro de entidades que son calificadas con diversos términos: centros tecnológicos (CT), institutos tecnológicos, centros de innovación tecnológica (CIT), centros de apoyo a la innovación (CAI) y, en inglés, Research and Technology Organizations (RTO). Estas investigaciones señalan que no en todos los países o regiones se encuentra esta figura igualmente representada dentro del sistema de innovación. En Europa de forma creciente se les empieza a reconocer un papel fundamental en la creación del Espacio Europeo de Investigación (ERA), pero aún así tienen una distribución poco regular y se han creado enormes diferencias entre territorios, fomentando la falta de cohesión, uno de los principales problemas a los que se enfrenta la Unión Europea (Comisión Europea, 2008) y las políticas estatales.

En cuanto a la caracterización de la actividad de los centros tecnológicos existentes, se ha explicado cómo ha ido cambiando en los últimos 50 años, para ir adaptándose a las demandas de la realidad empresarial a la que atienden. Se puede asegurar que allí donde están y desempeñan su papel de forma activa, los centros tecnológicos tienen efecto muy positivo en la dinamización de la innovación a nivel empresarial (Miguel et al., 2003) (Barge-Gil y Modrego, 2008) (Modrego et al., 2008). El impacto efectivo de estas organizaciones no es sencillo de medir y para ello se han desarrollado recientemente indicadores y se han realizado investigaciones que han permitido identificar algunas claves para su éxito: gran tamaño que permita disponer de masa crítica, experiencia contrastada que genere confianza, buena capacidad organizativa y ubicación en un entorno adecuado (Modrego et al., 2005). En particular el ámbito geográfico ha demostrado ser un aspecto muy relevante para el desempeño exitoso de los centros tecnológicos (Sanda, 2006), ya que el espacio de información común con las empresas y la creación de una red con el resto de agentes del sistema de innovación son críticos para su actuación (Modrego et al., 2004).

Por otro lado, se han citado varios trabajos científicos muy recientes, desarrollados entorno a organizaciones de ámbito internacional (EARTO, EURAB, WAITRO) que señalan la necesidad de potenciar los centros tecnológicos existentes, y para ello identifican las mejores prácticas y proponen procesos de cambio para su implementación, así como la adaptación a nuevas tendencias de futuro que se han detallado.

Pero si los CT actuales deben evolucionar para ser mejores y aún existen grandes diferencias en cuanto a su presencia y desempeño en los distintos territorios, ¿qué va a pasar con aquellas regiones de países desarrollados que no disponen actualmente de

CT de alto desempeño? ¿Es posible acelerar el proceso para que no se cree una brecha aun mayor? ¿Es posible poner en marcha un CT nuevo, en una región con déficit innovador, y que alcance indicadores de alto impacto en poco tiempo? Estas reflexiones son las que han motivado el desarrollo del presente trabajo que pretende definir un modelo detallado de creación, gestión y actuación de un CT teniendo en cuenta, por primera vez, el punto de vista interno, el de su promotor e impulsor, no desde la perspectiva de un observador que busca evaluar el desempeño de entidades ya puestas en marcha. Estos aspectos suponen en la actualidad importantes retos que afrontar y constituirán el objetivo general de esta tesis doctoral, en la que se tendrá muy en cuenta las dos variables identificadas previamente y que afectan de forma sustancial a su definición y actuación:

- el marco temporal: contexto socio-económico actual de turbulencia
- el marco geográfico: región con tejido empresarial no intensivo en innovación, ENII, con déficit de esta actividad y agravado por la falta de cultura de cooperación a nivel empresarial (Katzi y Crowston, 2008).

Se considera que este enfoque es especialmente oportuno en un momento en el que en España se está reconfigurando toda la política de apoyo al I+D+i, con la constitución de un nuevo Ministerio de Ciencia e Innovación (MICIIN) y la definición de un nuevo reglamento de centros tecnológicos y de centros de apoyo a la innovación, que sustituirán a los actuales CIT. En Europa, a nivel comunitario, existe otro gran proyecto en este ámbito que es la constitución de un Instituto Tecnológico Europeo (EIT), y a nivel de países y regiones existe una gran preocupación por el desarrollo de actividades de I+D+i transnacionales, así como de la correcta adjudicación de fondos a través del 7º Programa Marco para una innovación efectiva, que involucre a las empresas y suponga un incremento del nivel de competitividad europeo. En todo ello juegan un papel fundamental los centros tecnológicos (EURAB, 2005).

Adicionalmente, se entiende que las conclusiones del modelo que aquí se presenta pueden ser aplicables en muchos entornos geográficos (regiones con déficit innovador en países desarrollados, nuevos estados miembros de UE y Latinoamérica, fundamentalmente) que se caracterizan por la falta de proactividad empresarial hacia la innovación y que pueden encontrar aquí una herramienta práctica de convergencia hacia modelos más evolucionados.

3.3 Objetivo planteado

El objetivo general de esta tesis doctoral ha consistido en definir un modelo de creación, gestión y actuación de un centro tecnológico de asistencia al sector industrial que opera en un entorno no intensivo en innovación, en el contexto socio-económico

actual de turbulencia, que sea capaz de alcanzar indicadores de alto impacto de forma acelerada.

El modelo que se persigue estará concebido desde un enfoque interno, tomando el punto de vista de su promotor e impulsor, marcando así una gran diferencia respecto a las principales investigaciones precedentes, que han sido elaboradas desde una perspectiva muy distinta: la de un observador externo que evalúa el desempeño de una muestra de entidades ya en funcionamiento, que analiza y clasifica. De esta manera, esta tesis ha buscado ir más allá de las características fenomenológicas y superficiales de la realidad de los centros tecnológicos (CT), y profundizar en las relaciones esenciales y cualidades fundamentales de los procesos no observables directamente desde fuera.

Para conseguir lo expuesto anteriormente, se enunciaron los objetivos específicos que se persiguen, que se listan a continuación:

- Identificar las dimensiones fundamentales del modelo de CT y sus características particulares adaptadas a la implantación en un ámbito industrial no intensivo en innovación.
- Desplegar los aspectos y parámetros generales de cada una de las dimensiones para crear un modelo teórico razonado de implantación, que sea replicable en futuras iniciativas de puesta en marcha de CT, adaptándolo a las condiciones particulares de cada caso.
- Incluir en el modelo una solución a la constante dinámica de evolución a la que se ha someter el CT, necesaria en el contexto socio-económico actual de cambio constante (ambiente turbulento)
- Aportar un sistema de indicadores de desempeño del CT que permita monitorizar su evolución, bien por comparación con otros o de forma independiente.
- El modelo desarrollado debe permite alcanzar niveles de alto desempeño de forma acelerada, a pesar de las condiciones desfavorables del entorno. Se evaluará empleando el sistema de indicadores propuesto anteriormente.
- Contrastar los paradigmas actualmente establecidos por investigaciones precedentes sobre la importancia del tamaño (masa crítica), la antigüedad del centro y el entorno en el desempeño de la labor de un CT.
- Analizar la aplicabilidad al modelo de los criterios del nuevo RD2093/2008 de MICINN para la clasificación de este tipo de entidades en las categorías de Centro de apoyo a la Innovación (CAI) y Centro Tecnológico (CT).

CAPÍTULO 4:

METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

4.1 Introducción

Este cuarto capítulo se dedica a explicar el método empleado para el desarrollo del trabajo de investigación necesario para alcanzar los objetivos planteados en el capítulo anterior. Este aspecto es particularmente importante en este caso ya que pueden existir varias formas de abordar los trabajos, y es necesario escoger la que más se adecua al enfoque interno (visión del promotor) que se quiere dar desde este trabajo. Por ello, la aplicación directa de metodologías utilizadas en trabajos mostrados en los capítulos anteriores, no es, necesariamente, la opción más adecuada. Inicialmente se hace un recorrido por diferentes métodos que se han empleado previamente por otros investigadores y que se han analizado con el objeto de identificar referencias válidas, total o parcialmente, para su aplicación en este trabajo. Entre otros aspectos, se estudiará las formas usadas para describir un centro tecnológico y los indicadores utilizados para caracterizar su avance y desarrollo. Finalmente se detalla y justifica la elección hecha entre las diferentes posibilidades.

4.2 Aproximaciones consideradas

Tal y como se mencionado en la introducción, antes de exponer el método que se ha empleado en la investigación, resulta obligado revisar los métodos que se han seguido en trabajos de investigación previos de misma temática. Se comprobó que estos estudios, tanto nacionales como internacionales, se han dedicado básicamente a **evaluar, analizar y clasificar el desempeño de una población de CT** determinada por medio de **encuestas**. En algún caso, los resultados obtenidos en estos trabajos han permitido profundizar y generar **modelos descriptivos** de funcionamiento de CT, pero, debido a la gran dispersión de las muestras analizadas, éstos se han quedado en **aproximaciones** muy generalistas que, aun constituyendo una buena referencia de base, no entran en un detalle suficiente para cubrir los objetivos que se han planteado

en esta tesis. En otras ocasiones las conclusiones de los trabajos de investigación se limitan a **identificar buenas prácticas** respecto a aspectos muy puntuales de los CT. En este segundo tipo de estudios sí que se alcanza un nivel de detalle suficiente, pero no se dispone de una visión integral que cubra el conjunto de lo que es la actividad completa y el sistema de organización de un CT.

Otro aspecto a reseñar es que dichos trabajos de investigación han sido abordados en general por expertos que conocen la actividad de los CT pero **desde el exterior**, y con ese perfil de observador externo pretenden llegar a describir una realidad muy diversa de entidades con un patrón único para todos (en el caso de los indicadores promedio o las buenas prácticas), o con un rango de tipos de CT clasificados dentro de taxonomías con alcances excesivamente limitados, como se verá más adelante.

Una tercera característica de los métodos seguidos hasta la fecha es que no particularizan en las circunstancias especiales del entorno, y, si lo hacen, es para analizar un entorno de éxito, es decir un entorno donde se dan condiciones ideales para el florecimiento de los CT (Fernández de Bobadilla, 2009).

Se pueden clasificar en tres tipos los métodos de investigación que se han identificado y se describen seguidamente: sistemas de indicadores de evaluación del desempeño, trabajos de identificación de buenas prácticas y modelos descriptivos con sus taxonomías asociadas.

4.2.1 Estudios agregados de indicadores de desempeño de los CT

El primer método de trabajo que se ha identificado consiste en seleccionar una población de CT cuyo desempeño se quiere analizar mediante encuestas, donde se relacionan los aspectos cualitativos o cuantitativos que se consideran fundamentales para el estudio. Dichas encuestas se distribuyen por los CT y finalmente se obtienen respuestas de un conjunto de ellos, que, si se considera que constituye una muestra representativa, se pueden explotar para obtener el resultado final que es un conjunto de indicadores de desempeño.

Actualmente no existe un sistema armonizado a nivel internacional para medir el desempeño de un CT, por lo que tampoco existe un sistema de encuestas homogéneo. En España, los investigadores Modrego, Barge-Gil y Núñez (2004) crearon su propio método para evaluar el desempeño de los CT y, a través de indicadores, cuantificar y racionalizar su análisis. Para ello emplearon una extensa batería de encuestas a 61 CT que analizaron con datos del año 2000. A partir de estos datos obtuvieron **valores promedio** con los que se ha podido caracterizar un CT “tipo” (Tabla 1). Estos indicadores han sido adoptados en gran medida por otros investigadores en nuevos análisis por este mismo método, pero que se han realizado posteriormente en 2005 (Tabla 2) (Callejón et al., 2007), así como por la Federación Española de Institutos

Tecnológicos (FEDIT), que realiza cada año una recopilación de resultados de sus centros asociados en su “Informe Anual” (se recogen en Tabla 3 los datos de 2007).

Antigüedad	Plantilla	Doctores	Gasto / empleado	Ingreso anual
16 años	61 empleados	7% plantilla	58.899€	3.996.730€
Desglose de <u>ingresos con contraprestación</u> por tipo de actividad				
Actividades I+D	Asesoramiento tecnológico	Asistencia técnica	Formación y divulgación	Otras actividades
52%	20%	15%	11%	3%
Desglose de <u>ingresos totales</u> por origen de fondos				
Contratos	Subsidios y fondos no competitivos	Programas de subvenciones competitivas		
		Autonómico	Estatal	Internacional
58%	19%	8%	7%	7%

Tabla 1: Indicadores promedio de CT españoles según estudio de Modrego et al. con datos de 2000

Antigüedad	Plantilla	Doctores	Gasto / empleado	Ingreso anual
21 años (*)	88 empleados	Sin datos	Sin datos	5.846.154 €
Desglose de <u>ingresos con contraprestación</u> por tipo de actividad				
Actividades I+D	Asesoramiento tecnológico Asistencia técnica		Formación y divulgación	Otras actividades
67% (*)	24% (*)		2% (*)	7%
Desglose de <u>ingresos totales</u> por origen de fondos				
Contratos	Subsidios y fondos no competitivos	Programas de subvenciones competitivas		
		Autonómico	Estatal	Internacional
56%	12%	14%	10%	8%
Otros indicadores de desempeño				
Empresas cliente por año		Patentes/año	Empresas base tecnológica/año	
479		1,5	0,2	

Tabla 2: Indicadores promedio de 65 CT españoles con datos de 2005 (Callejón et al., 2007).

Valores con (*) son aproximaciones ya que no se dispone de esos datos exactamente.

Antigüedad	Plantilla	Doctores	Gasto / empleado	Ingreso anual
23 años (*)	95 empleados	10% plantilla	Sin datos	7.768.656€
Desglose de <u>ingresos con contraprestación</u> por tipo de actividad				
Actividades I+D	Asesoramiento tecnológico Asistencia técnica		Formación y divulgación	Otras actividades
65%	22%		7%	6%
Desglose de ingresos <u>totales</u> por origen de fondos				
Contratos	Subsidios y fondos no competitivos	Programas de subvenciones competitivas		
		Autonómico	Estatal	Internacional
57%	10%	20%	8%	5%
Otros indicadores de desempeño				
Empresas cliente por año		Patentes/año	Empresas base tecnológica/año	
411		1,6	0,7	

Tabla 3: Indicadores promedio de CT españoles asociados a FEDIT en 2007 (Informe anual FEDIT 2008).

Valores con (*) son aproximaciones ya que no se dispone de esos datos exactamente.

Estos tres análisis que se han mencionado son ejemplos de aplicación de este primer método de trabajo. Cada uno de ellos está hecho sobre una muestra distinta de CT españoles, no exactamente coincidentes, pero muy similares, por lo que se pueden considerar equivalentes. En dichos análisis se han identificado una serie de indicadores comunes que pueden constituir un sistema con el que valorar el desempeño de un CT medio en España. Estos datos se han considerado como una buena referencia para evaluar, por comparación, la evolución del desempeño del nuevo modelo de CT que se desarrolla en esta tesis.

A nivel internacional se ha identificado una referencia para este método de trabajo: la de los investigadores austriacos Reinhold Hofer, Brigitte Nones, Elke Jantscher, Wolfgang Polt y Helmut Wiedenhofer del Joanneum Research Institute, que acometieron un análisis en los años 2006-2007 de algunos (20) de los RTO más importantes de Europa por medio del estudio de sus memorias anuales y las respuestas a un cuestionario elaborado ad-hoc. La muestra incluía organizaciones de muy gran tamaño, la menor del entorno de 100 empleados y la mayor alrededor de los 10.000, rondando la media las 1.000 personas, distribuidas por 13 países que se citan a continuación: Joanneum Research, Arsenal Research y Salzburg Research de Austria, Fraunhofer Research Institutes y Forschungszentrum Jülich de Alemania, IMEC y VITO de Bélgica, SINTEF en Noruega, DTI en Dinamarca, SP e IRECO Holding AB de Suecia,

Bay Zoltan Foundation y VEIKI de Hungría, ECN y TNO de Holanda, PERA de Reino Unido, CRP Henri Tudor de Luxemburgo, JSI en Eslovenia, INEGI de Portugal y FATRONIK como único representante de España.

La información que estos investigadores consideraron clave en su estudio de RTO fue la siguiente:

- tipo de estructura de organización
- funciones y relaciones en los respectivos sistemas de innovación nacionales y regionales
- fuentes de ingresos
- capital humano, estilo de gobierno y gestión
- principales desarrollos y visión futura.

Cualitativamente por tanto el análisis fue similar a los trabajos españoles antes mencionados en cuanto a sus inquietudes, pero con grandes diferencias tanto en la metodología, mucho menos sofisticada, como en la muestra seleccionada, ya que representa a una élite de RTO que se puede presumir que se aleja más del ámbito de trabajo de esta tesis (entorno no intensivo en innovación). No obstante constituye una referencia de máximos que se consideró interesante de analizar. De su análisis cuantitativo, Hofer et al. obtuvieron los indicadores para un RTO promedio que se relacionan en Tabla 4, y que también fueron empleados para contrastar los resultados del nuevo modelo desarrollado en la tesis.

Tipo de indicador	Indicador	Valor promedio
Impacto	Volumen de ingresos por empleado	100k€
Crecimiento	Volumen de inversión anual	10 -15% de ingresos
Eficiencia	Costes de personal	50 – 60% de ingresos
Impacto	Volumen de ingresos del extranjero	15-20% de ingresos
Financiero	Financiación pública básica o de programas a largo plazo	30-40% de ingresos

Tabla 4: Indicadores cuantitativos fundamentales del desempeño de RTO según estudio de Hofer et al. (2007)

El método descrito en este apartado no sirve, por lo explicado, para cubrir todos los objetivos que se persiguen en esta tesis, pero sí se puede aplicar parcialmente como método de validación del modelo que se desarrolle, ya que permite comparar el desempeño alcanzado en un periodo de tiempo con el de una serie de patrones, bien nacionales, bien internacionales.

4.2.2 Análisis de Benchmarking o de identificación de buenas prácticas

Otro método de trabajo que se ha empleado en investigaciones sobre CT ha consistido en identificar buenas prácticas de gestión, en base a realizar encuestas a los responsables de dichas organizaciones. Como ya se ha mencionado anteriormente, estos trabajos se realizan por investigadores externos a los RTO por lo que su análisis de la realidad está condicionado por la interpretación que cada interlocutor en cada RTO hace de cada una de las preguntas que se consideran relevantes y se incluyen en el estudio. Obtienen de esta manera resultados muy subjetivos y, de hecho, cuando alcanzan a cuantificar alguna de las características analizadas suelen hacerlo por medio de indicadores relativos, lo que complica mucho la extrapolación de las conclusiones.

Seguidamente se detalla algún ejemplo de aplicación de este método, como es el trabajo de Hofer et al. (2007). Aunque estos investigadores obtuvieron también un sistema de indicadores, como se ha explicado anteriormente, su intención principal era precisamente la de realizar un estudio para identificar las mejores prácticas de gestión de RTO en Europa.

Uno de los aspectos claves de su estudio consistió en evaluar los tipos de actividades realizadas por los RTO, que clasificaron de la forma siguiente:

- investigación básica y aplicada
- desarrollo tecnológico
- cesión de instalaciones
- certificados y homologaciones
- mediciones y ensayos
- consultoría empresarial
- consultoría política
- formación
- otras funciones

La importancia de cada una de estas actividades fue valorada de 0 (mínima importancia) a 5 (máxima importancia) por los responsables de cada RTO y resultó ser muy diferente en función del tamaño del RTO, como demuestra la Figura 20.

De las tres gráficas de la Figura 20, la comparativa más aplicable al caso español es la correspondiente a los RTO más pequeños (de hecho FATRONIK, único representante español de esta muestra, está entre los tres más pequeños del estudio) y se aprecia cómo se caracterizan por darle gran importancia a actividades que podemos clasificar como más próximas a la demanda empresarial (servicios de asistencia técnica y de consultoría tecnológica), mientras presentan un déficit en investigación básica. Los RTO de medio tamaño (aún así muy grandes para un CT promedio en España) son los que presentan un gráfico más “redondo”, intentando cubrir adecuadamente todos los

tipos de actividad. Por último los de mayor tamaño buscan claramente un posicionamiento diferencial especializándose en actividades de I+D tanto básicas como aplicadas.

Como se puede observar, se obtuvieron conclusiones interesantes a nivel cualitativo, pero es muy difícil emplear los resultados numéricos para extrapolar el método y comparar con un RTO/CT fuera de esta muestra. Para poder hacer uso extensivo de este análisis serían necesarios valores cuantitativos (de volumen de ingresos por cada tipo de actividad, por ejemplo) con los que compararse objetivamente.

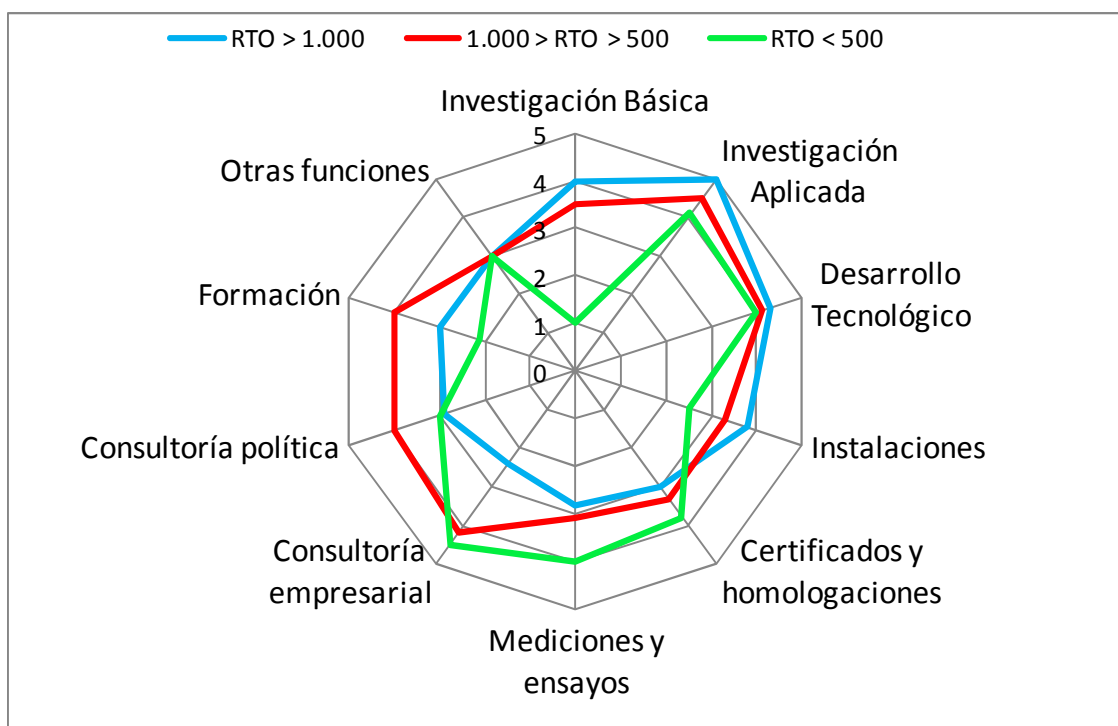


Figura 20: Importancia de cada tipo de actividad (valor máximo=5, valor mínimo=0) para los RTO europeos en función de su tamaño (tres categorías: más de 1.000 empleados, menos de 500 y entre 500 y 1.000) según Hofer et al. (2007).

Otra característica analizada por Hofer et al. fue su estudio de la “Dimensión Relacional” del RTO teniendo en cuenta los diferentes agentes del sistema de innovación, e identificando siete modos de relación que se detallan en Figura 21. En este caso los resultados fueron más objetivos, ya que los datos publicados corresponden al número de RTO que respondieron afirmativamente a la pregunta “Seleccione los tipos de relación que mantiene con otras organizaciones” sobre el total de la muestra de 20 RTO analizada.

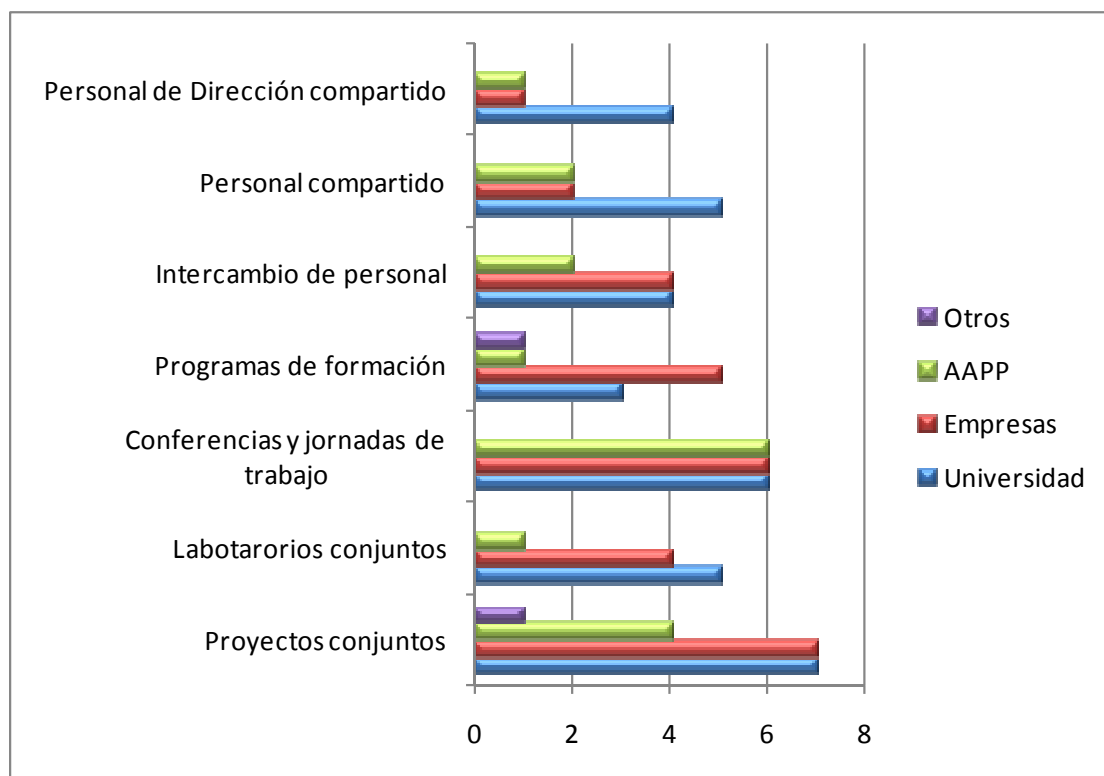


Figura 21: Número de RTO que mantiene colaboraciones con diversos agentes del sistema de innovación, clasificadas en siete tipos, según Hofer et al. en 2007.

Con estos datos se pueden hacer las siguientes reflexiones acerca de la “Dimensión Relacional”:

- Los RTO dan gran importancia de la colaboración con la Universidad, que el agente con el que más RTO reconocen en todos los tipos de colaboración excepto, curiosamente, para actividades de formación
- No obstante, un porcentaje grande de RTO (13/20) no realizan proyectos en colaboración con la Universidad, ni con empresas
- Entre los tipos de colaboración se incluyen el tráfico de profesionales y las instalaciones compartidas entre distintos agentes, aspecto no recogido en los estudios de investigadores españoles (Ondategui, 2004) (Modrego et al., 2004)

Por todo lo explicado, el método de benchmarking ofrece conclusiones muy parciales en aspectos concretos de los CT y además en muchos casos los resultados se basan en valores cualitativos, recogidos mediante percepciones y valoraciones subjetivas, muy difíciles de extrapolar. Cuando lo que se desea es construir un nuevo modelo de CT, un estudio de benchmarking puede ser una fuente de inspiración, pero no es el método que permita el desarrollo completo del mismo. Además en el caso concreto de esta tesis, se pretende buscar una solución para un entorno no intensivo en innovación, y probablemente será imposible tener una muestra representativa de CT de donde sacar buenas prácticas, ya que en estos entornos es muy difícil identificar casos de éxito.

4.2.3 Modelos descriptivos existentes

El tercer método identificado en investigaciones previas en materia de CT es el desarrollo de un modelo descriptivo de funcionamiento. Para ello se suele partir de alguna teoría de referencia sobre la que se construye el modelo adaptado al caso particular de los CT. Se han identificado dos ejemplos de aplicación de este método:

- Modelo conceptual de Modrego et al. basado en la teoría del cuadro de mando integral (Kaplan y Norton, 1996).
- Modelo basado en la Excelencia o también modelo EFQM (European Foundation for Quality Management), que es un modelo más genérico que el anterior, para cualquier tipo de organización (principalmente empresas), pero que ha venido siendo aplicado últimamente de forma específica a entidades de transferencia de tecnología, como señalan diversos investigadores (Hendrichs, 2001) (Molero, 2008)

El trabajo de Modrego et al. (2004) al que ya nos hemos referido en el apartado 4.2.1, supuso la primera definición de un modelo conceptual de funcionamiento específico para un CT. A partir de su análisis de 61 CT españoles, identificaron cuatro dimensiones fundamentales: operativa, financiera, relacional y organizacional. La primera dimensión, la Operativa, es la que establece la oferta de servicios o portafolio de actividades que el CT presta a sus clientes potenciales. En esta dimensión se identificaron fundamentalmente dos polos, por un lado el CT puede optar por una oferta muy diversificada de actividades, y por otra elegir un alto grado de especialización en I+D. Modrego et al. comprobaron que ambas opciones no eran incompatibles, y de hecho los CT de mejor desempeño en España, dentro de la muestra que analizaron, así lo hacían.

La segunda, la Dimensión Financiera, identifica fuentes y estrategias de captación de fondos para iniciar y mantener la actividad del CT. Los potenciales tipos de ingresos son muy diversos y no existe actualmente un consenso a nivel internacional para referirse y compararse en los mismos términos (Polt y Hofer, 2007). En este sentido el trabajo de Modrego et al. constituye uno de los estudios más profundos y actualizados. Han clasificado los ingresos en función de diversos criterios, tal y como se muestra en la Figura 22. En primer lugar se clasifica en función de si el ingreso requiere la prestación de un servicio o no, ya que todos los CT estudiados recibían un subsidio de fondos públicos. A su vez, los ingresos por servicios se dividen según dos factores: por el origen de los fondos (público o privado) y por el tipo de contraprestación que se preste, que normalmente será el desarrollo de su actividad (I+D, asistencia técnica, asesoramiento y consultoría tecnológica, formación y difusión y otros varios), pero también puede consistir en la transferencia de una tecnología o bien en rendimientos financieros o cuotas de asociados. El nivel de desempeño de un CT se cuantifica

fundamentalmente con su cantidad y diversidad de ingresos y, según el estudio de Modrego et al., tiene una relación directa con su masa crítica (personal, equipamiento y conocimiento) y su antigüedad.

Ingresos sin contraprestaciones - Subsidios de Administración Pública									
Ingresos con contraprestacion de servicios a entidades públicas o privadas	Por desarrollo de actividades	Origen de fondos:	Fondos públicos no competitivos			Fondos públ. concurrencia competitiva			Contratos con entidades públicas o privadas
		Tipo Actividad:	Local/ Autonomic	Estatales	Europeos	Local/ Autonomic	Estatales	Europeos	
		I+D	Proyectos de investigación y desarrollo contratados por terceros o financiados por entidades públicas o privadas						
		Asistencia Técnica	Ensayos, homologaciones, certificaciones, diagnósticos científico-tecnológicos, prototipos, simulaciones, plantas piloto,...						
		Asesoramiento y consultoría tecnológ.	Estudio de viabilidad, gestión innovación, estrategia tecnológica, vigilancia y prospectiva tecnológica, evaluación patentes , consultoría de gestión, ...						
		Formación externa y divulgación	Formación ocupacional, continua, a distancia, organización de congresos, ...						
		Otras actividades	Cualquier actividad no recogida en las anteriores						
Por transferencia tecnología: licencias, patentes, participación en empresas,...									
Otros ingresos: Fundamentalmente por activos financieros y cuotas de asociados									

Figura 22: Cuadro sinóptico de ingresos de un CT (Modrego et al., 2004)

La Dimensión Relacional es la tercera del modelo de Modrego et al. y configura la estructura interna del CT que le permite interaccionar en el exterior con todos los agentes del sistema de innovación en el que se encuadra. Este es un aspecto crítico para el buen desempeño del CT, de hecho autores como COTEC (1998) simplifican la labor de los CT a la de un mero soporte del proceso de innovación, reduciendo su entidad a la de un intermediador entre el conocimiento (Academia-Ciencia) y su aplicación (empresa). Otros, por el contrario, y, entre ellos, el propio Ministerio de Ciencia e Innovación, señalan que, además de esa labor, deben ser también generadores de nuevo conocimiento a través de actividades de I+D. Pero es una evidencia que todos ellos coinciden en la importancia que tiene en los CT su capacidad de identificar, conectar y coordinar diferentes actores fundamentales del proceso de innovación.

Por último, la Dimensión Organizacional se compone de los procesos internos que el CT articula para realizar su labor de forma eficaz y eficiente. Modrego et al. basaron la definición de esta dimensión en cuatro aspectos: la estrategia, la operatividad de proyectos y su seguimiento y control, los recursos humanos, y las actividades de marketing y difusión. Ésta dimensión es probablemente la de mayor complejidad y a pesar de que plantearon un gran número de variables, se alcanzó un grado de definición bastante vago, en el que se echa de menos factores decisivos como la gestión del conocimiento o los equipamientos materiales e inmateriales. Hay no

obstante referencias posteriores de estos investigadores en alguna de estas materias (Barge-Gil et al., 2007).

El modelo de Modrego et al. incluyó una serie de variables cuantitativas y cualitativas para medir las cuatro dimensiones identificadas, y seleccionó una subconjunto de ellas como principales. Desarrollaron un sistema de relaciones entre estos factores fundamentales que entendían que condicionaban la labor de los CT, distinguiendo tres categorías: factores explicativos, de servicios y de resultados. Se pretendía con esto ser capaz de explicar los resultados que podía alcanzar un CT a partir del diseño de su Dimensión Operativa (bipolaridad entre la diversificación de actividades y la intensificación en I+D), corregido por una serie de factores explicativos. En la Figura 23 se representa un esquema de este sistema de relaciones:

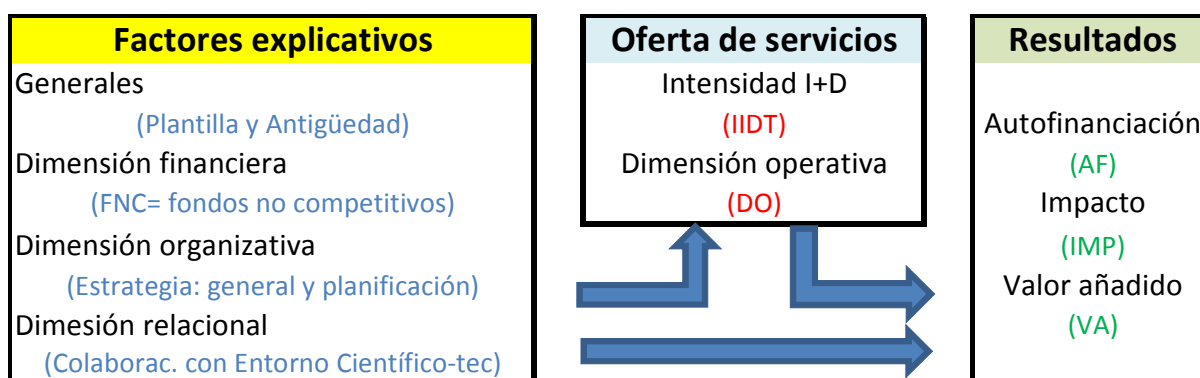


Figura 23: Esquema de factores fundamentales del modelo de Modrego et al.

A partir de la enorme colección de datos de su estudio, Modrego et al. extrapolaron unas ecuaciones para explicar los resultados de un CT, medidos por tres variables: el grado de autofinanciación, el impacto sobre la innovación empresarial y el valor añadido de dicho impacto.

Ecuación 1: Relación entre autofinanciación, impacto y dimensión operativa, condicionada por factores explicativos de antigüedad, plantilla y planificación estratégica.

$$AF = 1,23 + 0,053 \times IMP - 0,006 \text{ Antigüedad, donde}$$

$$IMP = 5,99 - 0,03 \times \text{Antigüedad} + 0,332 \times DO, \text{ y donde}$$

$$DO = -0,691 + 0,0125 \times \text{Plantilla} + 0,156 \times \text{PlanEstratégico}$$

Ecuación 2: Relación entre valor añadido e intensidad en I+D, condicionada por factores explicativos de definición estratégica, fondos no competitivos, grado de colaboración y plantilla

$$VA = -0,9656 + 0,289 \times \text{EstrategiaGeneral} + 2,177 \times IIDT, \text{ donde}$$

$$IIDT = 0,2075 + 0,0005 \times FNC + 0,0664 \times \text{ColabEntornCientif} + 0,0015 \times \text{Plantilla}$$

Ecuación 3: Cálculo indirecto de la Dimensión Operativa (DO) a partir del nivel de autofinanciación (AF) y de la antigüedad, en el modelo de Modrego et al.

$$DO = \frac{IMP - 5,99 + 0,03 \times Antigüedad}{0,332} = \frac{(AF - 1,23 + 0,006 \times Antigüedad / 0,053) - 5,99 + 0,03 \times Antigüedad}{0,332}$$

$$AF = \frac{Subv. comp. nac. + Subv. comp. internac. + Contratos + Trans. Tec. + Cuotas}{Ingresos totales}$$

Antigüedad = Año de creación del CT

Finalmente, cruzando los valores de Dimensión Operativa (DO) e intensidad en I+D (IIDT) de la muestra de CT estudiados, establecieron una taxonomía de cinco grupos (Figura 24). Esta taxonomía confirmó, una vez más, la influencia territorial en el modelo de CT ya que el grupo 1, con una mayor dimensión operativa y menor actividad de I+D, incluía fundamentalmente a entidades valencianas, donde las asociaciones empresariales de sectores tradicionales (metal, calzado, textil, juguete,...) han sido los principales impulsores de los CT. Los grupos 2 y 3, por el contrario, eran mayoritariamente vascos, en los que el enfoque no era tanto sectorial como tecnológico, y en su entorno abundan empresas de un nivel tecnológico mayor.

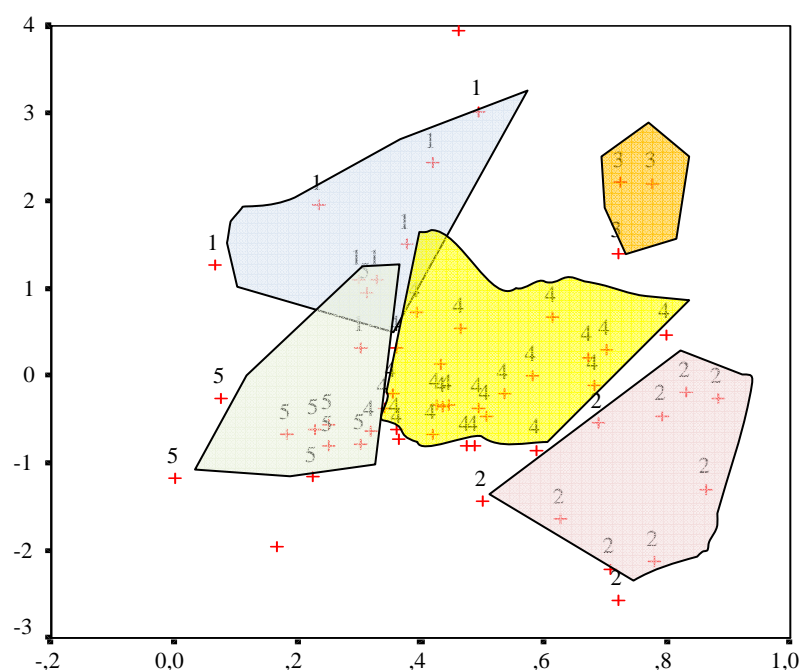


Figura 24: Taxonomía de CTs en España definida por Modrego et al. en función de DO y IIDT.

Este modelo de funcionamiento ha sido creado por tanto de forma específica para los CT españoles, y ha permitido obtener una serie de variables fundamentales, relacionadas por ecuaciones y un sistema de clasificación asociado que constituye un enfoque integral y muy ambicioso. El talón de Aquiles del modelo son los bajos coeficientes de regresión (valores de R^2 entre 0,21 y 0,33) de las fórmulas, motivados

por la gran dispersión de resultados, lo que no permite obtener resultados extrapolables fuera de la muestra analizada en su momento por Modrego et al.

Una taxonomía similar a la anterior se incluía en el trabajo de Callejón et al. (2007), pero el análisis en este caso se basó en dos variables que denominaron “Fortaleza tecnológica” (FT) (equivalente a IIDT) y la “Atención a empresas” (AE) (equivalente a DO). Los valores, para 65 CTs estudiados, se calcularon de una forma mucho más sencilla que en el estudio de Modrego et al.: FT, a partir del número de doctores en plantilla, número de patentes registrados, y fondos competitivos europeos, mientras AE se obtuvo simplemente con el número de clientes y la facturación. Este método tampoco se puede aplicar de forma más extensa por carecer de información numérica en cuanto los métodos de análisis factorial empleados, ni de las escalas para cada una de las dimensiones. No obstante se recoge seguidamente el gráfico resumen de la clasificación establecida, que contempla sólo cuatro grupos, aunque se pueden establecer correspondencias con la clasificación de cinco grupos de Modrego et al. (Tabla 5).

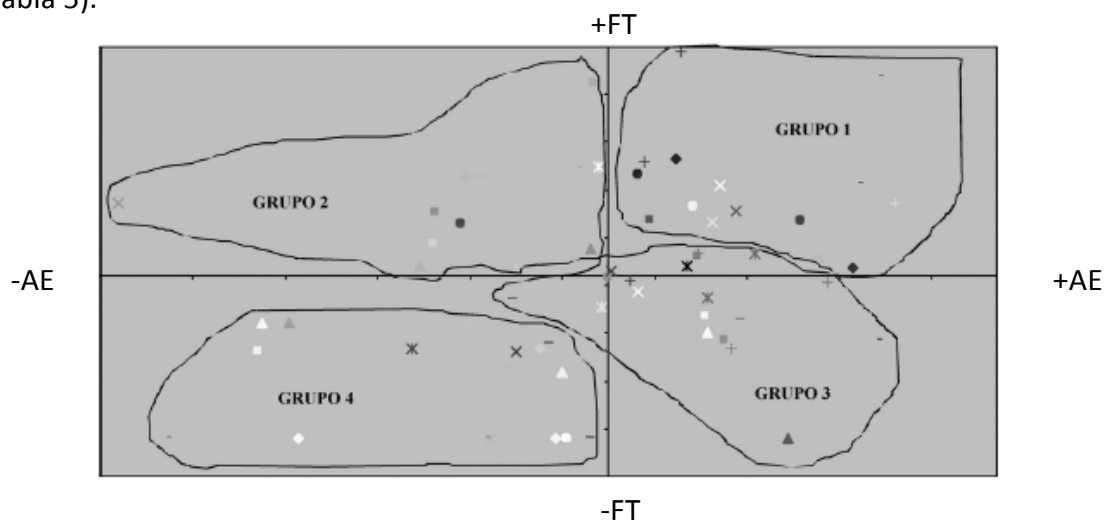


Figura 25: Taxonomía de CT españoles según Callejón et al. (2007) en función los parámetros “Fortaleza tecnológica” (FT - eje ordenadas) y la “Atención a empresas” (AE - eje abscisas)

Modrego et al.	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Callejón et al.	Grupo 3	Grupo 2	Grupo 1		Grupo 4

Tabla 5: Correlación entre las taxonomías de Modrego et al. y Callejón et al.

El segundo de los modelos descriptivos que se han analizado en esta tesis es el Modelo Europeo de Excelencia, conocido internacionalmente como EFQM, que tiene un gran prestigio y un alcance mucho más extenso que el anterior, ya que no es específico de CT. El EFQM surgió a principios de la década de 1990 como un paso adelante en los sistemas de gestión de la calidad, al aportar un método de autoevaluación y distinción de empresas/organizaciones excelentes. Dicho modelo, que ha sido actualizado en el año 2000, propone que para lograr excelentes resultados de negocio/actividad con relación a clientes, personal y sociedad, se requieren liderazgo y un posicionamiento

estratégico respecto al propio personal, asociaciones (colaboraciones), recursos materiales y procesos específicos (Figura 26).

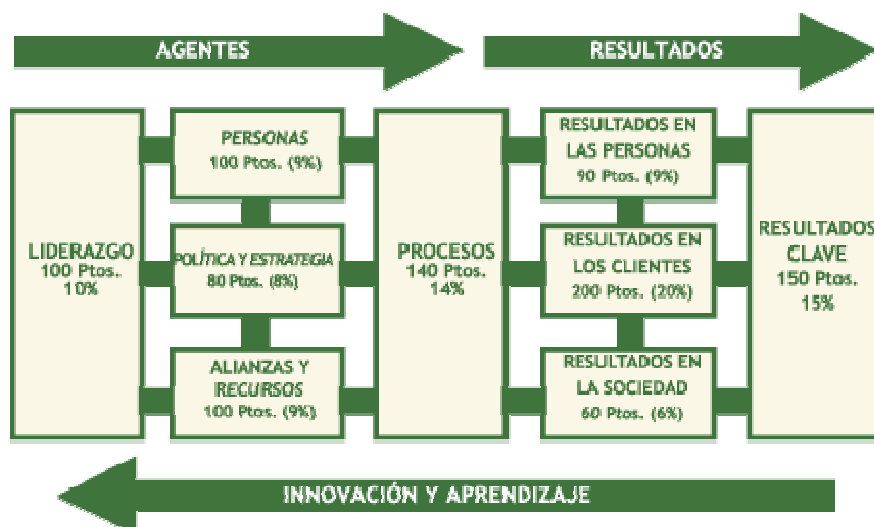


Figura 26: Esquema descriptivo del modelo EFQM

Se observan muchas similitudes con el modelo antes descrito de Modrego et al., donde se hacía mención a factores explicativos, oferta de servicios y resultados. EFQM también permite establecer una clasificación de las organizaciones pero en este caso lo hace por medio de una escala de puntos que mide el nivel de excelencia. Cada uno de los 9 aspectos que cubre el modelo son denominados criterios (habilitadores y de resultados) y son evaluables en base a 32 sub-criterios que pueden dar una puntuación máxima de 500 puntos.

Según los manuales de introducción al EFQM la búsqueda de la excelencia exige incorporar la innovación y para poner en práctica este concepto propone que las organizaciones:

- aprendan continuamente tanto de sus actividades y resultados, como de las actividades y resultados de los demás;
- practiquen un benchmarking riguroso, interno y externo, para recoger y compartir el conocimiento de las personas que las integran para maximizar el aprendizaje en toda la organización;
- tener mentalidad abierta para aceptar y utilizar las ideas de todos los grupos de interés;
- animar a las personas a ver más allá del día a día y de las capacidades actuales.
- guardar celosamente su propiedad intelectual y aprovecharla para obtener beneficios comerciales cuando resulta conveniente;
- desafiar constantemente el status quo y buscar oportunidades de innovación y mejora continuas que añadan valor.

EFQM introduce muchos conceptos no atendidos explícitamente por otros modelos de gestión de gran prestigio como ISO 9001:2000, pero que sí aparecen en estándares más modernos y aplicados a la gestión de I+D+i como la norma UNE 166002:2006 (análisis externo/interno, vigilancia tecnológica, creatividad, protección de resultados,...). Por ello se ha considerado un modelo descriptivo apropiado para implantar en una organización basada en la innovación como es un CT.

Existen investigaciones sobre la aplicación de EFQM a organizaciones de transferencia de tecnología (Molero, 2008) y se conocen experiencias reales de aplicación del modelo a CT, principalmente en el País Vasco (GAIKER, IDEKO, ROBOTIKER, FATRONIK), pero también en otras comunidades como Andalucía (IAT) o la Comunidad Valenciana (AIDO), por poner unos ejemplos.

El problema que presenta EFQM de cara ser el método empleado para definir nuestro modelo de CT es que es demasiado generalista, y que aunque relaciona todos los aspectos críticos a tener en cuenta, realmente no propone ninguna solución de implantación, sino que admite muchas posibilidades, y lo que sí establece es un método para medir (por puntos) si la solución adoptada ha sido la acertada. Se queda por tanto corto a la hora de aplicarlo como una hoja de ruta práctica, aunque resultarán muy útiles los conceptos generales que maneja para incorporarlos a nuestro modelo.

4.3 Metodología propuesta y plan de actuación

El método de trabajo más adecuado debe estar perfectamente alineado con los objetivos que se persiguen en la tesis. Citando literalmente un reciente trabajo de investigación sobre la gestión de organismos de transferencia de tecnología, *“...las reflexiones de carácter más teórico y generales pueden y deben ser enriquecidas por otras que se sustentan en trabajos de carácter práctico que en su desarrollo pormenorizado y “pegado al terreno” pueden aportar interesantes complementos sobre el funcionamiento de la creación y transferencia de tecnología, y los factores que facilitan o dificultan esos procesos...”* (Molero, 2008).

Esta tesis, en línea con la cita anterior, ha buscado ir más allá de las características fenoménicas y superficiales de la realidad de los CT que se han analizado en anteriores investigaciones. Por ello ninguno de los métodos previamente utilizados se adapta exactamente a los objetivos que se persiguen, aunque todos ellos aportan ideas interesantes. Finalmente se ha seleccionado un método de trabajo que permitiera profundizar en las relaciones esenciales y cualidades fundamentales de los procesos internos de un CT, no observables directamente desde fuera, y que condicionan su eventual desempeño.

Así se optó por aprovechar un poco de cada uno de los métodos antes explicados. En primer lugar se va a definir teóricamente el modelo integral de funcionamiento de CT de ámbito industrial, partiendo del modelo conceptual definido por Modrego et al. (2004) pero incorporando conceptos de EFQM que permitirán desplegar a nivel de detalle cada una de las cuatro dimensiones. De esta forma se podrán definir los aspectos claves a tener en cuenta para una eficaz puesta en marcha, adaptada a las condiciones del entorno analizado, no intensivo en innovación, con el objeto de superar algunas de las limitaciones identificadas por el propio Modrego et al.

El siguiente paso es la fase experimental que se articula aplicando el método del caso, que es original de la universidad americana de Harvard (Castellanos y García del Junco, 1998). El método del caso está reconocido por diversos autores como ideal para lo que se denominan “ciencias de la gestión” (Azofra et al., 2004), ya que los fenómenos a investigar suelen ser resultado de interacciones complejas de múltiples factores y su descripción y explicación requieren información endógena procedente de fuentes primarias que permiten combinar datos cualitativos y cuantitativos, para conseguir una comprensión más rica. El caso real de aplicación práctica del nuevo modelo propuesto, consistió en la puesta en marcha de la Fundación PRODINTEC, Centro Tecnológico de Diseño y Producción Industrial de Asturias. En el proceso de implementación se justificaron las decisiones que se tomaron entre las diversas opciones que planteaba el modelo, atendiendo a las particulares condiciones en que se encuadra, y que se entiende pueden replicarse en entornos de circunstancias similares.

Finalmente, en la última etapa del trabajo, se validó la hipótesis inicialmente establecida con el modelo, midiendo la capacidad de alcanzar un alto nivel de desempeño para un CT industrial, de forma acelerada y a pesar de las condiciones del entorno. Los resultados conseguidos por PRODINTEC en el periodo 2005-2008, correspondientes a sus primeros cuatro años de actividad, sirvieron de base coleccionar los datos con los que recurrir a diferentes métodos de evaluación del desempeño, lo que supone un problema no exento de dificultad y para los que se ha acudido a diversos métodos que se explican seguidamente.

4.4 Metodología de validación del modelo

Se emplearon tres métodos de validación diferentes, alguno de ellos basado en los métodos explicados anteriormente, y que se han empleado en investigaciones precedentes. Otros son absolutamente novedosos y suponen una aportación complementaria al propio desarrollo del modelo que es el objeto fundamental de la tesis.

4.4.1 Análisis comparado con la evolución del CT promedio

El primer método de validación del modelo consiste en comparar la evolución en el tiempo de los indicadores que definen el desempeño del CT promedio, y los resultados que alcanza un CT que implante el nuevo modelo desarrollado. Estos indicadores se obtienen a partir de los datos descritos en el apartado 4.2.1, tanto para CT españoles como europeos, son los siguientes:

- Tamaño: número de empleados, medidos en número equivalente a dedicación plena, es decir el cociente entre la suma de horas trabajadas por todos los empleados y el número de horas de convenio por persona
- Impacto en términos absolutos (ingresos anuales y número de clientes) o relativos (por empleado)
- Eficiencia: gasto por empleado
- Grado de dependencia de subsidios públicos: la autofinanciación es el porcentaje de ingresos que no son ni subsidios no competitivos, ni subsidios de la comunidad autónoma (aunque sean competitivos)
- Nivel de contribución a los ingresos competitivos por actividades de I+D (% del total de ingresos)

Con objeto de recopilar los datos y facilitar el cálculo de los indicadores se cumplimentará la Tabla 6 y para facilitar la discusión posterior se elaborarán gráficos que permitan la comparación en términos absolutos (Figura 27, Figura 29) y relativos (Figura 28), así como las tendencias de evolución en cada caso.

	Modrego						Resultados Nuevo Modelo (evolución en varios años)			
	2000	Callejón 2005	FEDIT-2004	FEDIT-2005	FEDIT-2006	FEDIT-2007				
Empleados (EDP)	61	88	76	83	90	95				
% doctores	7%	Sin dato	9%	11%	11%	10%				
Gasto por empleado	58.899	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato				
Ingreso anual con contraprestaciones por tipo de actividad										
I+D	52%	67%	63%	65%	62%	65%				
servicios	35%	24%	21%	20%	24%	22%				
formación	11%	2%	6%	5%	5%	7%				
otras actividades	3%	7%	12%	10%	9%	6%				
Ingreso anual por fuente de financiación										
Ingreso anual TOTAL	3.996.730	5.846.154	5.353.025	5.953.362	6.925.075	7.768.656				
Ingr TOTAL/empleado	65.520	66.434	70.878	71.727	76.945	81.775				
contratos	58%	56%	58%	56%	55%	57%				
subsidio no competitivo	19%	12%	12%	10%	10%	10%				
público comp. autonómico	8%	14%	17%	20%	21%	20%				
público comp. nacional	7%	10%	7%	8%	8%	8%				
público comp. internacional	7%	8%	6%	6%	6%	5%				
Empresas clientes	Sin dato	479	408	429	411	411				
Clientes/empleado	Sin dato	5,4	5	5,2	4,6	4,3				
Patentes registradas	Sin dato	1,5	Sin dato	1,4	2	1,6				
EBT	Sin dato	0,2	Sin dato	0,3	0,4	0,7				

Tabla 6: Plantilla para cumplimentar resultados alcanzados por nuevo modelo de CT y compararlos con indicadores de desempeño de CT promedio obtenidos en diversas investigaciones.

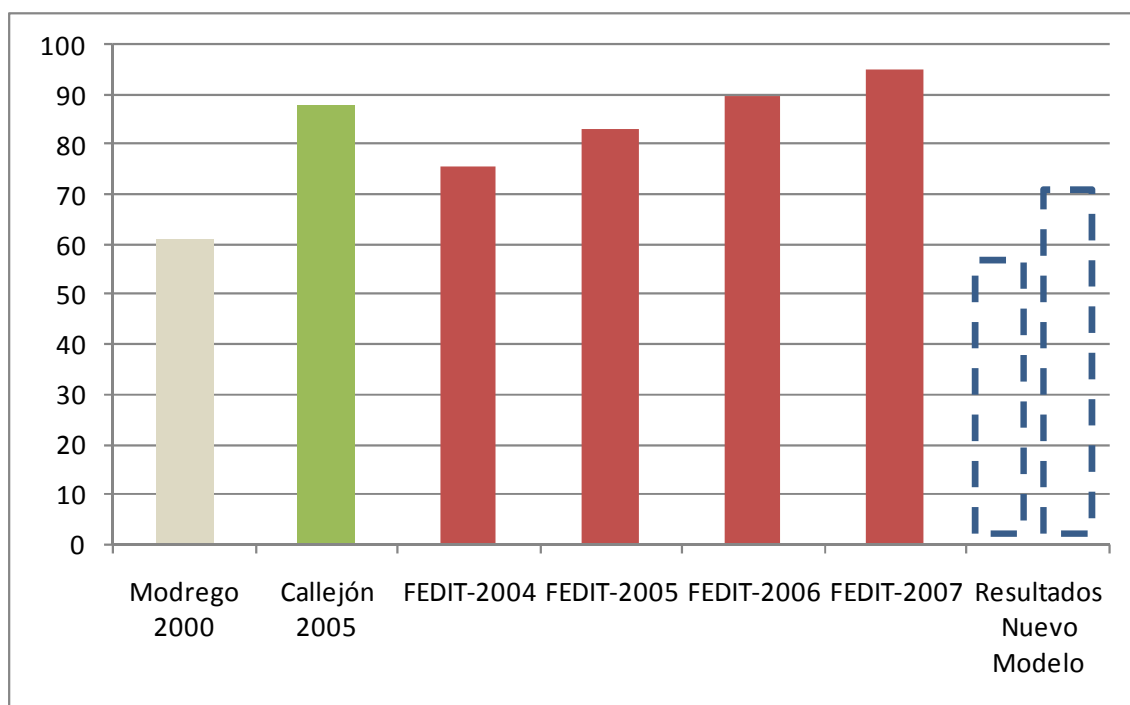


Figura 27: Modelo de gráfico comparativo de valores absolutos en diversos indicadores de impacto

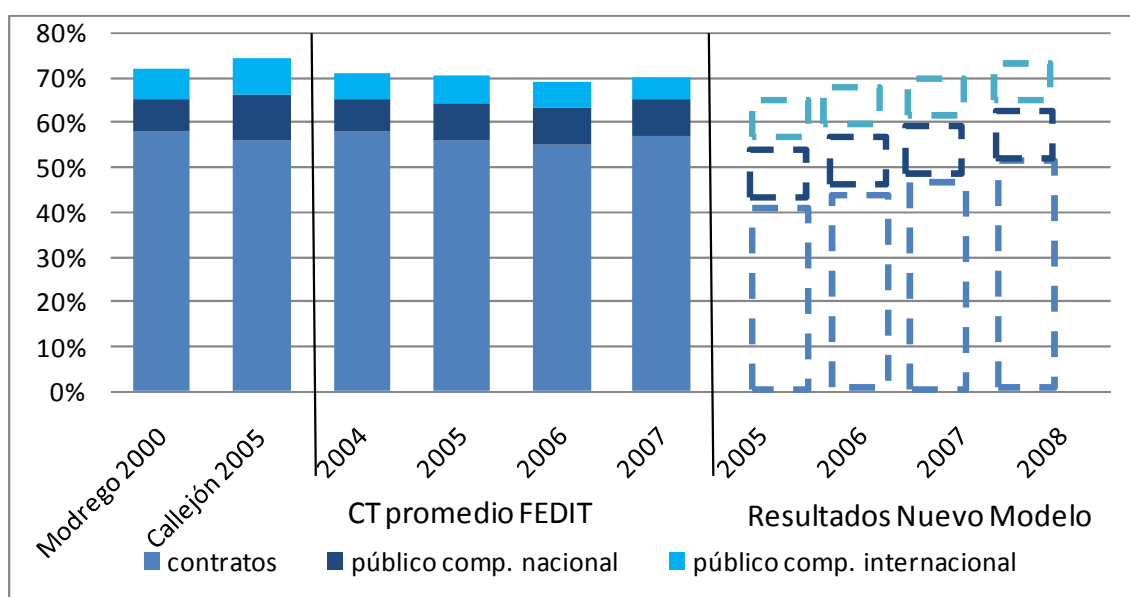


Figura 28: Modelo de gráfico comparativo de valores relativos en los diversos indicadores de impacto que se han definido

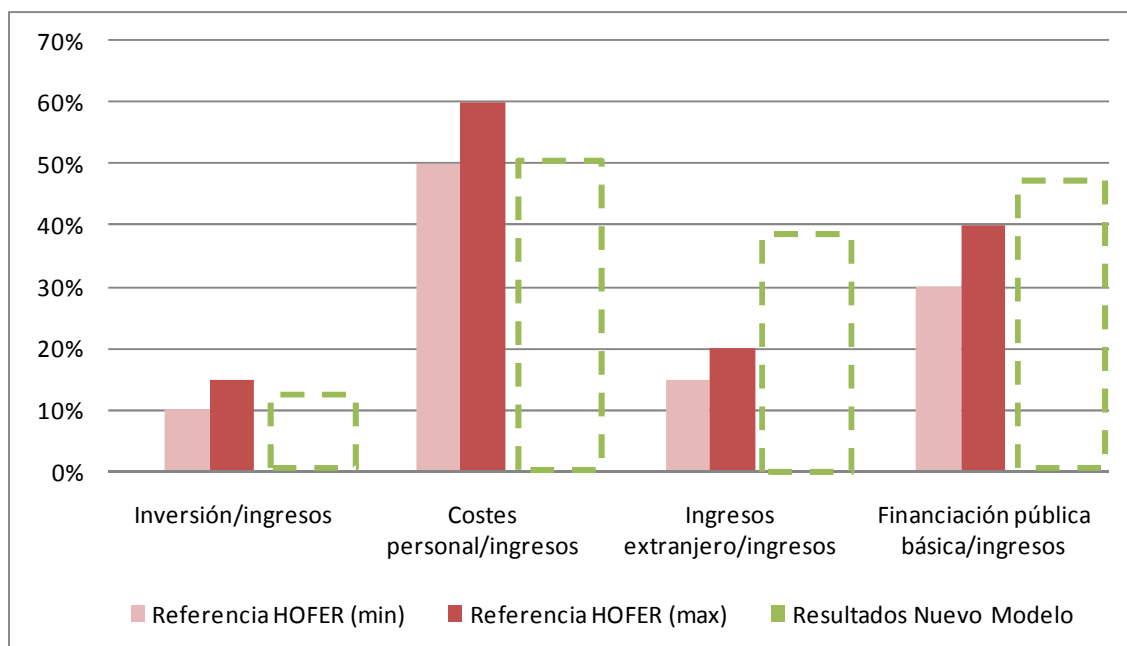


Figura 29: Modelo de gráfico comparativo de resultados alcanzados por el nuevo modelo de centro respecto a la horquilla de valores máximo y mínimo obtenidos por Hofer et al. para RTO europeos.

4.4.2 Aportación de nuevos indicadores de impacto

Como segundo método de validación se han desarrollado un conjunto de indicadores nuevos, que permiten una reflexión independiente sobre el nivel de desempeño alcanzado, sin necesidad de recurrir a comparaciones con otros CT, como ocurre en el apartado anterior. Se considera especialmente útil este sistema, pues permitirá analizar en el futuro la evolución futura del modelo de CT y su desempeño (comparado o no con otros modelos de CT) midiendo el impacto del CT de una forma más directa y aplicada que las propuestas por otros investigadores.

Los nuevos indicadores propuestos fueron tres:

- apalancamiento de I+D+i empresarial
- retorno del gasto público autonómico
- valor añadido generado para sus clientes; para este último indicador, que no es en sí nuevo (Modrego et al., 2005), lo que se propuso fue un nuevo método de cálculo.

Como se ha señalado anteriormente, un aspecto diferencial respecto a las anteriores metodologías de validación descritas es que los nuevos indicadores no requieren de una inter-comparación con otros CT, sino que por sí mismos expresan si el desempeño del CT es favorable, en cuanto el resultado es superior a la unidad (1), o, en el caso del apalancamiento, a dos (2).

El primero de los indicadores propuestos surge como consecuencia de reflexionar sobre uno de los mayores problemas identificados para la falta de competitividad de Europa, y en particular de España, que se ha explicado en el apartado 1.4 de esta tesis:

la falta de equilibrio entre la inversión empresarial y pública en I+D+i. El Tratado de Lisboa de 2007 planteó que, al menos dos tercios de la inversión total, debería ser ejecutada por las empresas. Se consideró que, en este escenario, sería un buen indicador de impacto de los CT su contribución para corregir este desequilibrio, consiguiendo un efecto de apalancamiento del gasto industrial en I+D+i. Se propuso medir este efecto con la Ecuación 4 que se expresa seguidamente:

Ecuación 4: Apalancamiento de gasto de I+D+i industrial

$$Apalanc I + D + i ind = \frac{\sum \text{Gasto I + D + i industrial en proyectos liderados por CT}}{\text{Subsidios y Fondos públicos NO competitivos de CT}}$$

El numerador de este cociente no equivale a los contratos entre empresas y CT, sino a todo el presupuesto propio que dichas empresas van a dedicar (gastos de personal, compras de materiales, colaboraciones externas,...) a proyectos de I+D+i en el que el CT actúa como líder o como promotor necesario, facilitando la participación de dicha empresa y que sin su presencia seguramente no se hubiera producido. En el denominador se suma la parte de financiación del CT que depende de fondos públicos no competitivos, para de esta manera tener una medida del gasto en I+D+i empresarial movilizado, por cada euro invertido en la puesta en marcha del CT. Lo adecuado de este indicador lo confirman los resultados obtenidos en un estudio de Modrego et al. (2008) en más de 2.000 empresas que cuantificaba que el 55% de ellas reconocían que de no ser por la colaboración con un CT sus proyectos de I+D serían de menor alcance y el 60% que sus gastos en I+D había aumentado en términos globales más de un 7% de media gracias a los CT. Igualmente en lo que afecta a la innovación, el 63% de la empresas encuestadas aseguraban haber mejorado sus resultados gracias al CT y el 78% de ellos aseguraba haber entrado en contacto con otros colaboradores de I+D+i (universidades, OPI, etc.) por medio del CT.

El segundo indicador propuesto para cuantificar el impacto de la actividad del CT es una medida del retorno neto que obtiene el territorio donde éste se ubica. Como se ha ido indicando en capítulos anteriores, la ubicación de un CT es considerado un aspecto crítico para su desempeño, y en aquellos territorios donde la Administración Pública se compromete a su promoción, se debería obtener un retorno de dicha actuación. Se propuso medirlo con la Ecuación 5:

Ecuación 5: Indicador de retorno de inversión pública del territorio

$$\text{Retorno} = \frac{\sum \text{Recursos económicos obtenidos de entidades forasteras}}{\text{Subsidios y Fondos públicos territoriales NO competitivos}} = \frac{\sum \text{Fondos públicos competitivos forasteros} + \sum \text{Contratos CT con forasteros}}{\text{Subsidios y Fondos públicos territoriales NO competitivos}}$$

En el numerador se tiene en cuenta tanto los fondos públicos competitivos que el CT capta para financiar su propia actividad, como los que consiguen las empresas para las que trabaja en proyectos de I+D, en programas estatales o internacionales, gracias a su intermediación. A esta cantidad se deben sumar los contratos firmado por CT con entidades de fuera del territorio. El denominador es el mismo que en el caso anterior (Ecuación 4), y así permite tener una idea de si el flujo de caja es positivo o negativo en lo que se refiere a la actividad del CT como inversión del territorio que lo impulsa.

Por último para calcular el valor añadido que el CT aporta a sus clientes, se propuso un método de cálculo discreto y que partió del razonamiento de que este indicador es el agregado de cada resultado exitoso de procesos de innovación para los que ha sido contratado por cada uno de sus clientes. Se entendió que ésta era una reducción del lado de la seguridad, ya que del conjunto de actividades que puede desarrollar un CT sólo se tendrían en cuenta los proyectos de I+D+i, despreciando (por la dificultad de medirlo de forma aislada) el valor añadido que se pudiera aportar por pequeños servicios de asistencia técnica, acciones de formación, de divulgación y de otro tipo. Los proyectos de I+D+i suponen unidades de actuación del CT perfectamente delimitadas, con unos objetivos concretos y con un alcance suficiente para poder justificar que los resultados positivos (o negativos) son efectivamente imputables a dicho trabajo. Así para cada proyecto ejecutado se debe calcular el valor añadido siguiendo siempre el mismo proceso, que se indica a continuación:

- Para cada uno de los objetivos a los que el CT se compromete, se calcula un valor esperado para el cliente en caso de que se cumplan al 100% dichos objetivos al final del proyecto.
- El valor esperado debe ser expresado en términos de negocio, como por ejemplo serían ingresos adicionales por ventas de un nuevo producto o tecnología desarrollada, reducción de costes por optimización de un proceso, por reducción de errores, o coste de oportunidad no incurrido por haber acometido una serie de mejoras que, en caso contrario, hubieran supuesto una pérdida equivalente; podría ser que alguno de los objetivos tuviese un valor difícilmente cuantificable, y en ese caso se debe considerar valor esperado nulo, aunque cualitativamente lo tenga.
- Una vez terminado el proyecto se retoma el cálculo de valor esperado y se contrasta con el grado de cumplimiento de objetivos, obteniendo así el valor añadido, que se presenta al cliente y éste lo debe confirmar.

Ecuación 6: Valor añadido por el CT a sus clientes

$$\begin{aligned}
 \text{Valor añadido clientes} &= \frac{\sum_{i=0}^n \text{Valor añadido proyecto}_i}{\text{Gastos totales}} \\
 &= \frac{\sum_i^n \text{Ingreso producto}_i^{\text{nuevo/mejor}} + \sum_i^n \text{Reducción coste}_i + \sum_i^n \text{Coste oport. no incurrido}_i}{\text{Gastos totales}}
 \end{aligned}$$

En este caso en el denominador se ha considerado oportuno emplear los gastos totales para poder evaluar realmente cuánta riqueza se ha generado por cada euro que ha consumido el CT, independientemente de que haya sido financiado con fondos públicos o privados. Al igual que ocurría con el indicador de apalancamiento, la pertinencia de este indicador de valor añadido ha sido confirmado por estudios de impacto agregado en conjuntos de empresas como el referido de Modrego et al. (2008) que estableció que el 56% de las empresas que colaboran con un CT han percibido mejoras en las ventas (+4%) y en sus beneficios (+3%) como fruto directo de esta colaboración y algo más del 50% de ellas reconocieron que los resultados de sus proyectos de I+D hubieran sido peores en caso de no contar con un CT.

4.4.3 Validación según criterios del RD2093/2008

Finalmente, se analizan los criterios que establece el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) en su RD2093/2008 de 19 de diciembre. En este caso se trata de comprobar si se cumplen todos los requisitos de desempeño que se exigen a nivel oficial, distinguiendo entre dos tipos de centros: centros tecnológicos (CT) y centros de apoyo a la innovación (CAI). Los criterios para uno y otro se han descrito en Tabla 7, y se propone que, de cara a la discusión de resultados, se representen los valores alcanzados dentro del gráfico de “tela de araña” representados con la Figura 30, donde se puede comprobar el nivel de cumplimiento de los criterios, en la medida en que caigan fuera de las zonas coloreadas, que hemos denominado “Áreas de exclusión”. Sería ideal comparar los resultados gráficos del nuevo modelo con otros CT, pero debido a la reciente publicación de estos criterios aún no existen datos oficiales que permitan este análisis comparativo, que podrían matizar el nivel de cumplimiento de cada uno de los criterios.

Centro Tecnológico (CT)	Personal técnico	>15 universitarios indefinidos
		>7% doctores (13% a los 5 años y 20% a los 10)
	Esquema de financiación	<30% por fondos públicos no competitivos
		>35% en actividades de I+D+i
		>30% facturación con empresas
	Impacto en empresas	>25 empresas clientes en 3 años
		>20 empresas I+D+i en 3 años
Centro de Apoyo a la Innovación (CAI)	Personal técnico	>10 universitarios indefinidos
	Esquema de financiación	<20% por fondos públicos no competitivos
		>35% facturación con empresas
	Impacto en empresas	>20 empresas clientes en 3 años
		>15 empresas I+D+i en 3 años

Tabla 7: Criterios de clasificación establecidos en RD2093/2008 para CT y CAI en España.

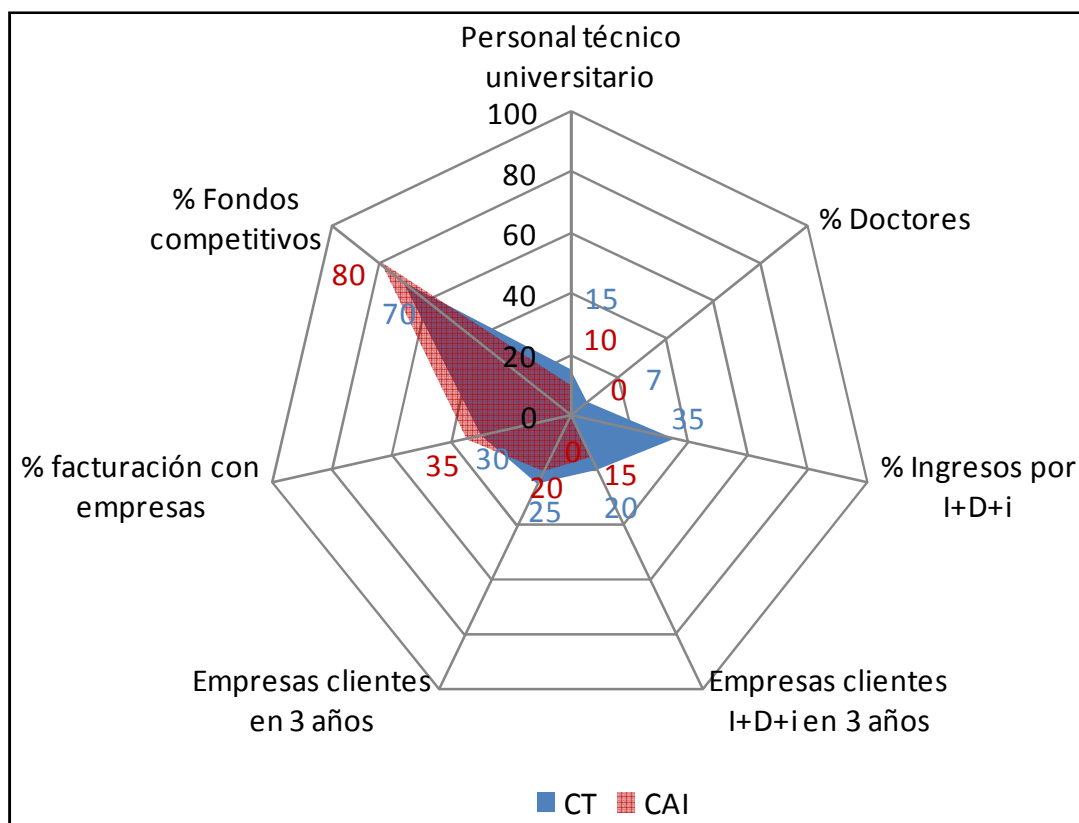


Figura 30: Áreas de exclusión de CT* (azul) y CAI (roja) en función de los criterios de personal, financiación e impacto definido por RD2093/2008 (* para los primeros 5 años de actividad).

CAPÍTULO 5:

DESCRIPCIÓN DEL MODELO

5.1 Introducción

Este quinto capítulo constituye el núcleo principal de la tesis doctoral, y es donde se concentra la mayor parte de las contribuciones a este campo de conocimiento que es la gestión sistemática de un centro tecnológico. Se va a realizar una descripción completa del modelo que se propone, para lo que se va a desplegar sucesivamente cada una de las cuatro dimensiones (Operativa, Financiera, Relacional y Organizativa) de las que éste se compone.

En la definición de todas las dimensiones del nuevo modelo conceptual de CT, se tomará como base el trabajo de Modrego et al. (2004), pero desde un enfoque totalmente diferente: en lugar de posicionarse como observador de una realidad existente que se desea a evaluar, se tomará la perspectiva del responsable del proceso de puesta en marcha de un CT, que debe tomar decisiones al respecto, para su aplicación. Por esta razón se profundiza en el mencionado modelo de Modrego y se alcanza un mayor grado de detalle sobre los parámetros que afectan a cada dimensión, como quien estudia las partes de una máquina para poder entender los mecanismos de su funcionamiento.

En ese proceso de análisis y descripción se aludirá también a otras referencias que van a influir en el modelo, pero ya en un ámbito más restringido, que no afectará tanto al conjunto como a alguna dimensión en particular. Así ocurre en la Dimensión Relacional con la teoría de la Triple Hélice o en la Organizativa con EFQM y la Dirección de Proyectos, por citar los ejemplos más significativos. Finalmente será esta combinación de aportaciones que surge al contrastar las diferentes referencias, unido al enfoque que se hace desde la experiencia, lo que permite identificar las claves a tener en cuenta en la definición de detalle de cada dimensión creando así un modelo de implementación práctica de CT. Todo ello quedará recogido de forma resumida en

cuadros sinópticos y tablas que permitan su aplicación en futuros casos que se aborden.

Adicionalmente, para cumplir los objetivos planteados en esta tesis, cada dimensión del nuevo modelo desarrollado se adaptará a las particulares condiciones que impone un ENII. Se identificarán aquellos parámetros esenciales de cada elemento del modelo que realmente se ve afectado por estas circunstancias de baja intensidad de innovación en el entorno, y se perfilarán para poder aplicarlos con éxito y alcanzar un impacto positivo en este escenario desfavorable, salvando así las limitaciones de los modelos existentes en la actualidad para los CT. En algún caso, este considerando supone introducir sensibles diferencias respecto al modelo de Modrego et al.

El modelo de CT que se define atiende a la fase inicial de constitución del mismo, pero también debe tener en cuenta la evolución que se puede experimentar y los cambios que se puedan ir produciendo y afectando a su estructura de gestión, con el paso del tiempo. Por ello, al final del capítulo se incluye un esquema de interacciones entre las diversas dimensiones que permite tener una visión sistémica del modelo y aportarle un enfoque dinámico, respondiendo así a las exigencias del entorno turbulento al que se debe ir adaptando continuamente.

5.2 Dimensión Operativa: disciplinas, modos de trabajo y alcance

La correcta y clara definición de esta dimensión es fundamental para el éxito del CT porque, entre otras cosas, supone la esencia del mensaje que lanza a su entorno, y que condiciona la calidad de la comunicación que debe establecer (de forma fluida) con él (Modrego et al., 2004). Debe ser, por ello, la primera dimensión a definir y en definitiva se trata de transmitir “¿Qué puede hacer el CT por su empresa/organización?”.

La Dimensión Operativa del CT se compone de tres aspectos: las **disciplinas** o ámbitos del conocimiento en que va a trabajar, los **modos de trabajo** que va a articular y en los que va a desarrollar estas disciplinas y, por último, el contenido o **alcance** de dicho trabajo. Seguidamente se va a describir en detalle cada una de estas tres componentes, que denominaremos “aspectos operativos”.

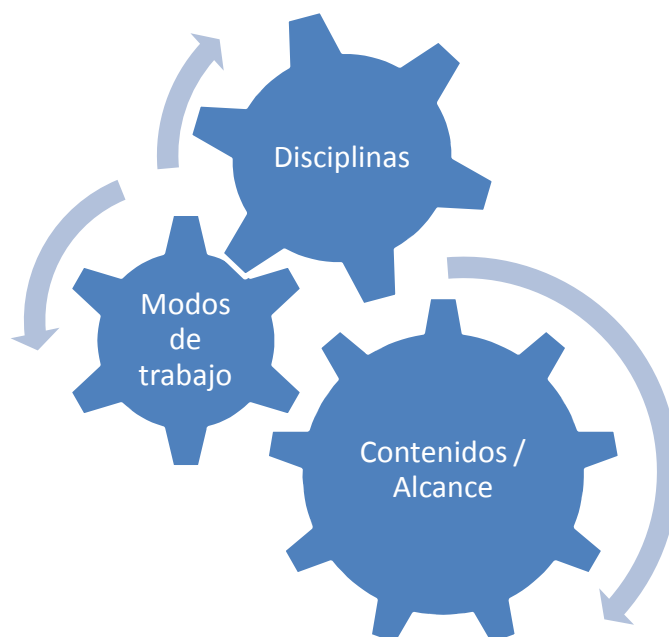


Figura 31: Aspectos contemplados en la descripción de la dimensión operativa

5.2.1 Primer aspecto operativo: Disciplinas

La identificación de las disciplinas de trabajo debe hacerse exclusivamente **enfocada a la potencial demanda** a la que se desea atender en el ENII en que se vaya a ubicar el CT, y no caer en el error de basarla en la oferta de conocimiento disponible en ese momento en el entorno (en la universidad, OPIs, empresas). Esta oferta tecnológica disponible debe ser también tenida en consideración, principalmente para evitar solapamientos, pero no debe condicionar más que circunstancialmente este primer aspecto operativo. El trabajo a realizar se podría definir, por tanto, como un ejercicio de prospectiva de ámbito regional (Uotila et al., 2005).

Sería ideal realizar este proceso de prospectiva con amplia participación empresarial, a partir de las sugerencias y necesidades que expresen directamente, pero en el caso de entornos no intensivos en innovación (ENII), es muy difícil obtener respuesta certera de esta manera. En primer lugar porque en un proceso de encuestas o entrevistas se obtendrá muy poca involucración (respuestas), pues aún no se habrá creado el entorno de comunicación adecuado entre CT y empresas, y mucho menos la confianza mutua que permitiría establecer estas transacciones de información de forma eficaz (Modrego et al., 2005). En segundo lugar porque las respuestas obtenidas serán expresadas en términos demasiado concretos, sin el nivel de abstracción mínimo que requiere este ejercicio (Figura 32), para que el CT sea una entidad al servicio de un amplio grupo de empresas, y no se especialice en atender un reducido número de ellas, de forma muy sesgada, y por ello limitante.

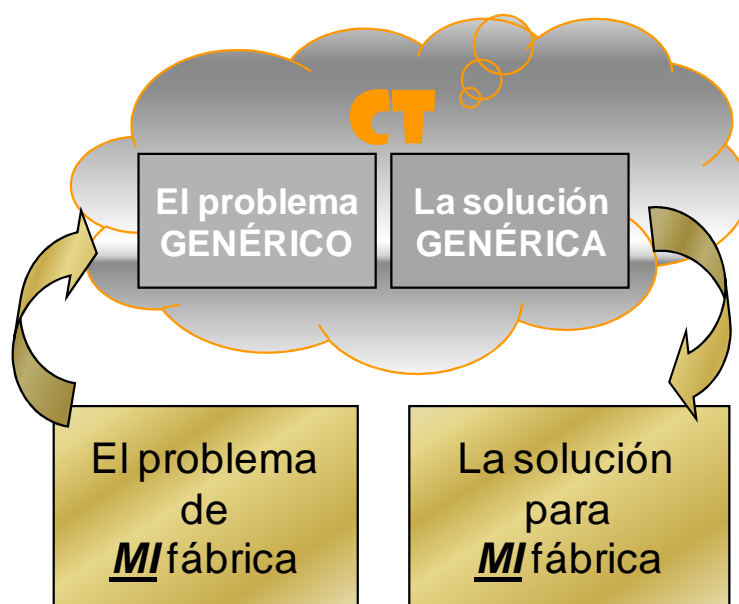


Figura 32: Esquema de proceso de definición de las disciplinas de la Dimensión Operativa desde la demanda

Por estas razones serán finalmente dos figuras, el promotor y equipo directivo designado para el CT, quienes deben afrontar la definición de disciplinas desde su propio estudio del sector empresarial, con una perspectiva lo más amplia posible, y sin esperar una involucración activa de las propias empresas.

Adicionalmente, en un ENII es muy probable que no se hayan producido aún grandes interacciones entre el mundo académico y empresarial, por lo que tampoco será sencillo recurrir a la Universidad para encontrar en ella información adecuada para esta definición de necesidades y, en caso de hacerlo, se corre el riesgo de alinearlas con la oferta de conocimiento disponible, como ya se mencionó anteriormente.

Este **análisis del espectro empresarial** puede identificar una **polarización clara** en uno o varios sectores, con un gran número de empresas trabajando en una serie de disciplinas comunes, o, por el contrario, caracterizarse por una **gran atomización** y multisectorialidad. En el primer caso la labor de identificación de disciplinas para el CT se hace más sencilla y es más probable conseguir la involucración de las empresas, ya que una pequeña muestra puede ser representativa de una gran población a la que atender, y bastaría ganar la confianza necesaria de unos pocos para disponer de una información certera (Figura 32). Adicionalmente es muy probable que haya surgido algún fenómeno de “clusterización” (Porter, 1998) que inevitablemente, y aunque sea de forma inconsciente, hace un entorno más proclive a la innovación, sin llegar a ser un entorno intensivo en innovación (Roberts, 1998). Esta situación es característica de lo que se ha denominado modelo valenciano de CT, descrito anteriormente en el capítulo 2.

En el caso de que no se aprecien focos sectoriales claros y el panorama empresarial se caracterice más bien por su multisectorial, la opción es hacer un **enfoque holístico** del problema, e identificar disciplinas de gran transversalidad que puedan ser aplicables a un gran número de empresas, de forma independiente al sector concreto del negocio. Este es el caso en que se ha centrado nuestro estudio.

Tanto en el caso de identificación de sectores concretos como en el multisectorial, el CT no sólo puede definir sus áreas temáticas de trabajo en función de necesidades percibidas y explícitas en el entorno empresarial, sino que debe **anticiparse** y ser capaz de descubrir necesidades actuales que permanecen aún ocultas o que pasan desapercibidas, así como las futuras en el corto y medio plazo. El CT debe jugar un **papel de tractor y dinamizador** empresarial y para ello debe equilibrar en su portafolio disciplinas de aplicación inmediata y de fácil absorción empresarial, con otras que, aunque no se demanden, serán claves para asegurar un nivel de competitividad sostenible a medio y largo plazo. En este sentido es fundamental la consulta a **fuentes de información prospectiva**. En España las principales referencias en este campo son la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) y el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI). También es fundamental consultar fuentes internacionales y en Europa destacan las plataformas tecnológicas por su dinamismo y actualidad, así como diversos institutos nacionales en los distintos países de la unión, y a nivel más global la referencia fundamental es la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

Finalmente, combinando y contrastando estas diversas fuentes de información (criterio de expertos, encuestas a empresas y equipos de investigación y los estudios de prospectiva) el CT define un árbol de competencias que son las disciplinas o áreas temáticas en las que se va a especializar y va a ofrecer a sus potenciales clientes.

5.2.2 Segundo aspecto operativo: Modos de trabajo

El segundo aspecto de la Dimensión Operativa lo constituyen los **modos de trabajo**. Una vez definidas las disciplinas o áreas temáticas, el CT debe configurar diversos modos de “empaquetar” sus competencias para dirigirse al mercado de oferta/demanda de innovación con éxito.

En un entorno de innovación precaria el mercado es inicialmente muy pequeño y el CT debe incluso crearlo, despertando inquietudes innovadoras en una gran cantidad de empresas donde esta demanda es latente. Por ello los modos de trabajo deben caracterizarse en este entorno por su **sencillez**, no se puede sofisticar la cartera de servicios que se ofrecen cuando el mercado está poco desarrollado, porque se correría el riesgo de no ser claro en el mensaje hacia sus potenciales clientes. En este punto se establece una clara diferencia respecto a la extensa oferta de más de 46 modos de trabajo que plantean Modrego et al. (2004) que surgen fruto de una intención de

explicar la realidad compleja que analizan por la pluralidad de CT en España, pero que no resulta apropiado el caso que nos ocupa. Los referidos investigadores condicionan los resultados del CT en gran medida al tamaño de su Dimensión Operativa y vinculan ésta a la diversidad de modos de trabajo que ofrecen a sus clientes. El criterio que defiende esta tesis es contrario en este aspecto y propone una Dimensión Operativa extensa, sí, pero que basa su amplitud en factores como la orientación **multisectorial** y el **enfoque holístico** que han sido explicados en el apartado anterior.

Para la correcta estructuración de este segundo aspecto de la Dimensión Operativa del CT se debe distinguir claramente modos de trabajo **reactivos y proactivos**. Los primeros serán los que se generen por iniciativa de los clientes (normalmente empresas, pero pueden ser otras entidades como asociaciones, colegios profesionales, e incluso la Administración Pública) y esencialmente son **asistencias técnicas y proyectos de I+D+i**. Las asistencias técnicas son trabajos muy concretos, de escasa duración (normalmente menos de 1 mes) y sin excesiva complejidad para los especialistas del CT. Pueden ser muy diversos, desde ensayos hasta formaciones, pasando por fabricación rápida de prototipos, auditorías, consultas tecnológicas, entre otros. Los proyectos de I+D+i son trabajos de más larga duración y mayor complejidad e incertidumbre en cuanto a resultados, y en un ENII se espera tener una carga mucho mayor de innovación (aplicación de conocimiento existente) que de generación de conocimiento nuevo (investigación), productos o procesos nuevos (desarrollo), por lo que sería más propio denominarlos de “i+d+i”.

Los modos proactivos, al contrario que los anteriores, surgen por iniciativa del propio CT en su rol de dinamizador y generador de nuevas oportunidades de mercado (Callejón et al., 2007) y pueden ser a su vez de tres tipos:

- eventos de difusión
- proyectos de concienciación
- I+D propio

Los eventos de difusión son jornadas, seminarios, foros y demás modelos de encuentro con empresas y otros agentes para generar debate o dar información sobre alguna disciplina de interés. Los proyectos de concienciación, que pueden surgir a partir de un evento de difusión, son acciones concretas de trabajo en grupos de empresas en los que se ha identificado la necesidad de implementar una disciplina que tienen subdesarrollada y que se considera clave para su competitividad. Cada implementación particular en cada empresa se denomina proyecto piloto. En estos proyectos la contribución financiera de las empresas suele ser parcial y se debe buscar cofinanciación en otras instancias públicas o privadas. Por último el I+D propio permite que el CT vaya generando también conocimiento y no sólo aplicando o transfiriendo el conocimiento público disponible a las empresas de su entorno.

En general, independientemente de que los modos de trabajo sean proactivos o reactivos, podemos distinguir dos modos de trabajos fundamentales en función que su complejidad y duración sean menor o mayor y que denominaremos **servicios** y **proyectos**. Como se ha explicado anteriormente, diversos autores hacen una relación más extensa y compleja de modos de trabajo o tipos de actividad (Segura, 2004) (Modrego et al., 2004) (EURAB, 2005) para describir la realidad del diverso panorama de CT que analizan, pero desde la perspectiva de la creación de un centro nuevo debe primar la sencillez del mensaje a transmitir y un posicionamiento claro para las empresas y otros agentes del ENII. Por ello se debe simplificar a lo recogido en Tabla 8.

Modos de trabajo de CT en ENII		
	Reactivos	Proactivos
Corta duración –Servicios	Asistencia técnica	Evento difusión
Larga duración - Proyectos	Proyecto i+d+i * contratado	Proyecto Concienciación
		I+D propio

Tabla 8: Clasificación de modos de trabajo fundamentales (* la innovación es prioritaria en ENII frente a la investigación y desarrollo en los contratos con la empresa)

5.2.3 Tercer aspecto operativo: Alcance

El último aspecto que debe definir la Dimensión Operativa del CT es el **alcance** que va a dar a su actuación en cada modo de trabajo y disciplina definida anteriormente. De forma natural un CT tiende a dar un alcance exclusivamente **tecnológico** a su actividad, es decir, aplicar su conocimiento en implementar soluciones tecnológicas, normalmente las más avanzadas posibles, en las disciplinas que domina, para resolver problemas o realizar trabajos. Esta estrategia, siendo necesaria, no es suficiente para un entorno de innovación precaria, ya que el lenguaje exclusivamente tecnológico puede suponer un grave obstáculo para la comunicación con gran parte del sector empresarial. Es muy importante contemplar un nuevo tipo de alcance, sin prescindir del tecnológico, que lo denominaremos **metodológico**, y que consiste en desarrollar capacidades en las propias empresas para poder analizar conjuntamente su situación actual en una disciplina concreta, valorar la oportunidad o no de intervenir, y aplicar la dosis de tecnología apropiada para el nivel innovador de dicha empresa (“Figura 8: Estados de la innovación y su relación con factores sectoriales, geográficos y temporales.”, en el capítulo 1).

Esta capacidad de diagnóstico, análisis y solución (tecnológica o no) puede ser una grave falta si se presupone que las empresas ya disponen de ella, y el CT no se dota de

una Dimensión Operativa que la cubra de forma sistemática. De una forma gráfica podemos describir el **alcance tecnológico como la capacidad de dar respuestas acertadas**, y el **metodológico la de hacer preguntas pertinentes**. Mientras en un entorno de innovación intensiva un CT puede esperar enfoques muy claros y planteamientos precisos de problemas por parte de sus clientes, en un ENII debe esforzarse por ayudar en la adecuada definición y priorización de los trabajos que sus clientes le deben encargar, para posteriormente resolverlos. Un exceso de confianza en este sentido puede resultar en una experiencia fallida que perjudique la reputación del CT con una empresa y por extensión a la red de relaciones de ésta.

5.2.4 Esquema sinóptico para la definición de la Dimensión Operativa

En la Figura 33 se resume todo lo explicado en este apartado a modo de cuadro sinóptico.

	2 escenarios posibles (2º es más probable)		ventajas	inconvenientes	3 claves	
Disciplinas	Industria concentrada en uno varios sectores				Desde el tirón de la demanda, no empujón de la ciencia	
	disciplinas verticales		fácil de identificar	difícil aportar valor diferencial	Necesidades no implícitas	
	fuerte involucración empresarial		consumo rápido	riesgo de obsolescencia	Efecto tractor + efecto dinamizador	
				menos oportunidades de clientes		
	Industria atomizada/multisectorial				Contraste de varias fuentes de información	
	disciplinas transversales		muchas oportunidades	despertar necesidad	Encuentras a empresas (poco retorno y poco fiables)	
	aplicables a sectores distintos		gran flexibilidad	riesgo de fracaso	Experiencia de grupos de investigación universitarios (¿contacto empresarial?)	
	cubren toda la cadena de valor de una empresa		gran versatilidad		Estudios de prospectiva tecnológica	
	(producto/proceso/gestión)				Análisis de experto/s en sector empresarial local	
					Conoce carencias reales y oportunidades	
					Experiencias previas exitosas / fallidas	
					Filosofía / jerga empresarial autóctona	
Modos de trabajo		Reactivos	Proactivos			
	Corto plazo	Asistencia técnica	Evento de difusión			
	Largo plazo	Proyecto I+D+i contratado	Proyecto de concienciación			
			I+D propio			
Alcance	{	Tecnológico. Capacidad de dar respuestas a problemas definidos, más o menos complejos				
		+ Metodológico. Capacidad de plantear problemas claramente, detectar oportunidades y priorizar las acciones a acometer				

Figura 33: Cuadro resumen para la configuración de la Dimensión Operativa de un CT en un ENII

5.3 Dimensión Financiera: promotor y fuentes de ingresos

Las particulares características de los CT, que suelen tener una figura jurídica sin ánimo de lucro (de hecho en España, el nuevo Real Decreto 2093/2008 así lo exige), y que están a medio camino entre lo público y lo privado, hacen que la Dimensión Financiera demande planteamientos distintos a los de organizaciones más convencionales, que se sitúan en un extremo u otro de dicha escala (Fernández de Bobadilla, 2009).

Son dos las variables a definir en esta dimensión: por un lado la figura del **promotor** y por otra las **fuentes de ingresos**. Ambas variables están muy interrelacionadas entre sí, como se recoge en el esquema de la Figura 34, que se explica en detalle en los siguientes apartados.

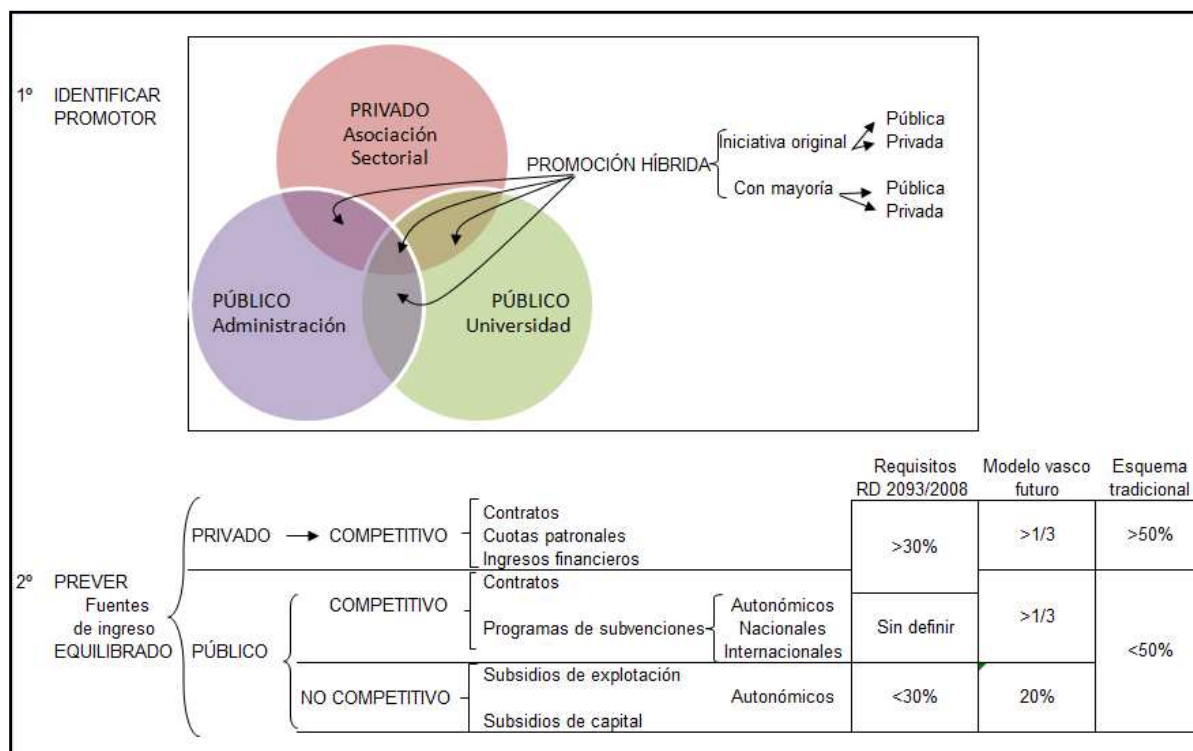


Figura 34: Cuadro sinóptico de la Dimensión Financiera de un CT en ENII

5.3.1 Promoción híbrida

Recientes trabajos de investigación (Cruz y Sanz, 2007) explican cómo la figura del promotor de CT ha ido evolucionando y actualmente se está imponiendo un modelo de **promoción híbrida** en el que confluyen la iniciativa pública y la privada, así como la orientación científica con la aplicada.

Existen otras formas de promoción de CT, bien desde el mundo académico-científico (modelo catalán) que ha demostrado ser poco flexible y escasamente adaptada a la demanda empresarial, o bien liderado por asociaciones industriales (vasco o valenciano), que ha probado tener más éxito, pero está muy condicionado por el perfil empresarial del entorno. Probablemente sea ésta una de las causas de la irregular distribución territorial de CT actualmente (ver capítulo 2). Por tanto se propone esta tercera vía, la de la nueva promoción híbrida, como clave para el éxito de la iniciativa en un ENII. En este régimen de promoción la Administración Pública es quien debe tomar un papel más activo, y tomar la iniciativa, pero debe arrastrar consigo a otras

entidades del sistema de innovación. Primero al mundo empresarial, que aportará fondos privados y un enfoque aplicado de las actividades, y en segundo lugar a la parte académica, con la que el CT debe mantener relaciones estrechas para aprovechar las sinergias mutuas que se generan. Este último se considera una estrategia a potenciar en el futuro, aún en casos de éxito de CT (Fernández Bobadilla, 2009).

La parte pública, a pesar de su iniciativa, debe ceder el liderazgo a la privada desde el primer momento, y de esta manera materializar una **componente de altruismo** que se ha identificado como característica clave en la concepción y funcionamiento de los CT en general (Santamaría, 2001).

5.3.2 Financiación equilibrada

En lo que respecta a los ingresos, la tendencia actual es que los CT se **autofinancien** de manera creciente, en base a la contratación de sus actividades por sus clientes (Sanda, 2006) (López-Luján, 2007). La masa crítica y la antigüedad de un CT se han descubierto como condiciones fundamentales para disponer de un alto nivel de ingresos por medio de contratos, por lo que un CT de nueva creación, y en un ENII especialmente, estará en franca desventaja, pues su dimensión estará inevitablemente, y de principio, por debajo de dicho umbral. Este escenario supone un reto para el modelo a desarrollar en esta tesis.

Mientras los **ingresos privados** se entiende que son siempre competitivos y que se originan por una acertada definición de la Dimensión Operativa y la generación de confianza (reputación) (Santamarina, 2001) en el sector empresarial, los **ingresos públicos** pueden ser competitivos (contratos o programas públicos de subvenciones) o no (Figura 34). La Administración Pública suele intervenir en los CT, aparte de en sus órganos de decisión como promotor, también en el sustento financiero, bien para soportar gastos de explotación, bien para la inversión en equipamiento. En España esta intervención pública suele producirse a nivel autonómico y se ha intensificado desde finales de siglo pasado. Este sustento es fundamental en ENII y especialmente en la fase constitución, cuando aún no se dispone de masa crítica.

También se ha demostrado que existe correlación positiva entre distintas fuentes de ingresos (Modrego et al., 2005), de tal manera que cuanto más ingresos públicos recibe un CT, tanto competitivos como no competitivos, más ingresos es capaz de captar por contratos. Por tanto un fuerte empuje de fondos públicos inicialmente debe tener un efecto positivo en el desempeño del CT siempre que éste busque **un equilibrio** con otras fuentes de ingreso. Este equilibrio será aún más importante en el futuro, ya que el nuevo RD2093/2008 lo impone como exigencia para la inscripción en el registro oficial español de CT, a partir de 2010:

- <30% del total ingresos pueden ser de fondos públicos no competitivos

- >30% del total de ingresos deben provenir de la contratación de actividades

Según el trabajo de Fernández Bobadilla (2009) sobre CT en el País Vasco, el equilibrio financiero del CT puede responder a diferentes esquemas:

- 50/50: 50% financiación privada y 50% financiación pública
- 3/3: 1/3 de fondos privados y 2/3 de fondos públicos, pero siendo la mitad de ellos (1/3) competitivos y la otra mitad (1/3) no competitivos

Esta última investigadora propone que para el futuro se debe asegurar que al menos un 20% del total de ingresos deben provenir de fondos públicos no competitivos, para permitir que los CT mantengan su actividad de investigación y no se enfoquen al 100% a resolver demandas presentes de mercado, bien de empresas o de programas públicos de ayudas .

5.3.3 Modelo para la Dimensión Financiera de CT en ENII y la influencia de la reputación

En resumen, el CT de alto impacto en ENII deberá ser fruto de una promoción híbrida de la Administración Pública con el sector industrial, siendo la iniciativa de la primera, pero que cederá altruistamente el liderazgo al segundo, y se financiará inicialmente con fondos públicos que permitan adquirir una masa crítica necesaria para generar ingresos por actividades del propio CT, buscando una diversificación de fuentes y un equilibrio en esta Dimensión Financiera.

Ya se ha mencionado que la **reputación del CT** es clave para asegurar su nivel de contratos y por tanto de ingresos competitivos. La reputación es un concepto de difícil control y muy dinámico, cuya evolución inicial responde a un círculo vicioso: si no se tiene hay pocas oportunidades de actuación, y si no se actúa, es difícil adquirir reputación. Se ha investigado sobre el papel de esta reputación en la relación con los clientes (Santamaría, 2001) pero no se debe despreciar la importancia también de la reputación para acceder a los fondos públicos. De hecho proponemos abundar en este concepto de la reputación de un CT identificando tres vertientes a tener en cuenta: la tecnológica, la financiera y la ejecutiva, que se describen seguidamente y se presentan conjuntamente en Tabla 9.

La **Reputación Tecnológica** del CT se la confiere el buen desempeño de la Dimensión Operativa, y se consolidará en base a los equipos de tecnólogos de que disponga en plantilla o como colaboradores externos, así como del equipamiento material e instalaciones. La **Reputación Financiera** es especialmente sensible para la obtención de fondos públicos y depende de los siguientes factores: grado de autofinanciación, transparencia y capacidad en la justificación de subvenciones, así como su nivel de control del gasto. Por último, la **Reputación Ejecutiva** se define como la capacidad de terminar sus trabajos en tiempo y forma y es especialmente sensible para la relación

con la empresa. Estará muy condicionada por la Dimensión Organizativa del CT que se explicará más adelante.

Reputación	Dimensión origen	Factores clave
Tecnológica	Operativa	Número de disciplinas
		Nivel de cada disciplina
		Experiencia del personal
		Infraestructura material /Instalaciones
Financiera	Financiera	Grado autofinanciación
		Transparencia
		Capacidad de justificar ayudas
		Control de gasto
Ejecutiva	Organizacional	Ajuste de calidad / Cumplimiento objetivos/expectativas
		Cumplimiento de plazos
		Capacidad interlocución con empresas
		Control documental y gestión información

Tabla 9: Esquema de componentes de la reputación de un CT relacionado con las 3 dimensiones del modelo que son responsables de su origen, y factores clave de cada componente.

Esta reputación, en sus tres vertientes, supone un activo fundamental para el desempeño de la tercera dimensión del centro, la Dimensión Relacional, que se aborda en el siguiente apartado.

5.4 Dimensión Relacional: directa e indirecta y alcance “glocal”

Si la Dimensión Operativa define el fondo, el contenido, del mensaje, se puede decir que la Dimensión Relacional se encarga de la forma, de aportar los canales de comunicación, con los que el CT vehicula dicho mensaje y, en definitiva, se relaciona con su entorno de trabajo, que es el sistema de innovación en el que se ubica.

Estas complejas relaciones multilaterales que se deben establecer entre los tres tipos de entidades del sistema de innovación (Administraciones Públicas - AAPP, empresas y mundo académico - científico), han sido objeto de numerosos estudios en el pasado, y aún lo sigue siendo en nuestros días. El primer modelo que se puede citar para estas relaciones es el Triángulo de Sábato (Sábato y Botana, 1970), que representó la posición estática de cada uno de los agentes en el vértice de un triángulo, unidos por

unos “lados” que simbolizan la cooperación mutua, y permiten constituir un apoyo estable (idea que expresa también el triángulo que define exactamente un plano) para el desarrollo del sistema.

Más modernamente se ha superado este esquema con el modelo de la Triple Hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000) que enfatiza la dinámica de las relaciones entre agentes e incluso el intercambio continuo de roles entre los tres. Este modelo planteó tres tipos de superestructura para las relaciones (modos 1, 2 y 3) del menor al más evolucionado. Mientras el modo 2 coincide con el Triángulo de Sábato, viene siendo la tercera la configuración más aceptada y representativa del mundo desarrollado y la que, de hecho, justificó la aparición de organizaciones híbridas como es el caso de los centros tecnológicos (Figura 35).

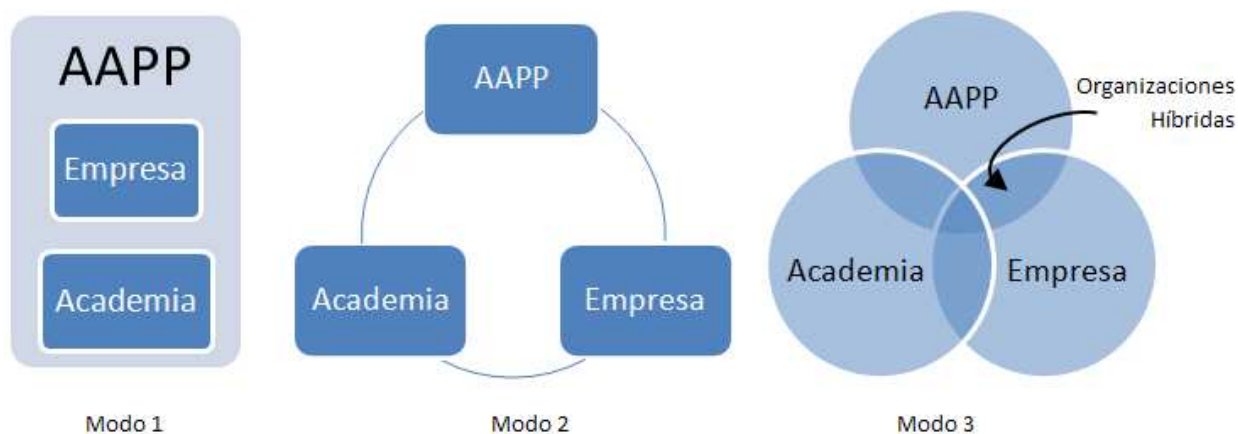


Figura 35: Modos de relación entre las distintas entidades de un sistema de innovación según la teoría de triple hélice de Etzkowitz y Leydesdorff.

5.4.1 Relaciones directas e indirectas

La Dimensión Relacional debe ocuparse, por un lado, de las relaciones que el CT establece **directamente** con cada uno de los tres tipos agentes principales del sistema de innovación (AAPP, empresas y Academia) pero también en aquellas relaciones más complejas en las que interviene varios tipos de agentes o incluso en aquellas en las que el CT se limita a poner en contacto a otros agentes, quedando él excluido o relegado a un segundo plano. Se hará referencia a ellas como **relaciones indirectas**.

Modrego et al. (2004) definieron y midieron tres tipos de **relaciones directas** para los CT españoles: cliente-proveedor (contratos), colaboración y cercanía. Este último tipo de relación dependía de si el agente en cuestión había participado en la puesta en marcha del CT y en sus órganos de decisión, mientras que el nivel de colaboración se medía en función de las actividades que se acometían de forma conjunta y el apoyo mutuo entre agentes, que se valoraba de forma subjetiva por parte del CT. Las

relaciones indirectas no fueron explícitamente identificadas por estos investigadores. Por otro lado, a nivel internacional, se viene considerando una gama más extensa de modos de relación (Hofer et al., 2007), ya que se tiene en cuenta el tráfico de recursos humanos y el uso compartido de instalaciones, como se ha explicado en capítulos anteriores (2 y 4). Todas estas referencias han sido consideradas para definir la propuesta planteada seguidamente.

En el caso particular del ENII, en que se desarrolla esta tesis, la **falta de cooperación** entre agentes es un aspecto especialmente destacable y diferencial respecto a otros entornos (Bayona et al., 2001) (Segarra-Blasco y Arauzo-Carod, 2008), y supone un obstáculo para los procesos de innovación, por lo que el CT debe estar preparado para trabajar de forma específica con un doble objetivo. Por un lado ser capaz de generar confianza para establecer relaciones directas, teniendo en cuenta que la citada carencia en el entorno de una cultura innata para la cooperación podría ser limitante para las opciones del CT para encontrar clientes y en consecuencia obtener ingresos. El segundo objetivo será activar relaciones indirectas, y de esta manera jugar un papel dinamizador de todas las relaciones entre agentes, consiguiendo así un impacto mucho mayor de su actividad, sin limitarse a los proyectos y servicios es los que participe. Este rol de dinamizador redundará en una mejora de la capacidad de **absorción tecnológica** (“absorptive capacity”) global de todo el sistema, lo que tendrá efectos positivos, a medio plazo, en el futuro crecimiento del CT. De hecho, toda la actividad de marketing y de transferencia tecnológica (tanto de entrada como de salida), se ha incluido dentro de la Dimensión Relacional en el modelo que defiende esta tesis, al contrario de lo que proponen otros modelos descriptivos (Modrego et al., 2004).

Actuando de esta manera el CT estará convirtiendo una amenaza intrínseca del ENII en una oportunidad (esquema DAFO) (Andrews et al., 1965) adoptando un papel que se denominará de **liderazgo altruista** en el fomento de la cooperación y atendiendo a los diferentes agentes con diversos roles que pueden jugar (Tabla 10). Este perfil altruista del CT ya ha sido citado en trabajos anteriores como el de Santamaría (2001), y es la segunda ocasión que se considera en nuestro modelo (la primera fue en el apartado anterior al hablar de la promoción).

Para su relación directa o indirecta con los diversos agentes del sistema, el CT debe **poner en valor su reputación**, que, como ya se ha adelantado en el apartado anterior, tiene tres dimensiones: financiera, ejecutiva y tecnológica (Tabla 9 del apartado anterior).

Agente	Relación	Contractual	Colaboración	Cercanía
AAPP	Directa	Cliente público: servicios y estudios	Implementar / definir políticas	Patrono y promotor
	Indirecta	Rol de Organismo Intermedio (proyectos, homologaciones, ...)	Acceso a inquietudes empresariales	Jurado/patrocinio premios públicos Percepción social
Empresa	Directa	Clientes privados Proveedores	I+D en cooperación Plataformas – clusters	Patrono Spin-off y UTE
	Indirecta	Asociaciones: proyectos	Asociaciones: acuerdo marco y pool de socios para consorcios	Miembro clubs y asociaciones Tráfico de personal
Academia	Directa	Subcontrata tareas Prestación de servicios y formación	Jornadas divulgación Comparte instalación Patrocinio actividad	Patrono
	Indirecta	Acceso a I+D con empresa	Becas/prácticas alumnos	Ex-profesores en plantilla

Tabla 10: Esquema de relaciones directas/indirectas de CT con diversos agentes del sistema de innovación

Otro aspecto clave a considerar en la Dimensión Relacional y que se destaca por su singularidad, es la **percepción social** de la actividad del CT (Miguel et al., 2004). En nuestro modelo, ésta es en realidad una modalidad de relación de tipo indirecto con la AAPP, fundamentalmente, ya que se trata de un agente muy sensible a la imagen pública propia y de su entorno de influencia, en el que se incluye el CT. Descuidar este aspecto puede ser muy perjudicial por tanto para la relación con AAPP, por lo que el CT debe controlar activamente dicha percepción social. Para ello debe actuar en tres ámbitos:

- disponer de mecanismos para facilitar el acceso a los medios de comunicación
- incorporar soluciones tecnológicas para la comunicación en el Tercer Entorno (Echevarría, 1999) (González-Andino y Sáez-Vacas, 2004) adoptando conceptos de la web 2.0.
- contemplar este tipo de impacto social (aparte del tecnológico y económico) en su modelo de gestión de proyectos (Miguel et al., 2004)

5.4.2 Alcance “glocal” de la Dimensión Relacional

Todo lo que se ha descrito para la Dimensión Relacional se ha orientado fundamentalmente al **ámbito territorial regional**, ya que los CT tienen una fuerte componente de compromiso con el territorio en el que se ubican. Esto es aún más

importante en el ENII, ya que en la promoción del CT la Administración Pública regional tendrá un papel de liderazgo y en consecuencia priorizará las acciones en este marco territorial.

No está mal que así sea por diversas razones. Primero porque el papel de las regiones en los sistemas de innovación cada vez es más relevante como han resaltado diversos autores (Uotila et al., 2005) (Whitford, 2005) y, segundo, porque el trabajo en red con gran diversidad de actores, siempre es complejo, y se facilita precisamente por la proximidad geográfica (Fernandez de Bodadilla, 2009). Un claro ejemplo de esto último es el bien conocido caso de los Manufacturing Execution Partnerships (MEP) estadounidenses que citan muchos investigadores al discutir el rol de los CT (COTEC, 2004) (Callejón et al., 2007) (Youtie y Shapira, 2008).

A pesar de todo ello, el CT debe tener una Dimensión Relacional que no le excluya de trabajar **también en redes nacionales e internacionales**. De hecho su Dimensión Relacional regional se potenciará notablemente si puede hacer de puente y ayudar a establecer contactos para los diversos agentes regionales con otros de ámbito nacional e internacional. Es un claro ejemplo de puesta en práctica del concepto de “**glocalización**” acuñado por Robertson (2000), que se resume en actuar en un entorno local pero pensando en una dimensión global de los problemas y sus soluciones.

5.5 Dimensión Organizacional: gestión de innovación eficaz y eficiente mediante proyectos, procesos y personas

La Dimensión Organizacional es el soporte sobre el que se construyen las otras tres dimensiones del modelo, y debe servir de facilitador para ellas, en lugar de ser, como ocurre en ocasiones, una estructura rígida que obstaculiza y pone trabas al desempeño.

La correcta configuración de la Dimensión Organizacional conferirá al CT la Reputación Ejecutiva, que se ha mencionado anteriormente, y que es clave para su relación con el colectivo empresarial que valora especialmente su capacidad para cumplir sus compromisos en el plazo y con los costes previamente acordados. El enfoque que se propone para la organización del CT está inspirado en conceptos relativos a la **Gestión de la Innovación** y adapta y completa buenas prácticas identificadas (en general para colectivos de empresas) en estudios previos por otros investigadores entre los que se puede citar los siguientes:

- Johannessen et al. (1997) investigaron sobre la gestión de la innovación en un ambiente turbulento y definieron que se debía crear una organización muy horizontal orientada a **atender a procesos** en lugar de funciones estancas, con

equipos multifuncionales, y crear una cultura de creatividad y amplia comunicación;

- Modrego et al. (2004) consideraron aspectos **estratégicos**, de gestión (**personas y proyectos**) y de seguimiento y control de actividades, con los que se coincide en esta tesis; pero discrepan al incluir en esta dimensión el marketing y la difusión que, en el caso de nuestro modelo, se consideró más adecuado que formaran parte de la Dimensión Relacional. Por contra, no recogen explícitamente la gestión del conocimiento o de los activos materiales e instalaciones, ni criterios de gestión de calidad, entre otros (aunque sí que implícitamente se contemplan en algunas de las preguntas de los cuestionarios que emplean para analizar el desempeño de CT);
- Tomala y Sénéchal (2004) proponen un sistema organizativo para la innovación que aproveche la fusión de experiencias de la industria y del ámbito científico, y que combine la **gestión de proyectos** con la gestión del conocimiento;
- Pérez-Freije y Enkel (2006) coinciden con esta tesis en la necesidad de combinar **flexibilidad** con control para gestionar la innovación en empresas, y perseguir **criterios de eficacia y eficiencia**. Han definido cuatro claves: gestión estratégica de tecnologías, gestión de cartera de proyectos, dirección de proyectos e indicadores de innovación;
- Robeson y O'Connor (2007) definieron una serie de buenas prácticas para la gestión de un centro de innovación perteneciente a una empresa que persigue la innovación radical, y se resumen en tres aspectos: fuerte involucración de la alta dirección (equivale a la alineación operativa con la estratégica, que se explicará más adelante), alta diversidad y multidisciplinariedad en los equipos, y un sistema **flexible** de **toma de decisiones** y de **control de proyectos**.

A partir de estas reflexiones, que constituyen poco más que conjuntos de buenas prácticas, se desarrolla seguidamente de forma estructurada la concepción de la Dimensión Organizacional del CT.

5.5.1 Eficacia y eficiencia en el desempeño de la organización

En primer lugar se debe asegurar con la organización del CT que se aseguren dos características fundamentales para su buen desempeño: **eficacia y eficiencia** (Pérez-Freije y Enkel, 2006) (Sarkees y Hulland, 2009). Eficacia significa enfocarse a la obtención de resultados, mientras que la eficiencia permitirá optimizar el consumo de recursos, y para articular ambos conceptos en el modelo de CT se deben aplicar los aspectos que se recogen en Tabla 11.

Aspectos de la Dimensión Organizacional				
Eficacia en resultado	Estratégico	Misión y política	Eficiencia en recursos	Humanos
		Plan Estratégico		Financieros
	Operativo	Organigrama y funciones		Materiales
		Actividades y objetivos claros		Equipos
		Documentación		Ideas
		Comunicación		Conocimiento
		Control de resultados		TIC implantación

Tabla 11: Resumen de aspectos a definir en la Dimensión Organizacional de CT en ENII

En lo que se refiere a la consecución de resultados, se deben distinguir, a su vez, dos niveles: uno **estratégico** y otro **operativo**. Para alcanzar sus resultados a nivel estratégico, el CT debe definir una misión y unos principios fundamentales (básicos) de actuación (política corporativa), con los que condicionará la dirección hacia la que enfocará todos y cada uno de sus esfuerzos. Los resultados estratégicos deben alcanzarse en un medio o largo plazo y pueden ir cambiando con el tiempo, por lo que se deben registrar en documento denominado **Plan Estratégico**, que tendrá validez durante un periodo determinado, durante el que se deben establecer hitos de control, y que deberá renovarse al final del mismo.

Los resultados a nivel operativo son los que se consiguen en cada acción individual que acomete el CT, y deben estar perfectamente alineados con la estrategia antes definida. Se debe tener en cuenta que en este punto confluyen la Dimensión Operativa y la Organizacional y se condicionan mutuamente. La **Dimensión Organizacional debe estar subordinada** y adaptarse a las disciplinas, modos de trabajo y alcances establecidos por la Dimensión Operativa, precisamente para facilitarla. Por todo ello los aspectos organizativos a definir para alcanzar la eficacia operativa son principalmente los siguientes:

- Departamentos, organigrama y reparto de funciones del personal que cubran las disciplinas de la Dimensión Operativa
- Procedimientos para el inicio, desarrollo y cierre de actividades (proyectos, servicios, seminarios,...), que establezcan los mecanismos a seguir para definir claramente los objetivos particulares de cada actuación, así como los responsables de su ejecución dentro del equipo

- Procedimientos de documentación de trabajos y resultados, así como la comunicación externa (clientes y proveedores) e interna (entre miembros del equipo)
- Sistema de control de resultados operativos y del grado de satisfacción de los clientes

En lo que se refiere a la eficiencia en el consumo de recursos, la Dimensión Organizacional debe establecer mecanismos de asignación y control de los diversos tipos de recursos disponibles:

- Recursos humanos: dedicación de cada miembro del equipo en las diferentes acciones que se le asignen
- Recursos financieros: contabilidad analítica por cada actuación y a nivel agregado, distinguiendo por tipos de actividad
- Recursos materiales y equipamiento (material e inmaterial): máquinas, computadoras, software, instalaciones, bases de datos...
- Recursos de conocimiento: ideas y competencias

En lo que se refiere a la Dimensión Organizacional, tan importante es la correcta definición de los diversos aspectos que la componen, que se acaban de relacionar, como su implantación efectiva. En esta fase de implantación se debe difundir adecuadamente el sistema definido a todo el personal, involucrándole en su seguimiento y aplicación. Para ello es buena práctica el empleo de tecnologías de la información y comunicación (TIC) como intranets o ERPs (Pérez, 2005) (Ortega et al., 2005) (Adamides y Karacapilidis, 2006) (Barge-Gil et al., 2007). La acertada implantación de las TIC abundará en el criterio de eficiencia, ya que permitirá ahorrar esfuerzos de registro y consulta de información. Sobre este proceso de implantación del sistema organizativo abundan un poco más los siguientes apartados, que cubren dos aspectos fundamentales del nuevo modelo de CT.

5.5.2 Gestión de proyectos

Dentro de todo el sistema organizativo, una materia que adquiere especial relevancia es la **Dirección de los proyectos**, ya que estos constituirán la carga de trabajo más importante del CT y por tanto condicionará en gran medida su Reputación Ejecutiva. Se entiende que como proyecto a todo *“operación en la cual los recursos humanos, financieros y materiales están organizados de una forma original para realizar un único conjunto de trabajos, según especificaciones definidas por restricciones en costes y plazos siguiendo un ciclo de vida estándar, de modo que se alcancen cambios beneficiosos definidos por objetivos cuantitativos y cualitativos”* de acuerdo con la definición indicada en el Project Management Body of Knowledge de la asociación PMI, Project Management Institute (PMI Standard Comitee, 1998).

Al definir los modos de trabajo de la Dimensión Operativa (apartado 5.2.2) se identificaron proyectos de diverso tipo, tanto como actuaciones reactivas como proactivas, pero todos ellos tienen en común que comprenden actividades de I+D o de innovación. La I+D+i tiene una serie de características que afectan significativamente a los proyectos y exigen un sistema de gestión adecuado que debe tener en cuenta relevantes diferencias respecto a un proyecto convencional (Lenfle, 2008):

- **Alto riesgo e incertidumbre** de que se puedan alcanzar los resultados que se buscan. De hecho un proyecto de I+D+i puede ser un éxito sin alcanzar los resultados que se preveían, o por el contrario puede resultar en un fracaso completo, aun habiendo alcanzado dicho objetivos. Este aspecto diferencial se comprende mejor si se compara un ejemplo de proyecto convencional (la construcción de un puente o una carretera, en el que se sabe exactamente de dónde partimos y a dónde hemos de llegar) y otro de I+D+i, como puede ser el famoso caso del invento del POST-IT, fruto de una investigación fracasada de la empresa 3M en la que se buscaba desarrollar el mejor pegamento del mercado (Conell et al., 2001), y que finalmente resultó ser un producto exitoso, pero totalmente diferente a lo que se buscaba.
- **Difícil planificación a priori** al tratarse de trabajos que nunca se han hecho previamente y para los que no existe una experiencia que permita asegurar la hoja de ruta que se debe seguir con certeza (cómo saber exactamente el número de combinaciones o pruebas que se han de hacer hasta conseguir un determinado medicamento, por ejemplo), y, muchos casos no existen realizaciones similares cuyo desempeño pueda servir de orientación.
- Suelen tratar temas técnicamente complejos con clientes muy diversos y **difícilmente repetibles** (Blindenbach-Driessen y van den Ende, 2006) tanto porque cada cliente condiciona mucho el desarrollo, personalizado a sus condiciones de empresa y mercado, como por compromisos de confidencialidad que impiden en muchas ocasiones en las que sí podría realmente replicarse el trabajo, que efectivamente se haga;
- Suelen tener una **larga duración** y en muchos casos exigen entornos **colaborativos** por la participación de diversos departamentos, empresas o entidades, y esto supone consideraciones especiales (Khalid et al., 2008).

Todas estas características están presentes en muchos tipos de proyectos, pero son extremas en el caso de proyectos de I+D+i, por lo que disponer de las metodologías de gestión adecuada se hace todavía más imprescindible. Se identificaron cuatro referencias fundamentales como guías de buenas prácticas metodológicas para estructurar una sistemática de gestión de proyectos adecuada. Tres de las referencias son metodologías generalistas, válidas en principio para cualquier tipo de proyecto, y una cuarta más reciente desarrollada orientada de forma específica hacia la I+D+i. Son las que se relacionan a continuación:

- Referencias generalistas de gestión de proyectos:
 - PMBoK® Guide (Project Management Body of Knowledge) es una metodología general orientada a la dirección y gestión de proyectos. Ha sido desarrollada por la asociación profesional PMI, que agrupa a más de 200.000 profesionales en la dirección de proyectos. Dicha metodología es la base de un sistema de acreditación de profesionales en distintos niveles, siendo la más conocida la credencial Project Management Professional (PMP®). Este código tiene un contrastado reconocimiento internacional ya que es norma ANSI (Sistema Americano de Estándares o American National Standard System), en concreto ANSI/PMI 99-001-2004;
 - ICB 3.0 (IPMA Competence Baseline) del IPMA (Internacional Project Management Association) es una guía para la dirección de proyecto que ha desarrollado IPMA, la otra gran asociación profesional de directores de proyectos (la de mayor implantación en Europa). Más que un conjunto de procedimiento que desarrollen una metodología, se basa en las competencias (competences eye) que deben poseer y utilizar los directores de proyectos (IPMA, 2007). Las competencias a adquirir son técnicas como la gestión de calidad, la gestión de trabajo en equipo, la definición de objetivos y alcance, son de contexto como la orientación por proyectos, la gestión financiera y son de conducta como el liderazgo, el autocontrol, la creatividad, etc (IPMA ICB, 2006). Esta visión la hace una aproximación más flexible y completa, pero también más exigente y difícil de aplicar. (Schmehrer et al., 2005) (Mesa et al., 2008)

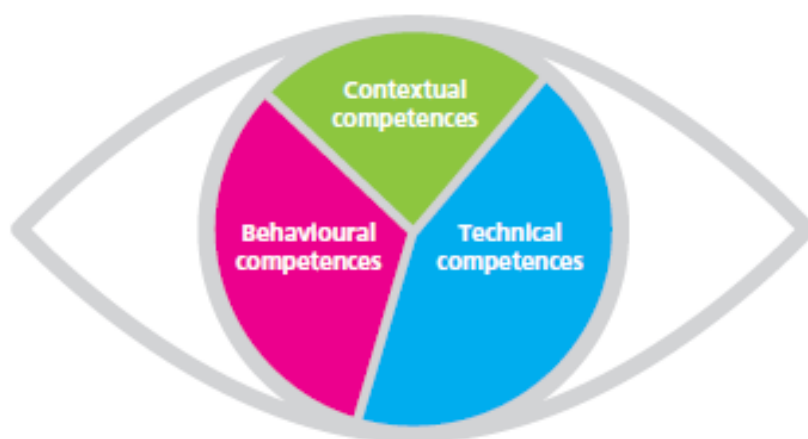


Figura 36: “Competence Eye” de acuerdo con el ICB 3.0 de IPMA

- La norma ISO10.006:2003, que en España está transpuesta por AENOR en UNE66916:2003, con el título “Sistemas de Gestión de la calidad. Directrices para la Gestión de la calidad en proyectos”. En su versión de 1997 la norma era casi una mera transposición del PMBoK, pero en la versión de 2003 ha sido modificada completamente ofreciendo una estructura similar a las demás normas del comité técnica 156, el responsable de las ISO900x, para reflejar una serie de requisitos para el aseguramiento de gestión de calidad en los proyectos, más que una metodología específica para lograrlo. Se presenta como una adaptación de las normas de sistemas de gestión de calidad para los casos específicos de proyectos que no se pueden tratar adecuadamente bajo el paraguas de la ISO 9001:2000.
- Referencia específica de gestión de proyectos de I+D+i. AENOR ha desarrollado una norma española UNE166001:2006 “Gestión de la I+D+i: Requisitos de un proyecto de I+D+i”. Fue desarrollada por el comité AEN/CTN 166 de AENOR en colaboración con la Asociación Española de Fabricantes de Bienes de Equipo (SERCUBE). El objetivo de UNE 166001 es describir los requisitos necesarios para la elaboración de un proyecto de I+D+i, independientemente de su complejidad, duración o área tecnológica; facilita la sistematización de la ejecución de los proyectos y permite una mejora de su gestión, ayudando a las organizaciones a definirlos y documentarlos adecuadamente; su desarrollo ha estado condicionado por la necesidad de aportar transparencia sobre el contenido en I+D e innovación, que faciliten el acceso a las desgravaciones fiscales y subvenciones que otorga el estado español a las empresas innovadoras, según la legislación vigente. La norma introduce la necesidad de definir los siguientes aspectos:
 - Objetivos de los proyectos de I+D+i y estrategia para alcanzarlos
 - Innovación y novedad del proyecto basado en un estudio del estado del arte con las Limitaciones técnicas del estado actual y los avances científicos y/o técnicos que propone el proyecto
 - Planificación del proyecto y papel de las diferentes organizaciones participantes, y estructura organizativa y personal
 - Planificación de tareas y sus interacciones, duración y método para el control del programa de trabajo
 - Identificación de riesgos y puntos críticos, y definición del procedimiento para la gestión de cambios, imprevistos y riesgos identificados

Cualquiera de estas referencias puede configurar un marco adecuado para la gestión de proyectos de I+D+i en un CT. En lo que se refiere a las tres primeras referencias de carácter general, evidentemente existen diferencias entre unos y otros, como describe

detalladamente Concepción (2007) en su tesis doctoral sobre la aplicación a las Administraciones Públicas, pero no existen criterios claros que nos hagan decantarnos especialmente por alguno de ellos en el caso del CT. En cualquier caso se debería adaptar las consideraciones generales a las características de alto riesgo, incertidumbre, difícil planificación, escasa repetibilidad, y largo plazo, antes descritos. Con estas consideraciones se podría alcanzar un sistema eficaz de gestión de proyectos, pero tal vez suponga crear demasiado sofisticado y, por consiguiente, no eficiente.

Por otro lado, seguir la norma UNE166001:2006 es también perfectamente posible, pero tampoco se considera acertado implementarla integralmente, ya que deja demasiados aspectos indefinidos y tiene un enfoque muy acusado hacia la justificación ante terceros de que lo que se hace es realmente I+D+i, y podría alejarnos de los criterios de eficacia y eficiencia.

La clave que se propone para esta Dirección de proyectos de I+D+i recoge las indicaciones de diversos investigadores mencionados anteriormente de combinar flexibilidad y control (Pérez-Freije y Enkel, 2006) (Robeson y O'Connor, 2007). Hay que entender que suficientemente compleja es la esencia de la actividad de I+D+i como para venir a complicar aún más el modo de gestionar los proyectos. Además, en muchos casos el jefe de proyecto puede ser un investigador, excelente en su disciplina de especialización, pero que no tiene porqué conocer o tener experiencia en la Dirección de proyectos. Para ello es fundamental establecer un **método sencillo** que se adapte a la esencia de lo que es un proyecto y las tres etapas del **ciclo de vida**: lanzamiento (inicial), desarrollo (intermedia) y cierre (final) (Figura 37).

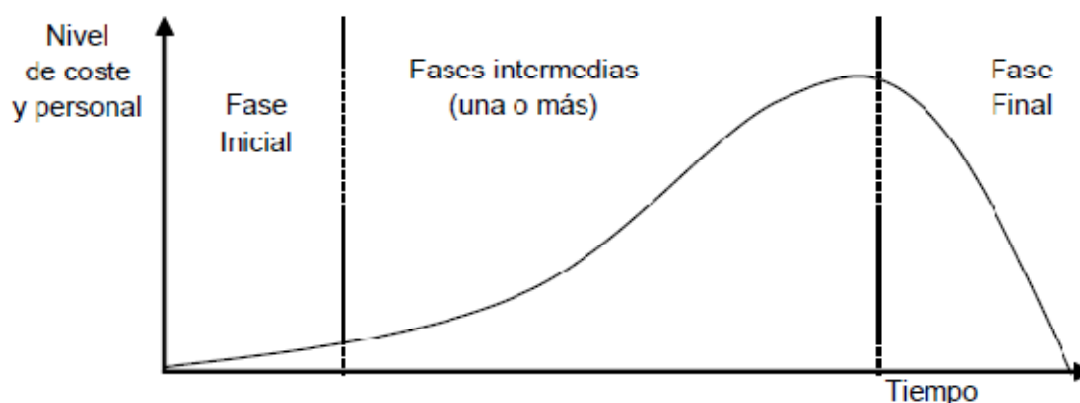


Figura 37: Esquema representativo de las 3 fases del ciclo de vida de un proyecto

En cada una de estas etapas se deben definir procedimientos para estandarizar el planteamiento inicial, para revisar este planteamiento en función de las condiciones

cambiantes que surgirán en el desarrollo, y para finalmente rematar el trabajo, bien porque se haya llegado a unos resultados satisfactorios, bien porque se decida abandonar el proyecto.

- Fase de lanzamiento. Se trata de una fase más crítica que en un proyecto convencional, y por ello se le debe de prestar una atención preferencial ya que condicionará de forma decisiva el éxito futuro del proyecto. En ella se debe hacer una definición perfecta y clara del problema a resolver, así como del punto de partida inicial, y para ello los aspectos a tener en cuenta son:
 - Objetivos: deben establecerse claramente, orientados a alcanzar resultados cuantificables (no a realizar tareas) que permitan finalmente añadir un **valor esperado** al cliente que contrata el proyecto.
 - Planificación: Se compone de las tareas que secuencialmente se deben acometer en un plazo determinado y los hitos de control de avance; la planificación es tan imprescindible como imperfecta en un proyecto de I+D+i (por su carácter de imprevisible), por lo que no debe ser tan exhaustiva como en un proyecto convencional. Es simplemente una orientación de por dónde enfocar los esfuerzos.
 - Presupuesto: balance de ingresos y gastos previstos durante toda la evolución del proyecto con las diferentes partidas y tipos que se precisen (horas de personal, compra de materiales, subcontrataciones, etc.); debe establecerse una comparativa entre el coste total y el valor esperado por el cumplimiento de objetivos.
 - Identificación del grado de novedad del trabajo a acometer (**innovación esperada**) y de los riesgos que se vislumbran, con su plan de contingencia asociado.
 - Identificación del equipo de trabajo y de los colaboradores externos que se requieren para cubrir todas las **competencias** que exige el proyecto; además se debe comprobar no sólo la capacidad en términos de conocimiento y experiencia, sino también de grado de **motivación**.
 - Análisis previo. Toda esta definición debe documentarse en un informe denominado “Análisis previo” y debe ser revisada y validada por el cliente, a modo de contrato por ambas partes.
- Fase de ejecución. Como se ha indicado anteriormente, el carácter pionero e imprevisible de un proyecto de I+D+i hacen que su desarrollo se asimile a “recorrer un camino largo y tortuoso en la oscuridad”; para facilitar ese tránsito del punto de partida al resultado final esperado se propone seguir las siguientes técnicas:
 - Seguir sistemáticamente la planificación mediante un control que debe combinar el control formal de carácter periódico con un control informal de frecuencia variable que se enfoque hacia las situaciones de mayor riesgo. Las desviaciones detectadas deben ser tratadas

inmediatamente con la colaboración del cliente y la participación de todo el equipo de trabajo.

- Se debe tener una especial atención a los problemas de comunicación que pueden surgir tanto dentro del propio equipo como con los clientes; para ello lo mejor es proceduralizar los canales y momentos en los que se deben establecer estos contactos, e incluso las plantillas de informes para cumplimentar y generar así registros periódicos y trazables.
- Fase de cierre: con motivo de los cambios que con seguridad se producirán en la fase de desarrollo el ponerle un final a un proyecto de I+D+i es siempre una misión difícil; si a ello añadimos el carácter perfeccionista muy común en los investigadores y técnicos involucrados, y que el cliente suele mostrar un apetito insaciable los proyectos tienden a perpetuarse, lo que irá contra el criterio de eficiencia; la clave para poder romper esta dinámica perversa es seguir los siguientes pasos:
 - Monitorizar el grado de cumplimiento de los objetivos: bien porque el indicador establecido para medir el grado de cumplimiento de un objetivo se haya alcanzado o bien porque se pueda demostrar que el valor generado es suficiente respecto al valor esperado definido inicialmente.
 - Monitorizar el tiempo transcurrido desde el inicio del trabajo y valorar si tiene sentido seguir persistiendo en conseguir los objetivos o resulta más conveniente detenerlo (abortándolo por no haber alcanzado los objetivos) y dedicar los recursos disponibles a otros proyectos (u objetivos dentro del mismo proyecto)
 - Sea cual sea la decisión de cierre, ésta se debe documentar en un informe final que debe tener una parte técnico donde se describan los avances conseguidos y lecciones aprendidas, como una parte económico donde se recoja el balance económico y la comparativa entre el valor añadido finalmente conseguido y el esperado.

Todo este sistema simple, pero muy robusto y capaz, mejora sensiblemente si se implementa sobre una aplicación informático que facilite y asegure su seguimiento homogéneo por todo el equipo de investigadores y técnicos (Ortega et al., 2005).

5.5.3 Incorporación de conceptos EFQM: gestión de procesos y de personas

Anteriormente ya se ha hecho alusión a la importancia del método de implantación del sistema organizativo previamente definido. Para la puesta en práctica de todos los aspectos descritos en Tabla 11, es muy recomendable seguir pautas establecidas por estándares de gestión de aplicación general como **ISO 9001:2000 o EFQM**, pero, una vez más, se ha de hacer con gran flexibilidad y adaptándose a las particular actividad

del CT. Estas características que le distinguen son la muy escasa repetibilidad de los trabajos y su alto riesgo de llegar a resultados diferentes de los inicialmente previstos, sin que eso constituya necesariamente un fracaso (Costanzo, 2004) (Pérez-Freije y Enkel, 2006).

La **gestión por procesos**, que es uno de los pilares fundamentales de ISO 9001:2000 o EFQM, es también clave para la gestión de la innovación y en particular para el CT, donde se recomiendan estructuras jerárquicas muy planas que permiten delegar y distribuir responsabilidades ampliamente entre todo el personal. De esta manera es mucho más fácil adaptarse a las condiciones cambiantes e imprevisibles que se pueden dar. Para que esto funcione adecuadamente debe estar perfectamente definida la secuencia de operaciones a seguir (nodos de procesos) en cada actividad, asignadas responsabilidades en cada paso, y un **cuadro de indicadores** que juzguen si es correcto el funcionamiento del sistema, o si es necesario introducir reformas en el mismo. Si los procesos se identifican bien, servirán además como un sistema básico, pero muy robusto, de comunicación entre departamentos y miembros del equipo.

Por último, se debe tener especial atención dentro de la Dimensión Organizacional a todo lo relativo a la **gestión de personas** y el desarrollo profesional de los miembros del equipo del CT. En definitiva las funciones asignadas a cada una de las cuatro dimensiones del modelo deben ser ejecutadas por personas que deben estar capacitadas y motivadas para esta labor. Aunque esto podría ser aplicable a cualquier tipo de organización, en el caso particular de los CT se dan una serie de características que se deben tener en cuenta:

- El organigrama plano permite una gran delegación de responsabilidades, lo que suele considerarse positivo por parte del personal, pero, al mismo tiempo, tiene también implicaciones negativas, ya que ofrece escasas oportunidades de progreso jerárquico futuro
- Mayor proporción de personal altamente cualificado que la media de otro tipo de organizaciones
- El riesgo de fuga de talento es muy alto por la exposición de los tecnólogos de la Dimensión Operativa en su trabajo en contacto directo con los clientes
- Necesidad de alta motivación para enfrentarse a nuevos problemas complejos y en muchos casos sin experiencia previa

En este ámbito el CT debe definir una adecuada política de recursos humanos donde se articulen sistemas de evaluación y reconocimiento del desempeño personal (Pieris, 2004) y colectivo y que permiten establecer vías de progreso atractivas, así como un ambiente de trabajo propicio para la comunicación y la creatividad. En lo que se refiere al desarrollo profesional, se propone articular un sistema dual, que permita el progreso tanto en función del ascenso en el organigrama y la asunción de responsabilidades de

mando, como en función de la competencia tecnológica y la excelencia científica (Aziz, 2004).

5.6 Interacción entre las dimensiones del modelo y análisis dinámico

En los apartados anteriores se han ido desarrollando las cuatro dimensiones del nuevo modelo por separado, pero es fundamental, en línea con un enfoque EFQM, que todas ellas funcionen de manera integrada y constituyan un todo coherente: **un sistema**. Aunque ya se han ido haciendo referencias a algunas interacciones entre cada una de las dimensiones, en este apartado se va a proponer una reflexión a un nivel superior, analizando el modelo “desde arriba”, lo que va a permitir entender las relaciones mutuas y matizar la relación del CT con el exterior.

En la Figura 38 se representa este enfoque sistémico de las cuatro dimensiones del CT y se identifican explícitamente los principales consumos e insumos de unas dimensiones respecto de las otras. En la medida en que estos flujos sean constantes y se produzcan con una intensidad adecuada, se podrá asegurar que el CT funciona correctamente, de forma integrada y coherente. Por el contrario, en el momento que se detecte un problema en alguna de estas relaciones, este modelo nos aportará la información necesaria para intervenir y actuar sobre las dimensiones competentes para corregir desviaciones y activar de nuevo todo el sistema.

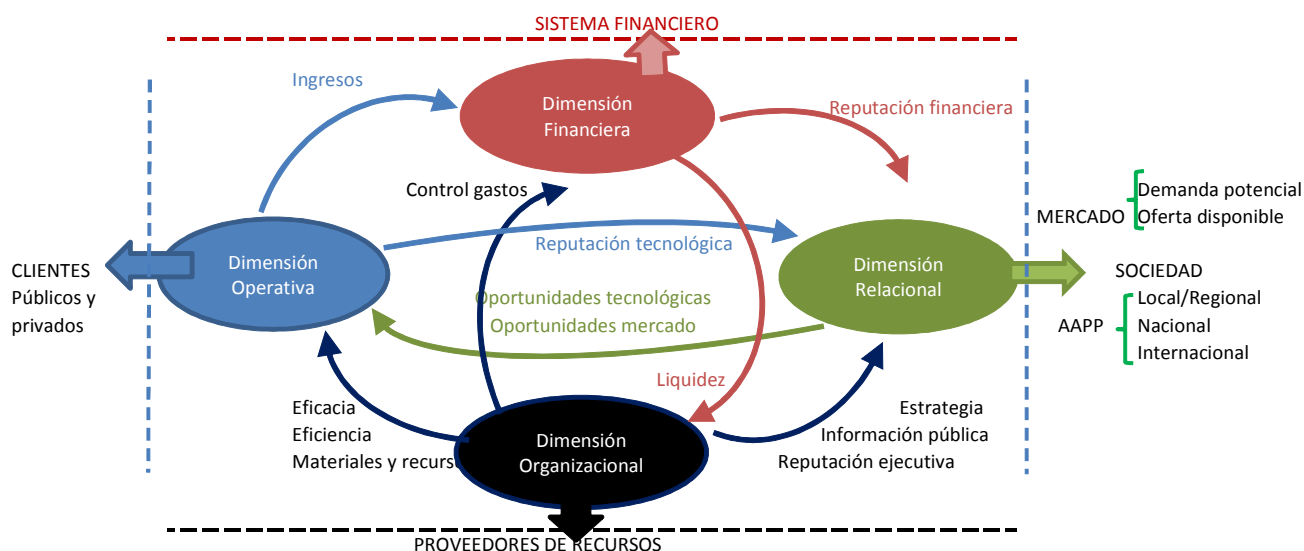


Figura 38: Diagrama de aportaciones mutuas entre las cuatro dimensiones del CT

Dimensión	Flujo	Indicador cuadro mando
Operativa	Ingresos	Volumen ingresos por disciplina Volumen ingresos por modo de trabajo
	Reputación Tecnológica	Número de patentes Número de publicaciones Número de ponencias en congreso
Financiera	Liquidez	Ingresos financieros
	Reputación financiera	Nivel de Autofinanciación Volumen de ingresos por subvenciones
Relacional	Oportunidades mercado	Número de nuevos clientes Número de participaciones en consorcios
	Oportunidades tecnológicas	Ingresos por actividades nuevas Diversidad de sectores atendidos
Organizacional	Control de gastos	Coste por empleado
	Materiales y recursos	Incorporaciones de personal Inversiones en equipamiento
	Reputac. ejecutiva: eficacia	Grado de cumplimiento de objetivos
	Reputac. ejecutiva: eficiencia	Desviación en plazos Desviación en presupuestos
	Estrategia	Ediciones del Plan Estratégico Grado cumplimiento Plan Estratégico

Tabla 12: Ejemplo de indicadores de cuadro de mando para monitorizar sistema de cuatro dimensiones del CT.

Este esquema permite pilotar el desarrollo y crecimiento del CT y facilita el establecimiento de objetivos y metas a los responsables de cada una de las dimensiones, ya que se puede concebir un cuadro de mando integral muy sencillo y eficaz, que facilita la monitorización de indicadores para cada uno de los flujos (Tabla 12).

Como se puede apreciar en el gráfico, la Dimensión Operativa es la que aporta ingresos al sistema, junto con la Dimensión Financiera, por medio de los trabajos que realiza para los clientes y los proyectos subvencionados que termina y justifica adecuadamente. Por otro lado aporta la reputación tecnológica en virtud del nivel de competencia que atesoran sus técnicos, el equipamiento (físico y lógico) del que dispone y de los resultados que va obteniendo y publicando.

La Dimensión Financiera es la responsable de facilitar liquidez a la organización para que no se detenga toda la parte operativa y además debe conseguir una gran reputación financiera que a nivel relacional es crítica en la participación en programas públicos y la captación de recursos por vía de subvenciones competitivas o no.

La Dimensión Relacional es la que explora el entorno y aporta conocimiento en forma de contactos, y oportunidades tanto de nuevos trabajos, clientes o incluso campos tecnológicos en los que el CT no tenga actividad. Debe realizar su actividad en varios frentes, tanto en el mercado de oferta y demanda tecnológica, como en los programas que las administraciones públicas lanzan en el ámbito local, estatal e internacional, y por último a nivel general de la sociedad, a la que no se debe olvidar por el importante efecto que puede causar en la imagen corporativa.

Finalmente la Dimensión Organizacional es la que más aporta las demás, ya que debe concebir los procedimientos para el control de gastos, control de la información, aprovisionamientos de recursos materiales y humanos con los que trabaja el CT. En la medida en que consiga un sistema eficaz y eficiente se ganará la reputación ejecutiva, clave para la confianza empresarial. También será la responsable de comunicar la estrategia que oriente el trabajo de la Dimensión Relacional, enfocándola hacia los temas claves que establezca la Dirección Corporativa.

Este enfoque sistémico del modelo de CT es el que permite, por tanto, introducir un análisis dinámico, ya que el entorno en el que actúa el CT cambiará y las dimensiones tal y como se han definido en la fase inicial pueden requerir adaptaciones con el paso del tiempo. Este análisis dinámico está inspirado en una de las más recientes teorías desarrolladas sobre gestión de organizaciones como es el “Viable System Model” (VSM) del investigador británico Mr. Anthony Stafford Beer que aplicó conceptos cibernéticos a los sistemas organizativos y estableció una serie de principios fundamentales que les dotan de capacidad para existir en condiciones imprevisibles que caracterizan el entorno turbulento (Christopher, 2007). Visto por tanto con esta perspectiva, el CT es un sistema abierto que se relaciona con su entorno a través de las cuatro dimensiones, adaptándose a las condiciones cambiantes de forma estable, independientemente de la estructura jerárquica o funcional (departamentos o áreas) que se configuren. No se debe confundir esta visión holística con todo lo explicado sobre la Dimensión Relacional, ya que ésta se ciñe exclusivamente a las relaciones con los agentes del sistema de innovación en el que trabajará el CT.

Por otro lado, las cuatro dimensiones no permanecen inalterables con el paso del tiempo, sino que cada uno de ellas tiene un perfil dinámico propio para adaptarse a los cambios del entorno (Tabla 13). Las primeras diferencias en cuanto a la dinámica de cada dimensión del CT se detectan en el origen, pues no todas se deben definir a la vez, sino que cada una tiene su momento como se explica en Tabla 13. Las más urgentes son la Operativa y la Financiera, ya que constituyen la parte esencial del plan de viabilidad que se debe hacer antes de poner en marcha el CT. La Dimensión Organizativa debe estar definida precisamente en el momento de la puesta en marcha, aunque se debe tener una idea aproximada también para la fase estudios previos. Por

último la Dimensión Relacional puede ser definida incluso después del arranque de la actividad y se puede ejercer de forma no estructurada inicialmente.

En cuanto a la evolución que experimentarán, precisamente la dimensión más cambiante es la Relacional, la última en definirse, y la que más afectada resulta por las circunstancias externas, en función de que la estrategia evolucione hacia intereses en nuevos entornos geográficos, tecnológicos o de negocio. Le sigue la Dimensión Operativa, que también debe ser sensible a los cambios tanto tecnológicos que se producen como a las demandas expresas o tácitas del colectivo empresarial al que se atiende. Es muy probable que surjan nuevas disciplinas y modos de trabajo y que se abandonen otros. Bastante más estables que las anteriores deben ser la Dimensión Organizativa y la Financiera.

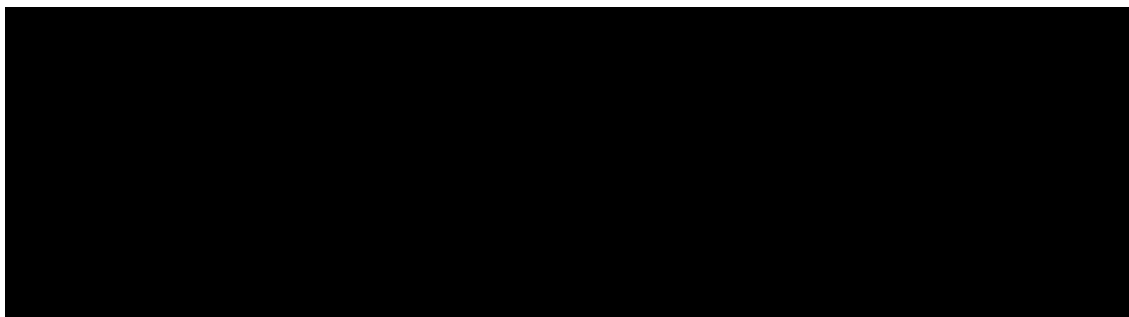


Tabla 13: Cuadro sinóptico descriptivo de la secuencia de definición de las cuatro dimensiones del modelo de CT y sus características dinámicas

CAPÍTULO 6:

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN DE VALIDACIÓN DEL MODELO

6.1 Introducción

Con el objetivo de validar el modelo de centro tecnológico que se ha definido en el capítulo anterior, se ha realizado una implantación experimental del mismo en la Fundación PRODINTEC, Centro Tecnológico para el Diseño y la Producción Industrial del Principado de Asturias, en el periodo 2005-2008. Durante este periodo se han obtenido una extensa batería de resultados con los que se ha podido medir el desempeño del modelo y su evolución en el tiempo de acuerdo con diversos criterios, algunos de ellos desarrollados previamente por otros investigadores, y otros que han sido fruto de aportaciones propias de esta tesis, como se ha detallado previamente en capítulo 4.

Para la experimentación del modelo, este caso suponía una ocasión muy oportuna ya que se trataba de un centro tecnológico que, en primer lugar, se ponía en marcha en un entorno geográfico como el Principado de Asturias cuyos indicadores del sistema de innovación están por debajo de la media estatal, como se explicará más adelante, y que, además, partía de cero, con un equipo humano absolutamente nuevo que carecía de experiencia profesional en el campo de los centros tecnológicos, con las dificultades que ello supone, pero también la oportunidad de hacer planteamientos radicalmente novedosos y no sujetos a prejuicios y a costumbres del pasado.

Cada una de las dimensiones del modelo teórico se han podido poner en práctica, particularizando los grados de libertad que nos permite el nuevo modelo al caso concreto que nos ocupaba, y siguiendo la hoja de ruta que se ha definido en el capítulo anterior. En este capítulo se describe paso a paso cómo ha sido este proceso de

implantación, se justifican las decisiones que se han ido tomando en cada momento, mencionando en muchos casos referencias que las apoyan o contrastan, y se presentan finalmente los resultados alcanzados que permiten establecer una discusión sobre la viabilidad del modelo y el grado de cumplimiento de los objetivos perseguidos.

6.1 Breve historia de Fundación PRODINTEC

Las primeras referencias a la necesidad de disponer de un CT en Asturias que asistiese a las empresas industriales en tecnologías de Diseño y de Producción se pueden encontrar dentro del informe final de resultados del Proyecto RITTS Asturias, “Estrategia Regional de Innovación y Transferencia de Tecnología” (*Regional Innovation and Technology Transfer Strategies and Infrastructure*), elaborado en el año 2001.

Proyectos muy similares al de Asturias fueron realizados más o menos de forma simultánea en 70 regiones de 16 estados miembros (Tabla 14), que recibieron financiación de la Comisión Europea para ser sometidas a un análisis común, por parte de expertos independientes, con el objetivo de identificar debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de sus sistemas de innovación. A partir de dicho análisis se pretendía emitir un informe final de conclusiones donde se propusieran nuevas políticas y nuevas infraestructuras que sirviesen para que estas regiones potenciasen sus capacidades de generar innovación y ser más competitivas.

En el caso de Asturias, la Fundación para la Investigación Científica y Tecnológica (FICYT) fue la responsable de coordinar la elaboración del estudio y la redacción de conclusiones, donde se identificaron tres pilares fundamentales para una nueva política regional de innovación:

- Potenciar la capacidad innovadora de las empresas asturianas a través de acciones de apoyo (financiación) a proyectos, la constitución de clusters sectoriales, la creación de empresas de base tecnológica, y el fomento de la transferencia de tecnología, la formación y la cultura innovadora. Todo ello se articuló en el III Plan de I+D+i de Asturias 2001-2004 dentro de la línea estratégica denominada EM@SI.
- La creación de la Red de Centros Tecnológicos del Principado (que se denominaba ASTURTEC), en la que se pretendía dotar de un soporte científico tecnológico al tejido productivo asturiano, a través de la integración de CT ya existentes como la Fundación ITMA (Instituto Tecnológico de Materiales de Asturias) con cuatro CT de nueva creación en las áreas de Diseño y Producción Industrial, Acero, Tecnologías de la Información y un centro virtual de Agroalimentación y Biotecnología.

- La ordenación del sistema de intermediación, cuya principal actuación consistía en la creación de una Agencia Regional de la Innovación (ARI) como auténtico elemento dinamizador del Sistema Regional de la Innovación, capaz de articular y potenciar el conjunto del mismo, y dotando de una mayor eficacia la gestión de las políticas públicas de ayuda.

Estado Miembro	Regiones
Alemania	Aachen, Berlin, Brandenburg, Bremen, Dresden, Hamburg, Luneburg, Neubrandenburg-Greifswald, Rheinland-Pfalz, South Brandenburg
Austria	Salzburgo , Sur-Baja Austria, Tirol
Bélgica	Flandes
Dinamarca	Dinamarca Central, Gran Copenage
España	Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias, Cataluña, Madrid, Murcia, Valencia
Finlandia	Este de Finlandia, Häme, Uusimaa
Francia	Alsace, Aquitaine, Ile de France, Nord-Pas de Calais, Poitou-Charentes, Rhone-Alpes
Grecia	Creta, Macedonia Este y Tracia, Magnesia, Egeo del Norte
Holanda	North Brabant, Norte de Holanda, Overijssel, Rotterdam, Utrecht
Irlanda	Irlanda
Islandia	Islandia
Italia	Emilia-Romana, Lazio, Marche, Milán, Sicilia, Trento, Toscana, Umbría
Noruega	Oslo y Oeste de Noruega
Portugal	Lisboa y el Valle del Tajo
Reino Unido	Dorset Hampshire, East Midlands, East of England, Highlands and Islands, Kent, London South, North East England, North London, Oxfordshire, South East of England
Suecia	Suecia Central, Este de Suecia, Norte de Suecia, Sur de Suecia, Estocolmo, Oeste de Suecia

Tabla 14: Relación de países y regiones donde se realizaron proyectos RITTS financiados por la Comisión Europea

Efectivamente, como se indicaba en el segundo de los puntos arriba citados, hasta ese momento sólo existía un CT en Asturias, mientras en otras regiones españolas eran figuras mucho más abundantes como el País Vasco (en 2001 contaba con más de 10) o la Comunidad Valenciana (con 13). Se identificaba esta escasez de infraestructuras de soporte tecnológico a las empresas como una debilidad, y se proponía la constitución de una red de CT como una oportunidad.

El Gobierno del Principado de Asturias se puso manos a la obra, con el objetivo de poner en marcha los nuevos CT propuestos por RITTS, e inmediatamente inició los trámites para disponer de presupuesto suficiente para financiar la construcción de varios edificios y la adquisición de equipamiento tecnológico necesario. Así entre finales de 2003 y principios de 2004 ya se disponía de la infraestructura necesaria gracias a la labor de la Fundación para la Investigación Científica y Tecnológica (FICYT) que también jugó un papel de gestor de dichos fondos y promotor de las construcciones. Pero para poner en marcha los CT hacía falta algo más que infraestructura, se necesitaba constituir entidades con personalidad jurídica propia, donde las empresas jugasen un papel protagonista, junto al Gobierno, y que se responsabilizasen de ejercer adecuadamente las actividades de CT. En 2004 se pusieron en marcha tres de los cuatro CT identificados, cada uno con una fórmula distinta:

- CT del Acero se constituyó dentro de la Fundación ITMA, que pasó a ser una única entidad pero con dos centros de trabajo, uno especializado en acero y materiales metálicos, y otro en materiales no metálicos (polímeros, cerámicos,...); se aprovechó por tanto la forma jurídica existente, el patronato y en gran parte el equipo humano y material disponible, que se escindió en dos.
- CT de la Información y las Comunicaciones, que se constituyó como Fundación CTIC en diciembre de 2003 en una promoción híbrida del Gobierno Regional y un conjunto de empresas pertenecientes al Cluster TIC que previamente había sido puesto en marcha por iniciativa de FICYT; ya se disponía de un importante equipo humano y una experiencia sobre actividades de promoción de Sociedad de la Información que se venía ejerciendo desde hacía varios años por otras entidades, que a partir de ese momento se centralizaron en el nuevo CT, e iniciaron nuevas líneas de trabajo en el ámbito del I+D.
- CT del Diseño y la Producción Industrial, al contrario que los dos casos anteriores, era una iniciativa absolutamente novedosa y para la que no se contaba ni con una experiencia previa ni respondía a una demanda empresarial explícita; por ello la FICYT inicialmente subcontrató la redacción de un plan director a expertos del Instituto Andaluz de Tecnología (IAT) que, entre otras cosas, recomendaban la contratación urgente de una persona (futuro Director del CT) que se encargase de definir las actividades en que se iba a especializar

el nuevo CT de forma que se pudiese despertar el interés empresarial para constituir la fundación correspondiente. Así se hizo y se redactó el Plan Estratégico de Puesta en Marcha que se presentó a más de 30 empresas industriales de las que 8 (TEMPER, ISASTUR, TSK, INGEMAS, MBA, DELCAM, IDESA y SAMOA) se decidieron finalmente a constituir junto al Gobierno Regional una fundación independiente, de carácter privado y sin ánimo de lucro, en julio de 2004, con el nombre de Fundación PRODINTEC, que iniciaría sus actividades el 1 de octubre de 2004 con un equipo absolutamente nuevo de 5 personas, en el Parque Científico y Tecnológico de Gijón (Figura 39 y Figura 40).

Este escenario de gran incertidumbre por la falta de referencias previas, pero también de total libertad para experimentar y proponer nuevas soluciones, permitió que Fundación PRODINTEC se concibiese y estructurase de una forma totalmente distinta a otros CT asturianos y se pudiera nuclear en su interior un nuevo modelo que es el que se ha descrito en esta tesis. En los apartados siguientes se describe cómo se definieron las cuatro dimensiones fundamentales de PRODINTEC, y previamente se repasaran los datos del sistema de innovación asturiano para valorar su grado de intensidad y caracterizarlo como no intensivo en innovación (ENII).



Figura 39: Edificio de la Fundación PRODINTEC en Parque Científico y Tecnológico de Gijón.



Figura 40: Laboratorio de prototipos y tecnologías de fabricación de la Fundación PRODINTEC.

6.2 Caracterización del Principado de Asturias como ENII

La Fundación PRODINTEC está ubicada en Principado de Asturias que se consideró un territorio apropiado para validar el modelo por constituir un entorno no intensivo en innovación como se demostrará en este apartado.

En primer lugar su **gasto en I+D** está por debajo de la media del país, tanto en términos absolutos, como en lo que se refiere al ejecutado por las empresas (Figura 41), aunque ha ido evolucionando positivamente en los últimos años, pero sigue por debajo de su **contribución nominal esperada** al total nacional (Figura 42).

Históricamente, si se hace una clasificación por regiones, Asturias ha venido ocupando siempre una posición de la mitad para abajo (entre la 8ª y 11ª de un total de 19 regiones) (Figura 43). No obstante, ha sido una de las regiones españolas que más ha aumentado su intensidad en I+D en el periodo 2003-2007, como desvela la Figura 44, donde se aprecia que el incremento de gasto en términos relativos (% PIB) ha sido el cuarto mayor en dicho periodo.

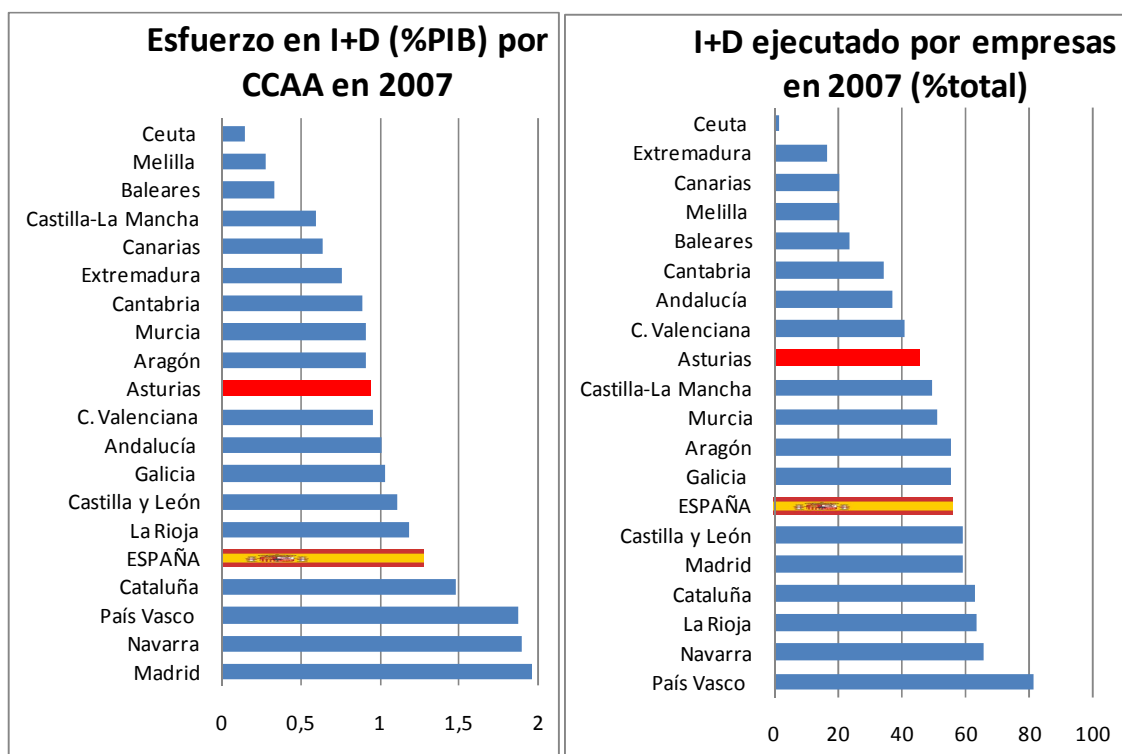


Figura 41: Comparación del esfuerzo en I+D por comunidades autónomas (% PIB) y el peso de la ejecución de estas actividades que recae en las empresas, señalando la posición del Principado de Asturias. Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2007.

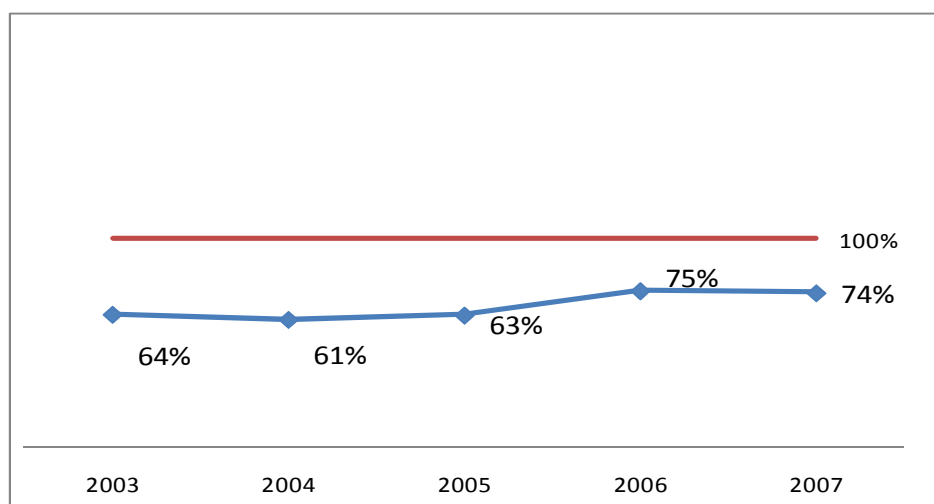


Figura 42: Evolución de la tasa de cobertura del esfuerzo en I+D de Asturias respecto a la media nacional en el periodo 2003-07 (medido en % PIB). Datos del INE.

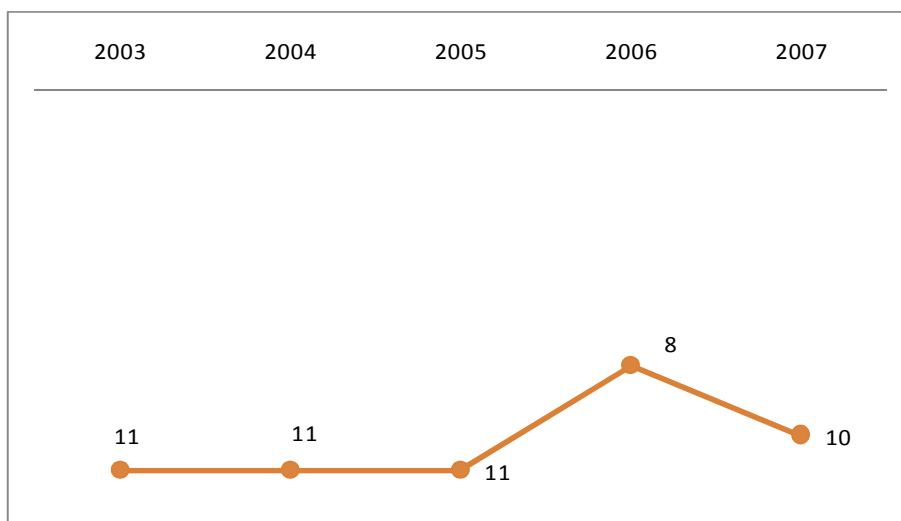


Figura 43: Evolución de la posición relativa de Asturias entre las 19 CCAA por su esfuerzo en I+D (% PIB) en el periodo 2003-2007. Datos de INE.

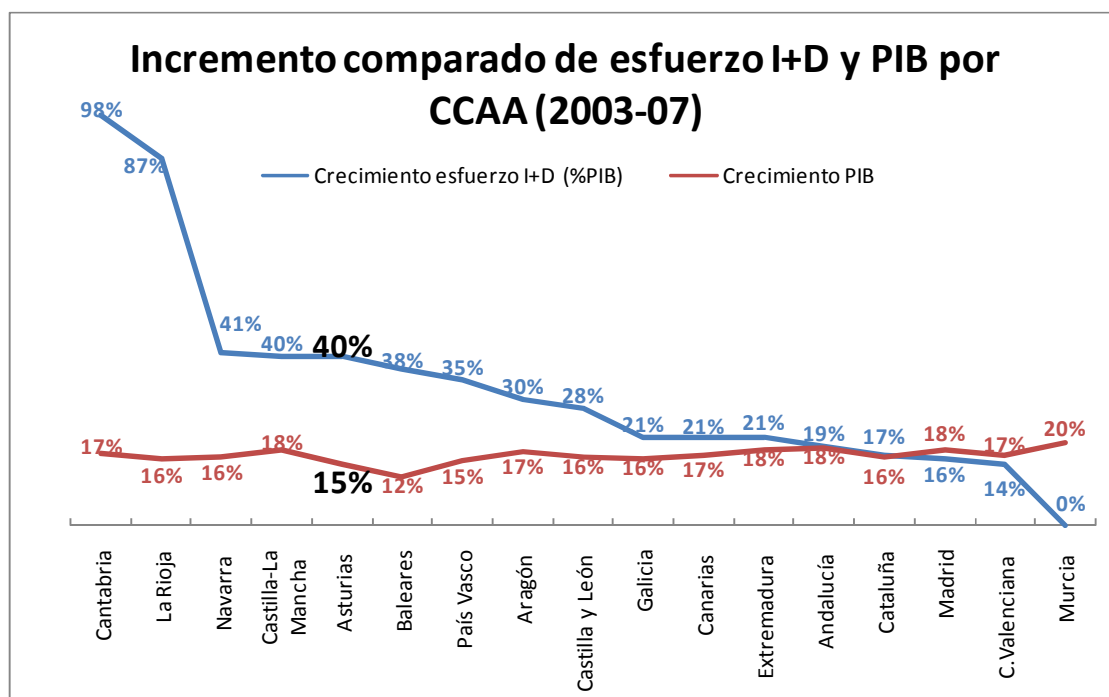


Figura 44: Incremento del esfuerzo en I+D (% PIB) en cada comunidad en el periodo 2003-2007 y comparación con el incremento del PIB en el mismo periodo, calculado a partir de la media anual de crecimiento del periodo 2000-2007 publicado por INE en 2008.

Donde **mayor déficit** se aprecia en Asturias es en la **contribución empresarial** donde el esfuerzo en I+D es no alcanza el 50% del total y ocupa el lugar nº 11 entre las 19 comunidades autónomas (Figura 41), y ha venido manteniendo esta situación históricamente, aunque en los últimos años se aprecia un ligero incremento (Figura 45).

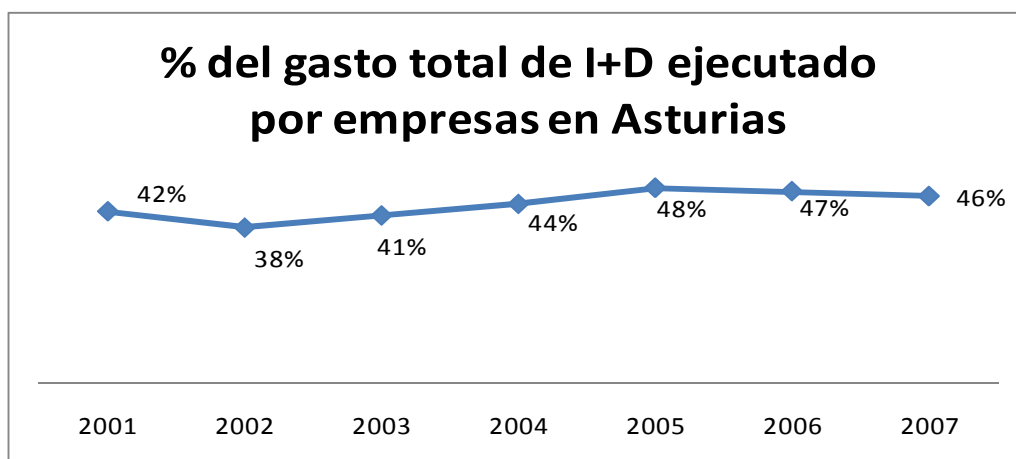


Figura 45: Evolución del peso empresarial en la ejecución del gasto de I+D en Asturias en periodo 2001-2007. Datos de INE.

El segundo indicador de “input” del proceso innovador que se va a considerar es el relativo a la fuerza laboral, es decir, la dedicación de recursos humanos. Se mide tanto el porcentaje de personal dedicado a la actividad de I+D respecto al total, como el número de investigadores.

El número de personas empleadas en actividades de I+D en Asturias ha ido creciendo continuamente en los últimos años, y en año 2007 ascendió a 3.152 medido en personas equivalentes a dedicación plena (EDP) (Figura 46). Esta cifra representa el 7,6 por mil de la población ocupada, mientras que en España este valor fue bastante más alto: el 9,9 por mil (30% superior). Es decir, que en este indicador también se presenta un déficit, que además se viene arrastrando desde hace muchos años, ya que la contribución asturiana al total de empleos nacionales en I+D viene siendo entre un 1,4% y un 1,6%, inferior a su contribución en términos de población o de PIB (ligeramente superior al 2%).

Un aspecto positivo para Asturias es que en los últimos años se está produciendo un incremento en la proporción de personal que emplean las empresas respecto a la Universidad o los centros públicos (Figura 47), aproximándose a la distribución media en España. En cuanto al colectivo de investigadores, alcanzó la cifra de 2.013 personas, lo que supone un 4,8 por mil de la población ocupada mientras que en España fue también sensiblemente superior, del 6,02 por mil (25% superior).

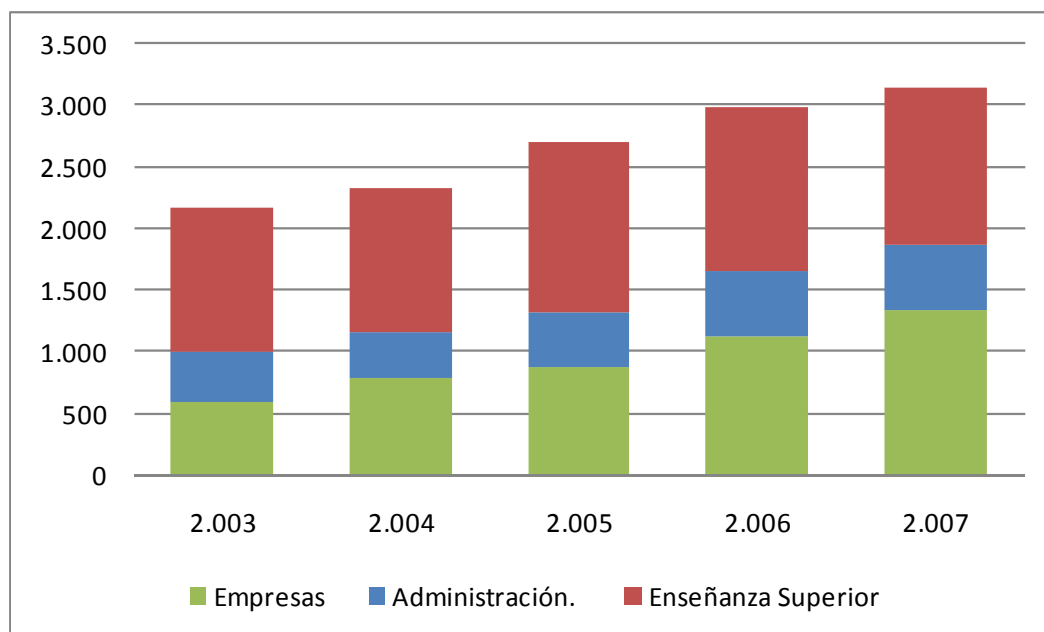


Figura 46: Evolución del número total de empleados en actividades en I+D en Asturias, y su distribución entre empresas, Administración Pública y Enseñanza Superior en el periodo 2003-2007. Datos INE.

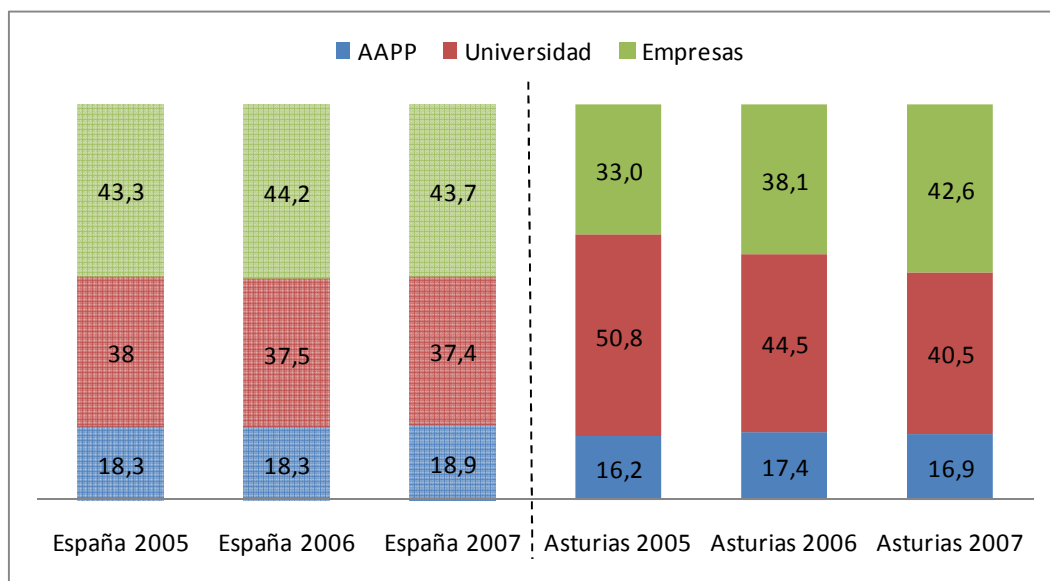


Figura 47: Distribución de los empleados en I+D en Asturias según el sector en el que trabajan en el periodo 2004-2007, y comparativa contra la distribución española en periodo 2005-2006. Datos INE.

Todos estos indicadores de *input* permiten asegurar que la innovación en Asturias no ha sido un factor primordial del crecimiento económico hasta ahora y presenta un grado de intensidad bajo si se toma como referencia la media del estado español. Además, esta falta de intensidad se hace más acuciante si se tiene en cuenta la posición de nuestro país en el concierto internacional, que es también deficitaria, ya que está por debajo de los valores medios europeos, que a su vez, como se describió en capítulo 1, va a la zaga de las economías más avanzadas de la OCDE (Figura 9).

En la Figura 48 se representa gráficamente esta situación de España tomando como referencia un complejo indicador denominado “Indicador sintético de innovación”, que elabora la Comisión Europea y en el que se tiene en cuenta no sólo factores de input como los analizados en esta tesis, sino también de output del proceso innovador, el nivel de cualificación de la población del país y otra serie de parámetros relacionados, que le permiten ser un sistema de calificación muy robusto.

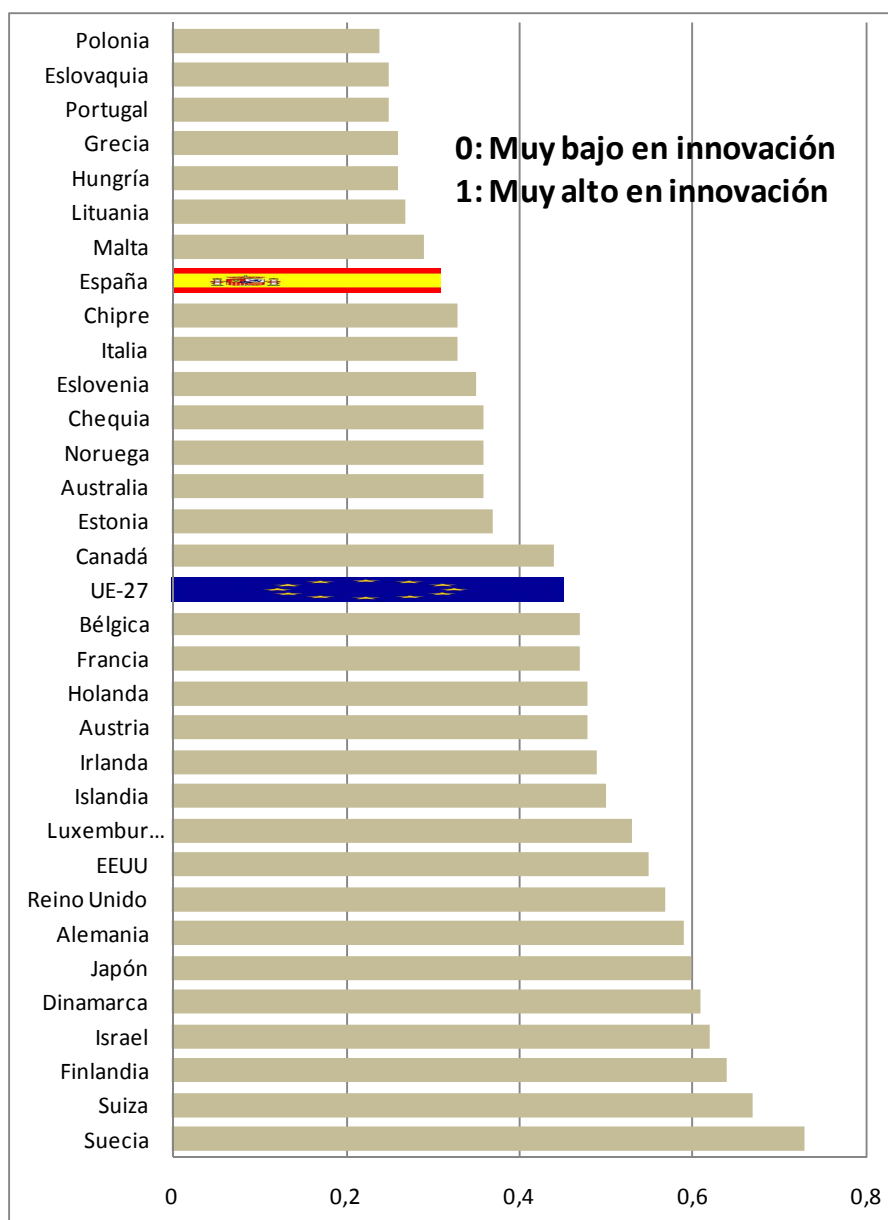


Figura 48: Índice sintético de innovación 2007 en UE-27, EEUU, Japón y otros países. Datos de Informe COTEC 2008 a partir de informe de la Unión Europea “European Innovation Scoreboard 2007”.

Por todo ello, se puede concluir que el Principado de Asturias representa un entorno no intensivo en innovación, constituyendo un entorno adecuado para la aplicación del

modelo expuesto en el capítulo 5. A continuación se mostrará la aplicación de dicho modelo al centro tecnológico de la Fundación PRODINTEC, para cada una de las dimensiones que se utilizaron para describirlo.

6.2 Dimensión Operativa de PRODINTEC: enfoque holístico

Los primeros pasos se dirigieron a la definición de la Dimensión Operativa de Fundación PRODINTEC de acuerdo con el proceso descrito en el apartado 5.2.

En primer lugar se identificaron las disciplinas o áreas temáticas a cubrir a partir del estudio del entorno industrial asturiano que se identificó como de gran multidisciplinariedad. Analizando en detalle el panorama industrial, según datos de INE de 2007, se comprueba que algo más del 22% del total del valor añadido bruto de la región depende de la industria (manufacturas y energía) que ocupa a 63.000 personas en cerca de 4.400 empresas. La distribución sectorial es muy dispersa (Figura 50 y Figura 50).

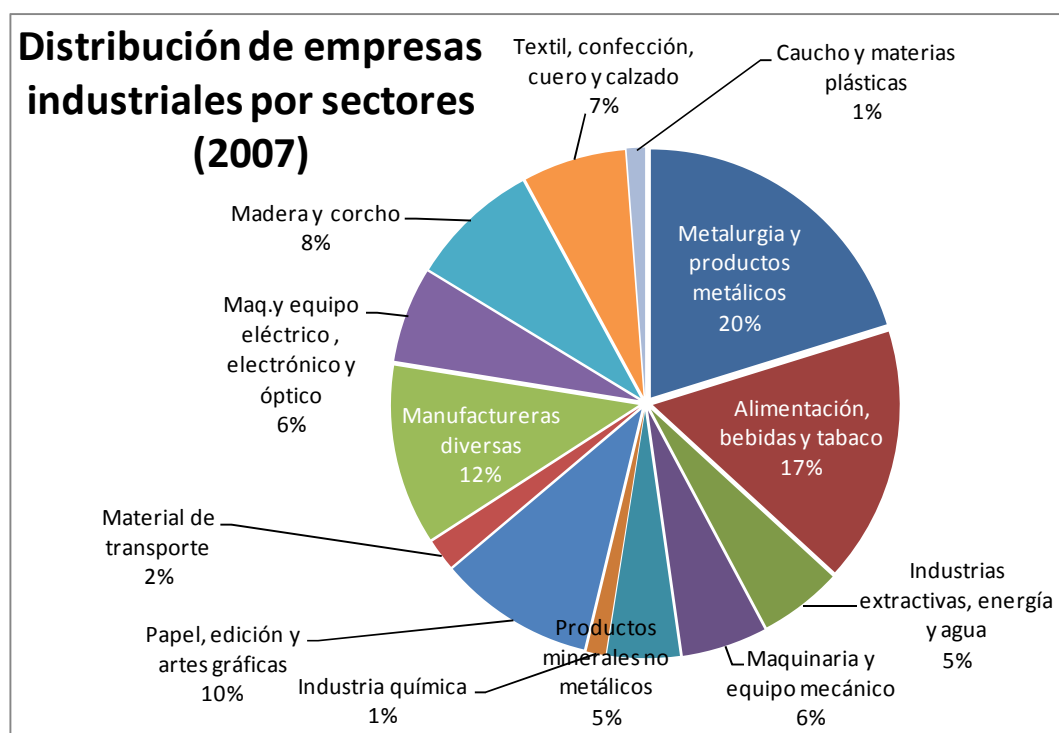


Figura 49: Descripción del panorama industrial de Asturias en función del número de empresas por sector. Datos de INE disponibles en www.idepa.es

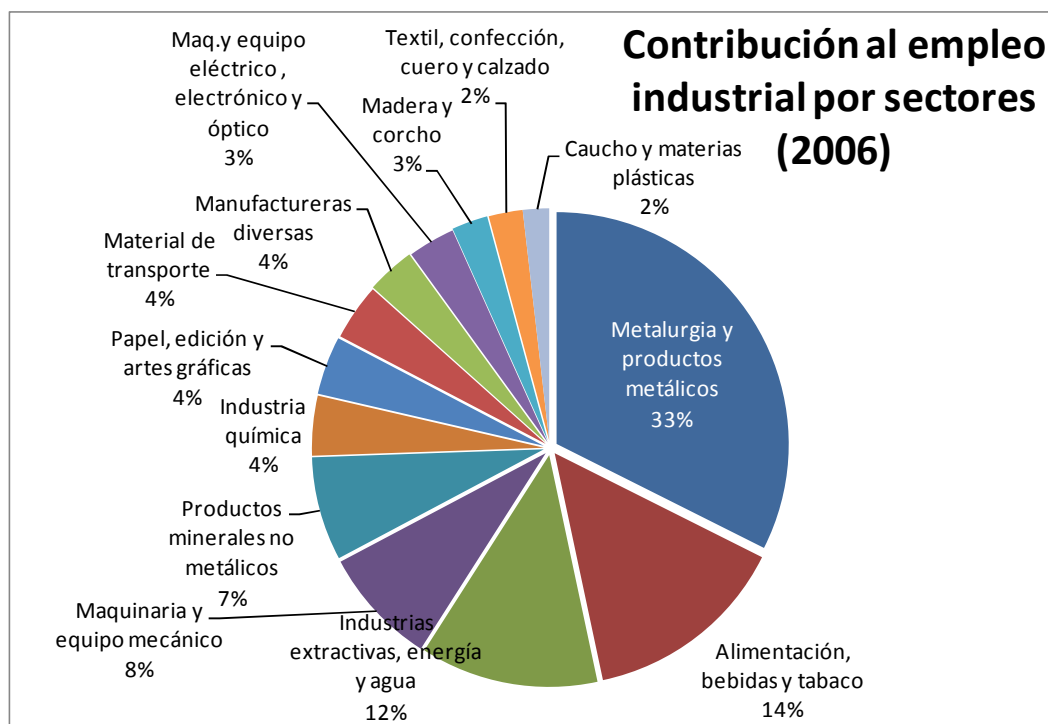


Figura 50: Descripción del panorama industrial de Asturias en función del número de empleos. Datos de INE disponibles en www.idepa.es

Este carácter multisectorial supone para el CT un panorama de gran incertidumbre que se une al carácter de ENII y que dificulta la selección de disciplinas tecnológicas que abordar. El planteamiento que se hizo buscó convertir esta amenaza en oportunidad, haciendo un **enfoque doblemente holístico** del CT, de forma que por un lado pudiese abordar la problemática de cualquier industria, independientemente del sector en que actuase, y por el otro que pudiera trabajar con ellas en varios ámbitos de su cadena de valor. Esto permitiría al CT aumentar tanto su gama de potenciales clientes, como presentarles un menú de opciones diversificado, para que la empresa seleccione aquel que en ese momento más le interesa, preocupa o apetece. De esta manera se dotaba al CT de **gran flexibilidad**.

Para conseguir una definición operativa que cumpliera este enfoque se hizo un ejercicio de abstracción, reduciendo a una empresa industrial (estereotipo del cliente potencial) a su esencia más básica: toda fábrica es su producto, su proceso y su método de gestión (información, planificación, logística,...). El CT debería especializarse en disciplinas que cubriesen de forma transversal estos tres ámbitos de la cadena de valor.

En lo relativo al producto se identificó una disciplina de aplicación transversal en múltiples sectores como es el **Diseño Industrial**. El Diseño es una fuente de innovación empresarial alternativa y complementaria a la actividad de I+D, y es de especial relevancia en sectores industriales de bajo y medio nivel tecnológico (Santamaría et

al., 2008), aunque también se le concede un papel singular en la Agenda Estratégica de Investigación de la Plataforma Tecnológica MANUFUTURE (2006), para la alta creación de valor añadido en la industria europea en general.

De acuerdo con el modelo expuesto en el apartado 5.2, una vez elegida la disciplina, se deben definir tanto los modos de trabajo como el alcance metodológico y tecnológico (Tabla 15). Es de particular relevancia **el alcance metodológico** en el Diseño Industrial ya que las innovaciones certeras de producto sólo se puede asegurar con una correcta gestión de este proceso de desarrollo, dada su complejidad (Holt, 1978) (Cormican y O'Sullivan, 2004), y poniendo atención especial en las primeras fases (Kärkkäinen, H. y Elfvengren, K., 2002) donde se deben identificar los requisitos de nuevos productos, la planificación a seguir y la coordinación entre los diferentes departamentos internos y los colaboradores externos que pueden llegar a intervenir.

En España se han publicado recientemente estudios que resaltan la importancia de sistematizar el Diseño en su aplicación empresarial y gestionarlo adecuadamente. Además a pesar de que en nuestro país existen buenos especialistas en materia de Diseño, su interlocución con la industria es escasa y los empresarios consideran que a muchos diseñadores les falta formación empresarial para entender sus problemas (COTEC, 2008). Prueba de ello es que son minoría los profesionales que se dedican exclusivamente al diseño de productos, como se aprecia en la Figura 51.

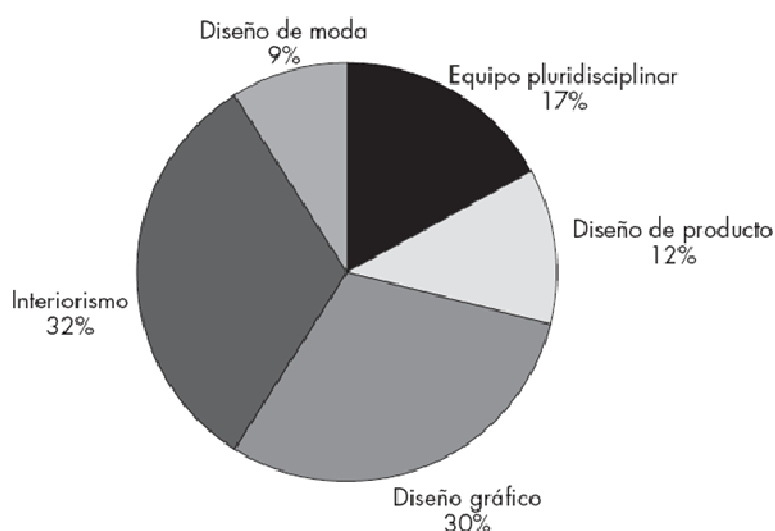


Figura 51: Importancia relativa de las distintas disciplinas de diseño en España (COTEC, 2008)

Aunque la colaboración en diseño y desarrollo de producto es una de las más habituales que las empresas buscan en los CT (Santamaría, 2001), el enfoque de PRODINTEC es novedoso por su carácter integral, ya que cubre tanto la componente de gestión del proceso y de difusión de buenas prácticas, como la ejecución de

desarrollos de nuevos productos aplicando las tecnologías de asistencia más avanzadas. El enfoque es el convertirse en “ventanilla única” de acceso al Diseño Industrial y facilitar servicio “llave en mano” a empresas cuya capacidad de absorción en este campo está poco desarrollada. De hecho dentro de lo que es el diseño de producto se han venido desarrollando muchos conceptos metodológicos como diseño para fabricación y ensamblaje (DFMA - Design for Manufacturing and Assembly), Eco-diseño, gestión de datos de productos (PDM – Product Data Management), gestión de ciclo de vida del producto (PLM - Product Lifecycle Management), etc. que son de difícil aplicación por la empresa y que requieren de una implantación tutelada por especialistas (Bordoloi y Guerrero, 2008).

En cuanto al **ámbito tecnológico**, se identificaron las principales tecnologías de asistencia disponibles como software de asistencia al dibujo (CAD) de sólidos y superficies, software de asistencia a la ingeniería (CAE) para modelar y simular comportamientos físicos, gestores de ciclo de vida de productos (PLM), tecnologías de escaneado tridimensional y software para la ingeniería inversa (RE) y el prototipado rápido (RP). Esta selección se realizó basada en estudios prospectivos de OPTI (2002) y en el análisis de la oferta complementaria disponible en la región.

La segunda disciplina que se identificó en PRODINTEC se enmarca dentro de los procesos de **Producción Industrial**. Siguiendo con el enfoque holístico dentro de la cadena de valor fabril, una vez atendido el producto para poder diferenciarse por valor añadido, se deben abordar los métodos de transformación dentro de la fábrica. Este es un campo donde también se puede conseguir un importante nivel de innovación en busca de **aumentar la productividad** (Parisi et al., 2006), es decir la eficiencia en el consumo de recursos (materias primas, horas de personal, energía, tiempo, espacio...). Aplicando el modelo descrito en el capítulo 5 correspondiente a la Dimensión Operativa, para esta segunda disciplina también es necesario definir unos **alcances metodológico y tecnológico**.

El alcance metodológico escogido persigue el desarrollo de métodos de análisis cualitativo y cuantitativo de los procesos actuales que permitan una identificación y priorización de las potenciales mejoras a acometer. La implementación de dichas mejoras puede hacerse por medio de una **reingeniería de procesos**, introduciendo cambios en la organización del trabajo, en la distribución en planta y la organización de las operaciones. Todo ello sigue dentro del alcance metodológico ya que no se requiere ninguna tecnología nueva para su aplicación. El papel de un agente exterior a la empresa, aunque no es imprescindible, sí es fundamental para que esta innovación de proceso sea exitosa. Existen referencias de este tipo de servicios en otros países como EEUU, donde los Manufacturing Extension Partnership (MEP) han jugado un papel muy destacado especialmente para las PYMEs (Whitford, 2005) (COTEC, 2007)

(Youti y Shapira, 2008), o en el Reino Unido, por medio de lo que denominan agentes del cambio (*Change Agents*) (Herron y Hicks, 2008).

El **alcance tecnológico** de la disciplina de Producción tiene dos vertientes posibles. Por un lado aquellas tecnologías facilitadoras de los cambios en la ingeniería de proceso y optimización de las operaciones, que se describieron antes, y por el otro, las tecnologías de procesamiento avanzadas que sean más eficaces y eficientes que las tradicionales. Entra las primeras, se puede citar las aplicaciones informáticas de **simulación de eventos discretos** (CAPE – *Computer Assisted Process Engineering*) para modelar procesos e incluso plantas industriales enteras, y reproducir diferentes escenarios posibles, o la incorporación de tecnologías de la información (TIC) al control de procesos y toma de datos. Entre las segundas, el rango de opciones es enorme, tan grande como distintos procesos de transformación existen (mecanizado, corte, inyección, fundición, síntesis química, tratamientos superficiales, conformados en frío y caliente, ensamblaje, soldadura, ...) y sólo resulta eficiente (al menos en un principio) cubrir algunas de ellas. La elección resulta compleja, más aún en un entorno de empresas no especializado y con gran diversidad de sectores como es este caso. PRODINTEC seleccionó, finalmente, el arranque de viruta en alta velocidad (MAV), la fabricación aditiva por capas (Rapid Manufacturing-RM), y la Microfabricación que se situaban dentro del un rango de tecnologías claves identificadas por OPTI (2002).

La tercera de las disciplinas que se identificó fue la Gestión de I+D+i. Este aspecto es especialmente importante por las características de las empresas en un ENII (Fritsch y Lukas, 2001), ya que nos va a permitir aumentar su capacidad de absorción de tecnología (Cohen y Levinthal, 1990) (Bayona et al, 2001) (Parisi et al., 2006) (Grimpe y Sofka, 2008). La necesidad de gestionar adecuadamente todo el proceso que finalmente conduce a la innovación es un tema en el que no existe discusión desde finales de siglo XX (Roberts, 1998). Sin embargo son excepcionales las empresas que disponen de un gestor de I+D+i y mucho menos de todo un departamento con esta misión. La innovación se sigue tratando mayoritariamente como un hecho puntual e incluso a veces accidental.

Las dos disciplinas descritas anteriormente, Diseño y Producción, persiguen implementar innovación de forma integral (holística) en la empresa industrial, pero si ese proceso innovador no se gestiona adecuadamente el esfuerzo puede resultar inútil o ineficiente.

La **vertiente metodológica** de esta disciplina es clara y consiste en definir un método para generar y seleccionar buenas ideas, y, a partir de ellas, configurar proyectos de I+D+i, definir recursos necesarios para su ejecución, realizar un seguimiento del avance, revisarlos si es necesario, y finalmente obtener unos resultados que explotar y proteger adecuadamente. La referencia que ha seguido PRODINTEC para articular esta

disciplina es la que AENOR publica en la serie de normas UNE 16600x donde se desarrolla el complejo modelo de Kline y Rosseberg.

Los principales retos que deben afrontarse en un ENII son los relativos a la incertidumbre y a la desconfianza natural que la empresa argumenta contra el proceso innovador y que tiene tres dimensiones: financiera, de competencias y de resultados. Diversos estudios señalan el aspecto financiero como la barrera más grande para la innovación en sectores industriales tradicionales (Bayona et al, 2001) (Silva et al., 2007), por lo que el CT debe facilitar el acceso a las empresas hacia fuentes de financiación que alivien el esfuerzo que deben afrontar, por medio de subvenciones o créditos, identificando convocatorias abiertas y colaborando en la definición de una propuestas que puedan resultar finalmente exitosas. Si no se supera esta primera barrera financiera muchas empresas no son capaces de asumir el riesgo y la incertidumbre que les supone las otras dos dimensiones que se han citado sobre qué resultados pueden obtener y si tienen o no competencias para abordarlos.

En cuanto a las competencias para la ejecución de proyectos de I+D+i, el CT no sólo actúa poniendo a disposición de las empresas su personal cualificado y su equipamiento, sino que actúa como puente con otros recursos ajenos a la empresa y al propio CT, y que pueden complementar el conocimiento disponible. Por ello, es necesario que el CT conozca bien el sistema de innovación en el que actúa y cómo articular estas colaboraciones con terceros (grupos de investigación universitarios o de OPIs, otros CT, empresas de base tecnológica o de servicios avanzados, etc.). Es de especial relevancia la colaboración a nivel internacional en materia de I+D+i, ya que es un aspecto bien desconocido por la empresa en general y donde proactivamente debe actuar el CT.

Por último, es importante la correcta valoración y explotación de los resultados obtenidos. La esencia de un ENII es que la innovación no se implementa de forma natural o es deficiente y el motivo fundamental es porque no se ha identificado realmente como una actividad de resultados positivos para la empresa en su mercado. El CT debe asegurar en la medida de lo posible la obtención de estos (suficientemente) buenos resultados, la interpretación de los mismos y facilitar a la empresa un análisis de valor añadido al negocio para que en el futuro pueda emprender nuevos proyectos de I+D+i con mayor confianza (Grimpe y Sofka, 2008). Adicionalmente se debe asesorar también en cómo proteger el capital intelectual adquirido y cómo explotar y convertir en ventaja competitiva el trabajo desarrollado.

En lo que respecta al **alcance tecnológico** en la Gestión I+D+i que fundamentalmente está basado en la aplicación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) para facilitar tanto la gestión de los proyectos (Ortega et al., 2005) como la selección de información adecuada, realizar vigilancia tecnológica o documentar los avances en

el desarrollo de un producto o mejora de un proceso, entre otras tareas (Adamides y Karacapilidis, 2006).

Con el paso del tiempo, al mejorar la interlocución con el sector empresarial, se han ido enriqueciendo la oferta operacional inicialmente planteada por PRODINTEC y se han ido incorporando nuevas opciones tanto metodológicas como tecnológicas, como se puede ver en la Tabla 15.

Disciplinas	Modos	Alcance	
	Reac/Proac	Metodológico	Tecnológico
Diseño	Servicios	Audit proceso diseño	CAD, CAE, RP, RE, PLM
	Proyectos	Dirección para desarrollo de producto/embalaje, DFMA	Diseño producto / embalaje Ingeniería producto
	Proactivos	Investigación en técnicas de diseño: PREDICA, DFMA, DALL, Eco, Ergonomía	Propuestas de formación a Universidad/Asoc.empresariales
Producción	Servicios	Auditoría GAP	CAM, RM, Robótica Micropiezas Primeras series, Diseño utillaje
	Proyectos	Implantación LEAN Diseminación técnicas alta calidad/productividad	Simulación CAPE Mecatrónica , Automatización
	Proactivos	Difusión APS	Inspector 3D, post-proceso RM
Gestión I+D+i	Servicios	Asistencia IPR Audit sistema UNE166002 Agente innovación Acceso a financiación Vigilancia Tecnológica	Asistencia PLM/ERP Acceso a bases de datos de "Business Intelligence"
	Proyectos	Dirección proyecto I+D+i	Implantar IDINET , PLM, ERP
	Proactivos	Propuestas como OI Internacionalización	IDINET-consorcios

Tabla 15: Definición de la Dimensión Operativa de PRODINTEC, señalando la oferta original (en negro), de la final en 2008 (en azul)

6.3 Dimensión Financiera de PRODINTEC: diversificación y equilibrio

Como se ha explicado anteriormente, el Gobierno del Principado de Asturias fue el promotor inicial de un CT de Diseño y Producción Industrial que se había identificado como necesario para el desarrollo empresarial y económico de la autonomía en un estudio previo denominado RITTS-Asturias (Estrategia Regional de Innovación y Transferencia de Tecnología). El compromiso con esta iniciativa se manifestó en una dotación presupuestaria tanto para la construcción de un edificio que alojase dicho CT, como para un equipamiento inicial y una contribución a gastos de explotación, condicionado a la solidaria participación del mundo empresarial. Esta cooperación público-privada se certificó mediante la constitución en 2004 de una fundación privada sin ánimo de lucro, en la que todas las empresas aportaron alícuotamente fondos para el capital social y un fondo de maniobra inicial. La Universidad de Oviedo, como máximo exponente de la comunidad académico/científica, fue invitada a unirse a la fundación desde el principio como un patrono más, pero sin la obligación de contribuir financieramente, lo que consumó un año después, en 2005.

Se redactaron unos estatutos que constituyen la base fundamental de la misión y los principios de funcionamiento de la fundación, en la que se reconoce una mayoría de poder en los órganos de gobierno para el colectivo empresarial, siendo limitada la intervención pública al 30% del total, y eligiendo cargos representativos de Presidente y Vicepresidente entre los patronos empresariales.

Se materializó de esta manera la promoción híbrida y la componente altruista característica de los CT.

Con las aportaciones iniciales de las empresas y del Gobierno Regional se dispuso de financiación basal para el arranque de la actividad y se definió una estrategia de búsqueda de equilibrio entre diferentes fuentes de ingresos que permitiera una autofinanciación creciente.

Las fuentes identificadas fueron las siguientes:

- Ingresos públicos:
 - Contrato-programa con Gobierno de Principado de Asturias: fondos no competitivos de asignación directa como subsidios para gastos de explotación e inversión en equipamiento.
 - Programas de concurrencia competitiva para acceder a subvenciones regionales, nacionales o internacionales para:
 - Proyectos propios de I+D (Programa Marco de la UE, Programa PROFIT, Plan Nacional y Parques Tecnológicos nacionales, el Plan de

- Ciencia y Tecnología regional, entre otros) con gastos de explotación y de inversión en equipamiento
 - Contratación de personal para actividades de I+D (fundamentalmente programas Ramón y Cajal y Torres Quevedo a nivel nacional)
 - Organismo Intermedio para la difusión tecnológica y la promoción de la innovación empresarial (programas INNOVA e INNOEMPRESA fundamentalmente, tanto a nivel regional como nacional, y también el programa INTERREG a nivel europeo)
 - Contratos para prestación de servicios a entidades públicas
- Ingresos privados:
 - Cuotas patronales y donaciones
 - Contratos:
 - Proyectos de I+D+i en empresas
 - Servicios tecnológicos y formación
 - Transferencias de tecnologías y licenciamiento de productos desarrollados
 - Otros (financieros, ...)

El planteamiento de obtención de ingresos fue el de ir progresivamente reduciendo el peso de la aportación no competitiva, es decir, la del contrato-programa con la Administración Autonómica, a favor de aumentar tanto ingresos privados como los públicos de naturaleza competitiva. Estos ingresos competitivos se debían obtener por la explotación de la Dimensión Operativa previamente definida, y en función de la reputación que el incipiente CT pudiera hacer valer ante los potenciales clientes. La capacidad para generar autofinanciación fue creciendo hasta llegar a ser mayoritaria ya en 2007 y 2008 (zona no azul en la Figura 52).

Superado el primer objetivo de tener unas fuentes de ingresos diversificadas y alcanzar un alto grado de autofinanciación (>50%), PRODINTEC se ha orientado a cumplir los requisitos del nuevo RD2093/2008, por lo que en los próximos años deberá seguir la misma tendencia de incremento de la parte competitiva de sus ingresos, de forma que antes de 2011 el peso de los subsidios no competitivos sea inferior al 30% del total de ingresos.

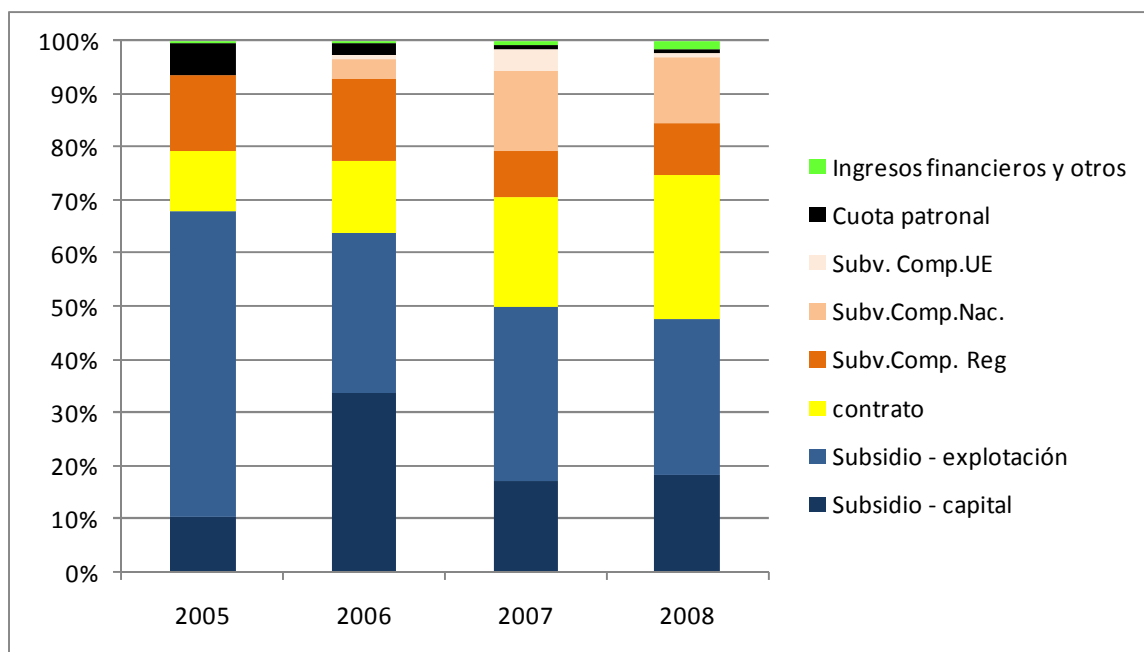


Figura 52: Evolución en la contribución de cada tipo de ingreso en Fundación PRODINTEC en periodo 2005-2008.

6.4 Dimensión Relacional de PRODINTEC: MTT

PRODINTEC ha creado una Dimensión Relacional dirigida a la interlocución con un amplio espectro de agentes, y marcada por la proactividad en la búsqueda de oportunidades de colaboración. La componente regional de esta dimensión ha sido prioritaria, pero desde el principio se ha atendido también los ámbitos nacional e internacional, que han ido tomando mayor trascendencia con el paso del tiempo.

Durante los primeros años, la responsabilidad relacional descansó de forma distribuida tanto en la Dirección General, como en los directores operativos (coordinadores) de los diversos departamentos funcionales (áreas), y no se realizó de forma procedimentalizada y sistemática. Este esquema se correspondía con una mayor preocupación por la consolidación de una reputación tecnológica y ejecutiva, de las que, lógicamente, se carecía al inicio de las actividades, y que como ya se ha comentado, es fundamental para la exitosa función relacional del CT.

No obstante, esta falta de estructura en la Dimensión Relacional sólo se mantuvo durante los primeros años, pues resultaba limitante centrarse en un círculo reducido de agentes, con proximidad geográfica y sectorial, ya que se atendía básicamente a los contactos establecidos por la Dimensión Operativa, es decir a los clientes que se iban captando casi de forma natural.

Conscientes del peligro que esto podía suponer para el crecimiento y el nivel de impacto del CT, a partir del año 2007 se constituyó un equipo específico para canalizar

todo el esfuerzo relacional de forma coordinada que se denominó Departamento de Marketing y Transferencia de Tecnología (MTT). La misión de este grupo debía ser dotar de “amplitud de miras” al centro tecnológico, explorando nuevos ámbitos geográficos y sectoriales, donde encontrar más clientes y colaboradores.

Adicionalmente, el MTT debía coordinar toda la labor de difusión y comunicación dentro del sistema de innovación regional, nacional e internacional con el objetivo tanto de facilitar el crecimiento de las actividades operativas, como de incrementar el impacto social. En particular se concentró en este grupo todo el esfuerzo de participación del CT en programas de I+D internacionales como el Programa Marco de la Unión Europea, fundamentalmente, y de forma accesoria, otros programas como INTERREG, EUROSTARS, FONCICYT. La participación en estos programas respondía tanto al interés de encontrar nuevas oportunidades de mercado para el I+D como de la identificación de campos tecnológicos de vanguardia donde actuar. Los resultados en estos ámbitos han sido destacables, especialmente en el número de nuevos clientes, como se muestra en la Figura 53 y en la Figura 54.

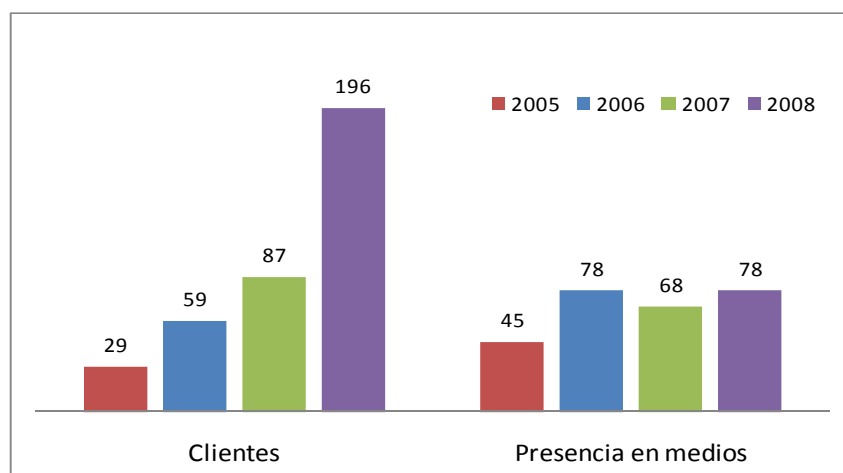


Figura 53: Evolución de número de clientes y de la presencia en medios de comunicación (nº de noticias publicadas en prensa) de PRODINTEC en cada año en el periodo 2005-2008.

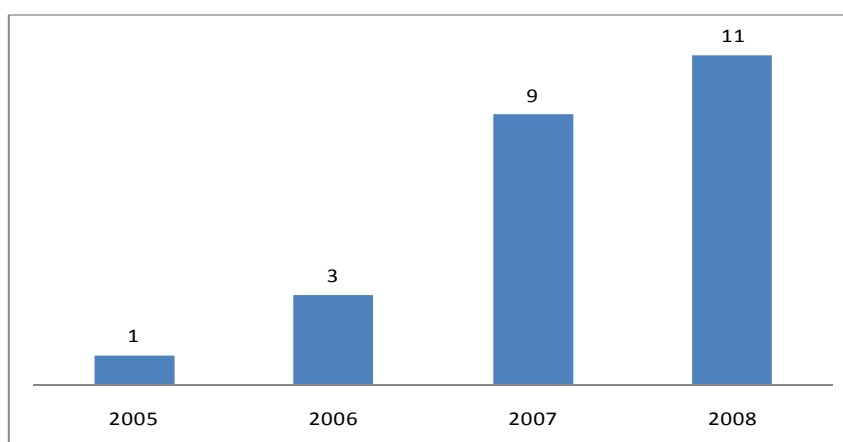


Figura 54: Evolución de la participación de PRODINTEC en propuestas de consorcios al Programa Marco de la Unión Europea en periodo 2005-2008

Con el paso del tiempo y el creciente desarrollo de actividades (proyectos y servicios) la reputación de PRODINTEC se ha ido consolidando y ha permitido que su Dimensión Relacional adquiera una relevancia cada vez mayor. Dicha consolidación de la reputación en sus diversas dimensiones se ha materializado de las siguientes formas:

- Reputación Ejecutiva: satisfacción clientes evaluada tras la prestación de un servicio o el cierre de un proyecto (Figura 55), así como la desviación presupuestaria o de plazos

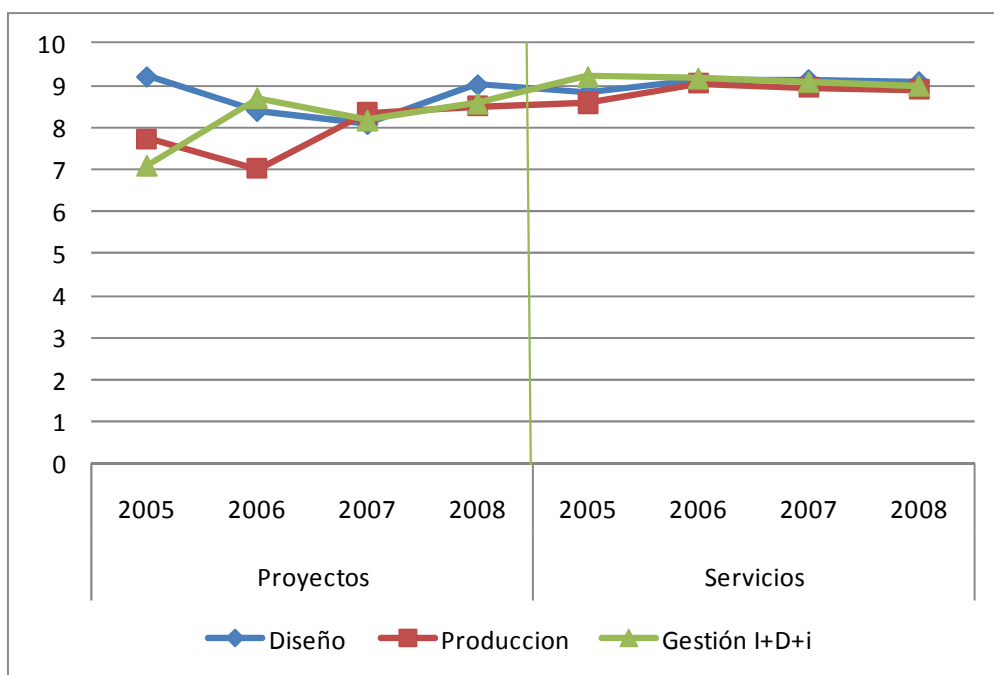


Figura 55: Evolución de satisfacción de clientes de la Fundación PRODINTEC, tanto en proyectos como en servicios, en el periodo 2005-2008

- Reputación Financiera: nivel creciente de autofinanciación (Figura 52) y transparencia a nivel contable por medio de auditorías y de la publicación de las memorias anuales.
- Reputación Tecnológica: port-folio creciente de tecnologías disponibles, ponencias en foros y jornadas nacionales e internacionales, acuerdos de colaboración con empresas OEM, participación en programas internacionales de I+D y plataformas tecnológicas europeas.
- En lo que se refiere a la difusión de la actividad de PRODINTEC, se han empleado tanto los medios de comunicación públicos, fundamentalmente la prensa escrita, y no tanto la publicación científica. También se ha hecho difusión empleando medios propios. Entre estos últimos, aparte de los sistemas convencionales como exposición en ferias y exhibiciones, ponencias en congresos y seminarios, o la edición de una memoria anual de cada ejercicio, se han empleado plataformas web, como un portal corporativo,

www.prodintec.com, y, ya en 2008, un blog o bitácora, “INNOV-ACCION”, para comunicar de forma más continua novedades, eventos, e incluso opiniones sobre temas de actualidad que afectan al CT, incorporándose a la nueva internet de las cosas, también denominado “Tercer entorno”.

Para finalizar, dentro de la Dimensión Relacional de PRODINTEC, es necesario destacar el impacto de una iniciativa muy singular e innovadora denominada Manuf@cturias. Se trata de una agrupación de empresas y entidades, lideradas por PRODINTEC y con el objetivo de trabajar conjuntamente para alcanzar unas metas de interés común, en el ámbito del desarrollo tecnológico industrial y con un enfoque europeo. Como se explicará seguidamente, este es ejemplo claro de la relación multiagente, de carácter altruista y que ha sido capaz de tener un impacto regional, nacional e internacional a la vez.

El origen de esta iniciativa se produjo en el año 2006, tras la asistencia de PRODINTEC a la conferencia anual de la Plataforma Tecnológica Europea MANUFUTURE, en un intento por iniciar su propio camino de relaciones en un ámbito internacional. En este foro se presentó una Agenda Estratégica de Investigación (SRA) en la que se recogían las claves del desarrollo competitivo industrial en Europa y se instaba a su diseminación por todo el continente. Con ese mandato, PRODINTEC contactó con el Gobierno Regional para pulsar conjuntamente el interés de la industria asturiana en este documento y promover una serie de actuaciones para su difusión. La receptividad del mundo empresarial fue muy grande y se acordó iniciar un calendario de jornadas de trabajo en común (Figura 56), con una cadencia mensual, y que ya no se ha detenido y ha generado más de 100 proyectos innovadores.



Figura 56: Jornada de trabajo de la plataforma Manuf@cturias en la Fundación PRODINTEC

Lo que inicialmente se plantaba como un esquema de relación indirecta, en que PRODINTEC servía de puente entre Europa y la industria regional, acabó convirtiéndose en algo mucho más grande con beneficios múltiples para todos los participantes:

- Para PRODINTEC:
 - Incrementar su relación directa con muchas empresas, que hasta ese momento no tenían conocimiento de sus actividades, y que valoraron muy positivamente su rol de liderazgo en esta iniciativa
 - Convertirse en una referencia en Asturias para la implementación de la política de “clusters empresariales” del Gobierno Regional
 - Constituir una agrupación de interés económico que ha sido certificada a nivel estatal por MITYC como Agrupación Empresarial Innovadora (AEI)
 - Aumentar su visibilidad europea por el amplio respaldo empresarial a esta iniciativa, y el reconocimiento de propia Comisión Europea como buena práctica de plataforma regional
- Para la industria:
 - Comparte experiencias, identifica buenas prácticas y entra en contacto con industrias de otros sectores con los que escasa relación mantiene en su operativa cotidiana
 - Identifica oportunidades nuevas para innovar al descubrir tecnologías novedosas y potenciales colaboradores
 - Adquiere conocimiento sobre la SRA y se le facilita un análisis para su posible asimilación total o parcial
 - Incrementa sus oportunidades de financiar su actividad de I+D+i, incluso por medio de propuestas al Programa Marco de la UE
 - Alcanza una masa crítica, por su unión a este colectivo, con capacidad de influencia a nivel de políticas regionales, e incluso de definición de convocatorias de ayudas europeas
- Para el Gobierno Regional:
 - Obtiene información para alinear su política con la nacional y europea, si lo considera adecuado
 - Participa en un foro donde encuentra ideas para poder alinear su política con las demandas industriales

En Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18 se recogen las principales relaciones contractuales, colaborativas y de cercanía establecidas por PRODINTEC con diversos agentes, y clasificadas por su carácter directo / indirecto en los ámbitos regional, nacional e internacional, siguiendo el modelo descrito en el capítulo anterior.

Agente	Relación	Contractual	Colaboración	Cercanía
Gobierno Principado Asturias y ayuntamientos	Directa	Contrato-programa con Gobierno Regional	Viceconsejería Ciencia y Tecnología – Definir PCTI	3 Patronos y rol de promotor del CT
		3 Servicios para IDEPA	Presencia en FIDMA	
		6 Resoluciones FICYT		
		3 Trabajos Ay. Gijón		
	Indirecta	16 Proyectos PCCP, Innoempresa e Innova	Manuf@cturias	Patroc. premio CEEI
			MOTIVA	Patrocinio Master Comerc. Tecnólogos
			Atención visitas oficiales	Jurado Premios Fin Carrera Ayto. Gijón
Empresas asturianas	Directa	160 Clientes privados	2 Proy. estratégicos	12 Patronos
		300 Proveedores	Manuf@cturias	4 Spin-off/UTE: Futuver, Protecma, O2E y Metria
	Indirecta	Proyectos FADE, FEMETAL, Saviastur, Cámaras Comercio	Acuerdos con FADE, FEMETAL, Saviastur, Cámaras Comercio	Club Calidad y Club Innovación
				Tráfico personal: 5/1
	Universidad Oviedo	Directa	Subcontratación tareas en proyectos	Jornadas divulgación
Cliente: 20 pedidos			CEMLab	Patrocinio INVENTAS
MGDI y cursos verano				
Indirecta		Acceso a I+D con empresa	Becas Fundación Universidad Oviedo	Tráfico personal: 2/0

Tabla 16: Dimensión Relacional regional de PRODINTEC

Agente	Relación	Contractual	Colaboración	Cercanía
MITYC	Directa	5 PROFIT	-	-
	Indirecta	4 Proyectos PCCP supra	-	-
MICINN y antiguo MEC	Directa	Programa CREA	-	-
		Contrato CDTI Bonos		
		5 Torres Quevedo		
		2 Ramón y Cajal		
	Indirecta	5 proyectos empresa	-	-
Empresas nacionales	Directa	43 Clientes privados	-	Convenio con AENOR
		240 Proveedores		
	Indirecta	INNOCAMARAS	INNOCAMARAS	ASERM y AECOC Tráfico personal: 6/0
Universidad y CTs nacionales	Directa	4 clientes universitarios	5 Jornadas divulgación	RICAI
		30 clientes CT		FEDIT
	Indirecta	-	MANUFUTURE-E	Tráfico personal: 1/0

Tabla 17: Dimensión Relacional nacional de PRODINTEC

Agente	Relación	Contractual	Colaboración	Cercanía
CE	Directa	FP6, FP7	MANUFUTURE, RM Platform y MINAM	-
		2 Interreg		
	Indirecta	Tractor empresas al FP	Manuf@cturias	-
Empresas extranjeras	Directa	13 Clientes privados	-	Acuerdo Materialise y EOS
		67 Proveedores		
	Indirecta	-	-	-
Universidad y CTs extranjeros	Directa	4 clientes universitarios	10 Jornadas divulgación/congresos	EARTO
		3 clientes CT	Convenio Univ. Bogotá	
	Indirecta	-	Becas Univ. Flandes	Tráfico personal: 1/0

Tabla 18: Dimensión Relacional internacional de PRODINTEC

6.5 Dimensión Organizacional de PRODINTEC: IDINET

La **misión** para la que se constituyó PRODINTEC es la siguiente: “Potenciar la competitividad de las empresas industriales asturianas aplicando avances tecnológicos tanto a sus productos como a sus procesos de fabricación y gestión”.

Para cumplir con esta misión se articuló un **Plan Estratégico** elaborado por la Dirección y aprobado por Patronato, primero para el periodo 2004-2007, y posteriormente para 2008-2010. Dicho plan se ha desplegado cada año en un **Plan de Actuación** donde se han definido objetivos corporativos, presupuestos y necesidades de recursos humanos y materiales (Figura 58).

Para conseguir la eficacia operacional, se definió, en primer lugar, un **organigrama de tipo matricial** (Figura 57), en el que el personal atiende a dos estructuras diferentes: jerárquica (funcional) y de actividades (operativa).

La estructura jerárquica es de carácter más permanente, estableciendo un nivel de Dirección General del CT y otro de Coordinación por Áreas de Conocimiento, que a su vez pueden estar subdivididas en grupos de disciplinas más específicas. Estas áreas y grupos aglutinan a personal técnico que cubre las competencias y conocimientos en las que el CT ha establecido su Dimensión Operativa (Diseño Industrial, Producción y Gestión I+D+i). Para la prestación de servicios, la estructura jerárquica no se aplica, y la organización del personal se hace por medio de equipos de proyecto multidisciplinarios, combinando técnicos de cada una de las áreas, según lo requiera el trabajo en concreto a realizar. Esta estructura por equipos es efímera, pues al finalizar el trabajo desaparece, y la máxima responsabilidad recae sobre el Jefe de Proyecto o de Servicio, que es una figura rotativa. Adicionalmente se ha configurado un área de Administración, Finanzas y RRHH, que actúa como soporte a nivel de todo el CT.

De esta forma se ha conseguido un organigrama muy plano, con poca estratificación jerárquica, que **facilita la comunicación** y el disponer de la visión del cliente en cada trabajo por parte de todo el personal involucrado, permitiendo así una toma de decisiones distribuida en cada uno de los niveles (CT, Área, Proyecto/Servicio) por las personas que más información tienen en cada caso. Esta organización de tipo matricial, orientado simultáneamente a procesos y funciones, confiere a PRODINTEC una **gran flexibilidad** para adaptarse a las circunstancias cambiantes del entorno, tanto si es necesario incorporar nuevas disciplinas (estructura funcional), como atender a la dinámica de los proyectos y servicios (estructura operativa).

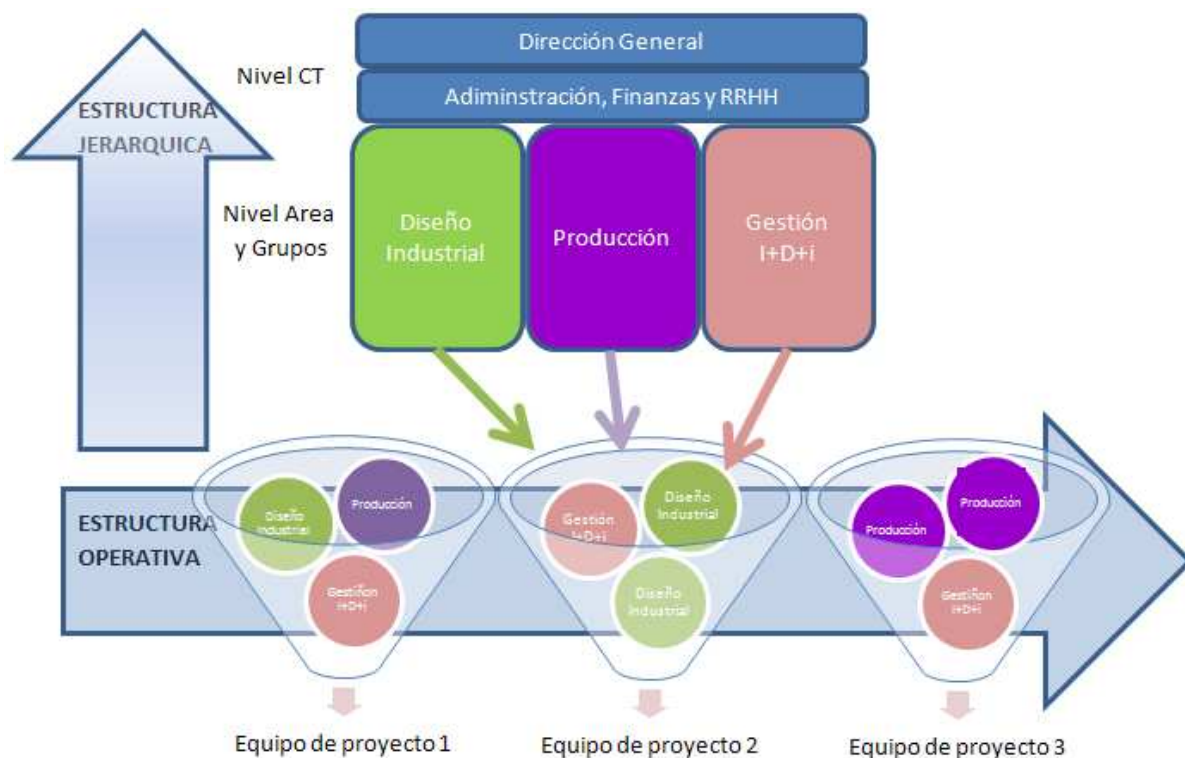


Figura 57: Esquema de organigrama matricial con estructura jerárquica (funcional) y estructura operativa por equipos de trabajo (proyectos o servicios)

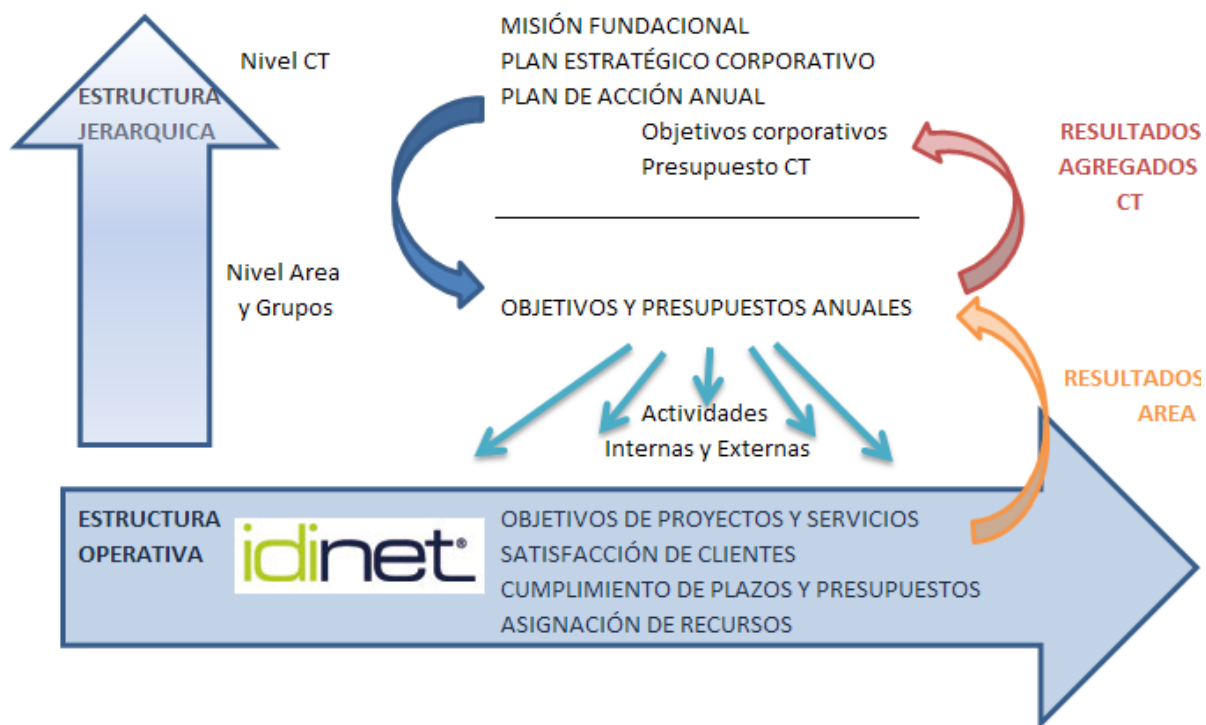


Figura 58: Esquema del encaje de la Dimensión Organizacional de PRODINTEC dentro de su organigrama matricial.

Para asegurar la correcta gestión del resto de aspectos que configuran la eficacia operativa (actividades, documentación, comunicación y control de resultados) y la eficiencia en el consumo de recursos, se ha creado un entorno de trabajo común para todo el personal de PRODINTEC, soportado por una aplicación TIC, que se ha denominado IDINET. Se configuró a modo de INTRANET corporativa de tal manera que permitiera una comunicación continua de todo el personal, independientemente del área al que estén adscritos, y una integración completa de las actividades del CT y de los equipos de trabajo activos en cada momento. IDINET funciona como un portal único de acceso a toda la información operativa de PRODINTEC, así como lugar de registro del avance de los trabajos, asignación de recursos y, en definitiva asegura el control de resultados y coste de cada trabajo, así como de forma agregada.

Los elementos fundamentales sobre los que se ha construido IDINET son los siguientes:

- Inventario y distribución del trabajo: proyectos y servicios, clasificados en función de su ciclo de vida (propuesta, abierto, cerrado) son inventariados con todos sus atributos (cliente, tipo de trabajo, plazos,...) y se asignan a un equipo responsable, a las órdenes de un jefe, con una planificación y presupuestos a cumplir
- Inventario y distribución de conocimiento: se tienen relacionadas todas las disciplinas en que PRODINTEC tiene competencia, detallando el nivel de cada una de las personas en plantilla, así como el conocimiento que puede residir en otras entidades externas, posibles colaboradores
- Archivo documental: todos los documentos que se generan en el desarrollo del trabajo o que son necesarios a nivel CT (procedimientos o manual de calidad, política corporativa...) son accesibles en su último estado de vida, y su evolución en distintas revisiones es trazable
- Comunicación interdepartamental: por medio de una estructura de procesos (*workflows*) se establecen secuencias de operaciones críticas en las que la información debe circular sin errores entre distintos departamentos o equipos, controlando las fechas de cada transacción; los procesos implementados son los siguientes:
 - Lanzamiento de nuevos proyectos y servicios, bien por necesidades de un cliente, bien por iniciativa propia
 - Cierre de proyectos y servicios abiertos y facturaciones asociadas
 - Compras y adquisición de materiales y equipos
 - Incorporación de nuevo personal
 - Ausencias de personal por viajes, bajas, vacaciones
 - Sistema de alertas de vigilancia tecnológica, análisis interno-externo
 - Corrección de errores y dinámica de mejora continua
 - Solicitud y gestión de patentes, modelos y marcas

- Calendario y uso compartido de recursos comunes
- Cuadro de mando integral, en el que se han definido una serie de indicadores que permiten monitorizar en tiempo real el funcionamiento de PRODINTEC a nivel agregado o bien a nivel de detalle en cada unidad de trabajo.

Todo el acceso a esta información, a través de la red informática con estructura cliente-servidor, está censurada por una política de permisos que salvaguarden la confidencialidad de cada trabajo y los compromisos que establezca cada cliente.

Además de todo ello, IDINET asegura el cumplimiento de requisitos de dos estándares de gestión que se identificaron como necesarios: **ISO9001 y UNE166002**. La norma ISO9001 se tomó de referencia para definir procedimientos que asegurasen un adecuado nivel de gestión global de calidad en la organización. Además, permitió disponer de una certificación que resulta imprescindible para la prestación de servicios al entorno empresarial industrial. La obtención de esta certificación se considera un mínimo a alcanzar dentro de la Reputación Ejecutiva del CT. La norma UNE166002 es específica de la actividad de I+D+i, y se consideró oportuno su aplicación para conferir a todo el sistema las características propias de la Gestión de la Innovación, que debe ser la base de todo la Dimensión Organizacional del CT como se explicó en apartado 4.4. PRODINTEC optó por **integrar en un sólo sistema** de gestión los requisitos de ambas normas, buscando su complementariedad. Herramientas específicas de la Gestión de Innovación como la Vigilancia Tecnológica, la Creatividad, o el Análisis interno-externo se integraron así en una estructura más convencional de enfoque al cliente, organización por procesos y mejora continua. Esta integración de sistemas y normas, además de enriquecer la gestión, la hacen más eficiente ya que supone importante ahorro de costes de trámites, mantenimiento, formación y, finalmente, de funcionamiento general (Heras et al., 2006).

En lo que respecta a la **Dirección de Proyectos**, es, como se ha adelantado en el capítulo 5, una de las labores más críticas, ya que supone la gestión de la mayor cantidad de trabajo que destina el personal de PRODINTEC (más del 90% del total, como se detalla en Tabla 19). La gestión por proyectos se integra de forma natural sobre una estructura matricial, cuyas características se han comentado previamente. La responsabilidad de dirección está ampliamente delegada, ya que recae sobre el **Jefe de Proyecto** que se asigne en cada caso. Para los proyectos internos, cuyos objetivos son el desarrollo de áreas corporativas, alineadas con los planes de actuación anual, la responsabilidad suele caer sobre coordinadores de área o de grupo. En los proyectos externos, aquellos en los que hay un cliente o un organismo promotor, la responsabilidad puede recaer en cualquier técnico suficientemente cualificado.

Por ello, ante esta disparidad de posibles directores de proyectos, es fundamental disponer de procedimientos claramente estructurados y un marco de actuación

general, que permita **homogeneizar los mecanismos de dirección** de proyectos. Todo esto se consigue por medio de IDINET, donde se establece el protocolo a seguir en el ciclo de vida del proyecto. Este protocolo es suficientemente flexible, para que se pueda adaptar a las muy variables condiciones de cada proyecto, pero se basa en unos pilares fundamentales que sí son comunes en todos los casos:

- Proceso de lanzamiento: obliga a seguir una secuencia de operaciones, análisis y autorizaciones imprescindibles para asegurar que no se trabaja en ningún proyecto que no haya sido debidamente definido por el cliente o promotor y revisado por la Dirección
- Ficha de atributos del proyecto : de forma unificada se caracterizan los proyecto para poder clasificarlos y analizarlos mediante minería de datos
- Objetivos: forma parte de la ficha de atributos, y suponen un aspecto crítico de cada proyecto pues define exactamente qué se quiere conseguir; su clara y acertada definición es clave para enfocar el trabajo y para posteriormente evaluar resultados y poner fin al proyecto; ya que de otra manera sería muy difícil alcanzar la eficacia requerida.
- Planificación activa: alineado con los objetivos debe configurarse un listado de tareas, agrupadas en hitos, que permitan alcanzarlos dentro de unos plazos previstos; en dichas tareas se asignará personal y recursos materiales diversos, que constituirán el presupuesto general; IDINET permite monitorear el avance real de los trabajos, compararlo con la planificación y revisarla si hay una desviación importante; este aspecto es clave para la eficiencia.
- Archivo de documentación: toda la documentación generada y los datos de partida se deben registrar de forma ordenada, controlando sus revisiones y permisos de acceso, y asegurando su disponibilidad de forma rápida y segura, evitando errores y pérdidas de tiempo.
- Evaluación de resultados y proceso de cierre: en el transcurso del proyecto y al final del mismo, se evaluará el cumplimiento de objetivos, el consumo de recursos y el ajuste a plazos, de tal manera que se podrá evaluar el trabajo y ponerle fin de forma consensuada con cliente y con Dirección.

Como paso previo a todo proyecto se debe realizar una evaluación previa que estudie si el **valor esperado** justifica la inversión de recursos en su desarrollo, y se debe calcular en base al cumplimiento de objetivos definidos. Cada objetivo de cada proyecto debe servir a un valor esperado. El valor esperado agregado debe perseguir un avance en términos de competitividad para el cliente. Al final del proyecto debe calcularse el **valor real alcanzado** y compararlo frente al previsto. Una valoración positiva del cliente en este aspecto es clave para la Reputación Ejecutiva de PRODINTEC y para fidelizar a la empresa en la actividad de I+D+i, que es el fin último de la misión como CT.

Datos de PRODINTEC	2005	2006	2007	2008
Horas en proyectos internos	16.802	20.321	25.061	30.289
Horas en proyectos externos	7.706	15.152	20.250	28.523
Peso de proyectos en la dedicación de horas anual	93,7%	90,7%	90,9%	90,0%

Tabla 19: Horas dedicadas a proyectos por el personal de PRODINTEC y peso sobre el total de horas disponibles en el periodo 2005-2008.

Por último, en lo que se refiere a la política de RRHH, PRODINTEC se ha basado en los siguientes pilares:

- Proceso de selección y contratación muy ordenado y transparente, cubriendo varias fases: definición de perfil de puesto, publicación de plaza, selección curricular y pruebas de conocimiento a los candidatos y entrevista final por parte de miembros del equipo de PRODINTEC asesorados por patronos.
- Procesos de comunicación interna: una vez incorporado, el personal disfruta de muchos canales de comunicación formales (IDINET) o informales, donde está permanentemente informado de la actividad y evolución de PRODINTEC
- Control de la motivación: semestralmente se mide el nivel de motivación general del personal y al finalizar cada trabajo se comprueba también el grado de satisfacción en el trabajo, con lo que se dispone de información precisa para tomar medidas en caso de que se aprecien desviaciones
- Proceso de evaluación de desempeño: anualmente los coordinadores evalúan el trabajo de los técnicos de su área, de acuerdo con los procedimientos, y emiten una evaluación sobre los aspectos positivos y los que se deben corregir en aras de la mejora continua y el desarrollo profesional.
- Sistema de desarrollo profesional dual: en función de la evaluación anterior, cada persona puede medrar siguiendo una escala dual, que dé oportunidades al progreso tanto en una escala jerárquica, siempre limitada por la disponibilidad de plazas, que tiende a ser escasa en un organigrama muy horizontal, como en una escala operativa, que a su vez puede optar a una especialización científica o de dirección de proyectos (Figura 59).

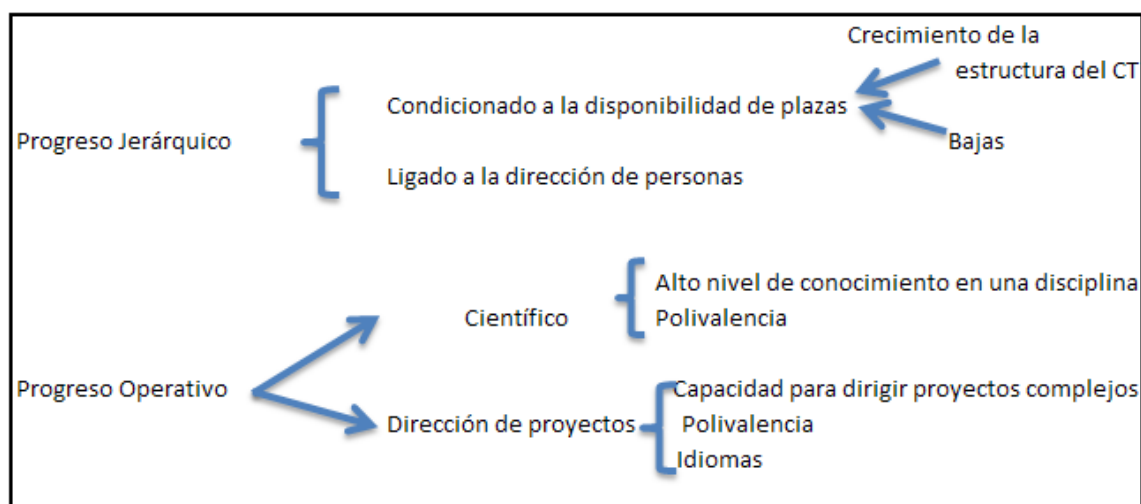


Figura 59: Esquema sinóptico de la escala dual de progreso profesional para el personal en PRODINTEC

6.6 Discusión de validación del modelo

Una vez desarrollado el modelo teórico e implantado en la Fundación PRODINTEC, se procedió a evaluar su desempeño, por medio de los diversos métodos establecidos en capítulo 4. En los apartados siguientes se han recogido los datos y se han analizado los resultados para poder llegar a conclusiones sobre la validez del modelo.

6.6.1 Análisis comparado con la evolución del CT promedio en España

En las siguientes tablas se muestran los valores históricos del desempeño de la Fundación PRODINTEC:

Datos de PRODINTEC	2005	2006	2007	2008
Empleados (equivalente dedicación plena)	13,8	23	29,1	37,4
% doctores entre los empleados	9%	9%	11%	16%
Gasto por empleado	1.056.947	2.108.804	2.761.042	3.095.182
	76.590	91.687	94.881	82.759
Ingreso anual con contraprestaciones	408.900	1.122.435	1.494.912	1.974.127
% ingreso I+D	69,1%	82,9%	88,2%	83,9%
%ingreso servicios	9,4%	10,2%	8,8%	13,3%
%ingresos formación	2,4%	0,2%	1,7%	1,7%
% ingresos otras actividades	19,1%	6,7%	1,3%	1,1%
Ingreso anual TOTAL	1.289.319	2.451.492	3.071.269	3.690.769
% ingresos por contratos	12%	16%	20%	28%
% ingresos por subsidio no competitivo	Explotación	740.783	1.000.000	1.050.000
	Capital	133.983	316.461	495.692
	TOTAL	68%	54%	50%
% ingresos públicos competitivos autonómicos	14%	20%	8%	10%
% ingresos públicos competitivos nacionales	0%	5%	15%	12%
% ingresos públicos competitivos internacional	0%	1%	5%	2%
Empresas clientes por año	29	59	87	196
Patentes registradas por año	0	1	0	2
Empresas de base tecnológica por año	0	1	0	1

Tabla 20: Valores alcanzados por PRODINTEC en 2005-2008 en los indicadores definidos por Modrego et al.

Datos de CT promedio en España	Modrego	Callejón	FEDIT			
	2000	2005	2004	2005	2006	2007
Plantilla (equiv. dedicación plena-EDP)	61	88	76	83	90	95
% doctores entre los empleados	7%	Sin dato	9%	11%	11%	10%
Gasto por empleado	58.899	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato
Ingreso anual con contraprestaciones						
% ingreso I+D	52%	67%	63%	65%	62%	65%
% ingreso servicios	35%	24%	21%	20%	24%	22%
% ingresos formación	11%	2%	6%	5%	5%	7%
% ingresos otras actividades	3%	7%	12%	10%	9%	6%
Ingreso anual TOTAL	3.996.730	5.846.154	5.353.025	5.953.362	6.925.075	7.768.656
% contratos	58%	56%	58%	56%	55%	57%
% subsidio no competitivo	19%	12%	12%	10%	9%	10%
% público competitivo autonómico	8%	14%	17%	20%	21%	20%
% público competitivo nacional	7%	10%	7%	8%	8%	8%
% público competitivo internacional	7%	8%	6%	6%	6%	5%
Empresas clientes/ año	Sin dato	479	408	429	286	411
Patentes registradas / año	Sin dato	1,5	Sin dato	1,4	2	1,6
Empresas base tecnológica / año	Sin dato	0,2	Sin dato	0,3	0,4	0,7

Tabla 21: Valores para el CT promedio en España en diversos indicadores definidos por Modrego et al. y obtenidos por diversas fuentes en distintos periodos: Modrego et al. en 2000, Callejón et al. en 2005 y FEDIT 2004-2007

A partir de estas colecciones de datos se han elaborado diversos gráficos para facilitar la discusión. En Figura 60 y Figura 61 se puede comprobar que el impacto de PRODINTEC, en términos absolutos, es sensiblemente menor que el del CT promedio en España, calculado con las diversas referencias que se tienen en cuenta, tanto en el indicador de ingresos anuales como en el de número de clientes. No obstante, en el caso de los ingresos, su evolución es prácticamente idéntica al del CT promedio, como se puede comprobar por las pendientes de las líneas de regresión, que son muy parecidas. En lo que respecta a los clientes se observa un rápido crecimiento en el caso de PRODINTEC, mientras el CT promedio se mantiene constante.

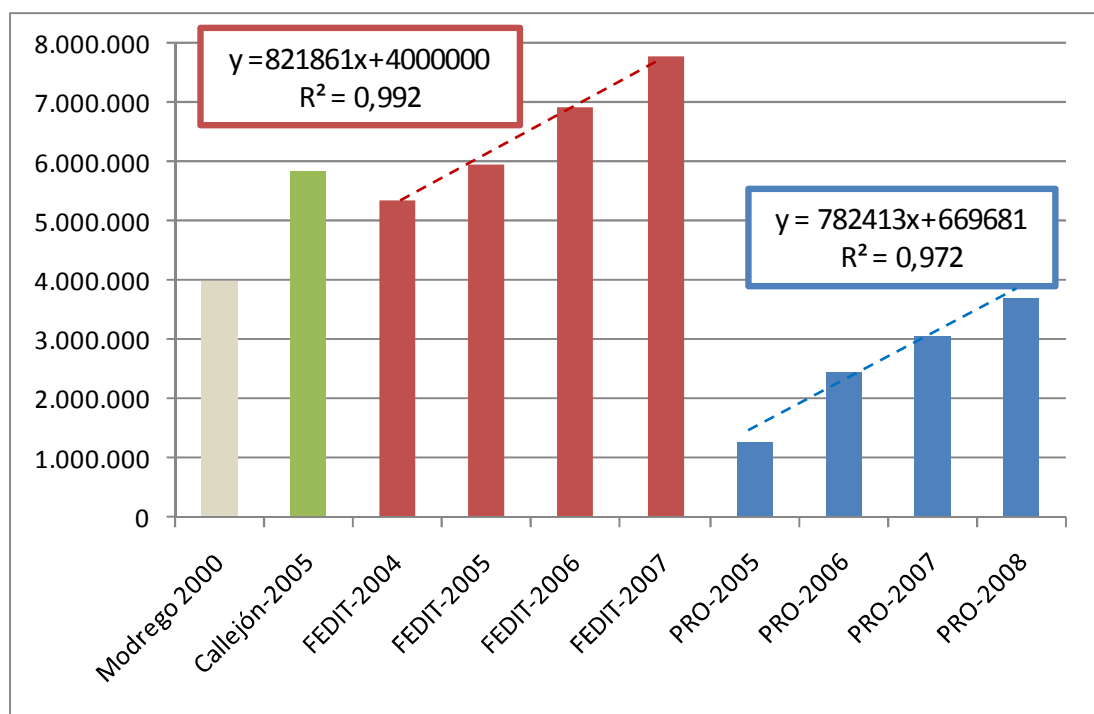


Figura 60: Evolución comparada de los ingresos totales anuales (€) de PRODINTEC y CT promedio en España, según diversas fuentes: Modrego et al. en 2000, Callejón et al. en 2005 y FEDIT 2004-2007. Se incluyen fórmulas de regresión lineal para comparar pendiente de crecimiento.

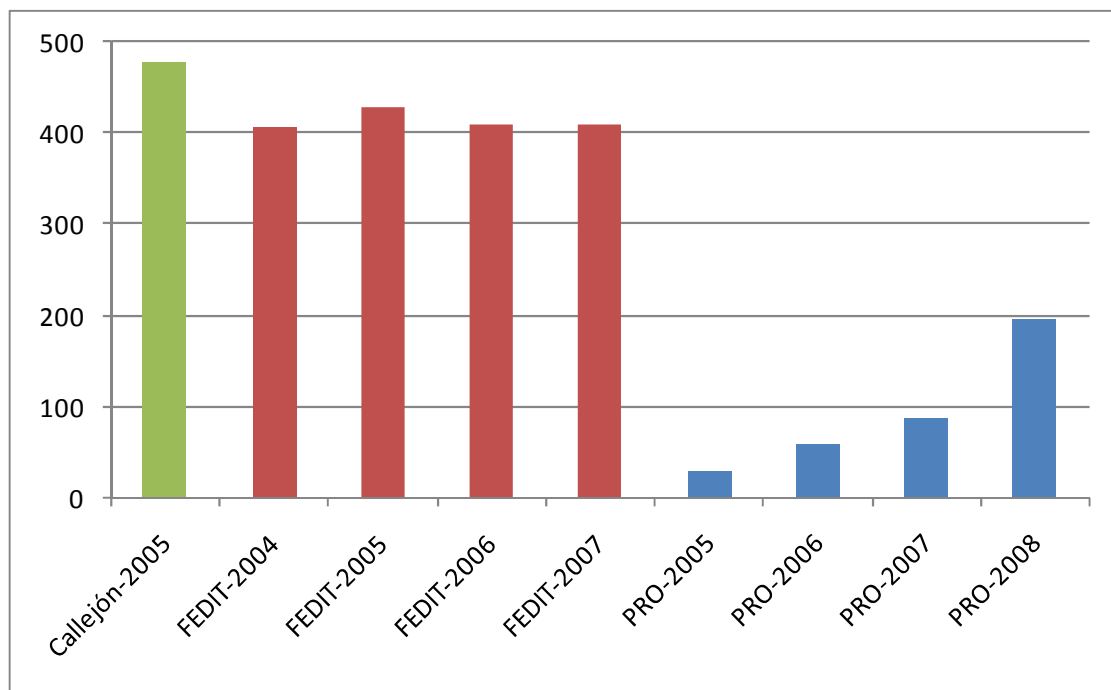


Figura 61: Evolución comparada del número de clientes anuales de PRODINTEC y CT promedio en España, según diversas fuentes (Callejón et al. en 2005 y FEDIT 2004-2007).

El hecho de que **PRODINTEC** presente un **menor impacto** que el centro promedio es algo esperado y se justifica tanto por su corta experiencia (es 20 años más joven - Tabla 3), como por su menor tamaño (3 veces menor), factores críticos según los estudios de Modrego et al. (2004). En la Figura 62 se cuantifica la diferencia de tamaño en términos de número de empleados, pero también se aprecia que el crecimiento experimentado es similar al del CT promedio.

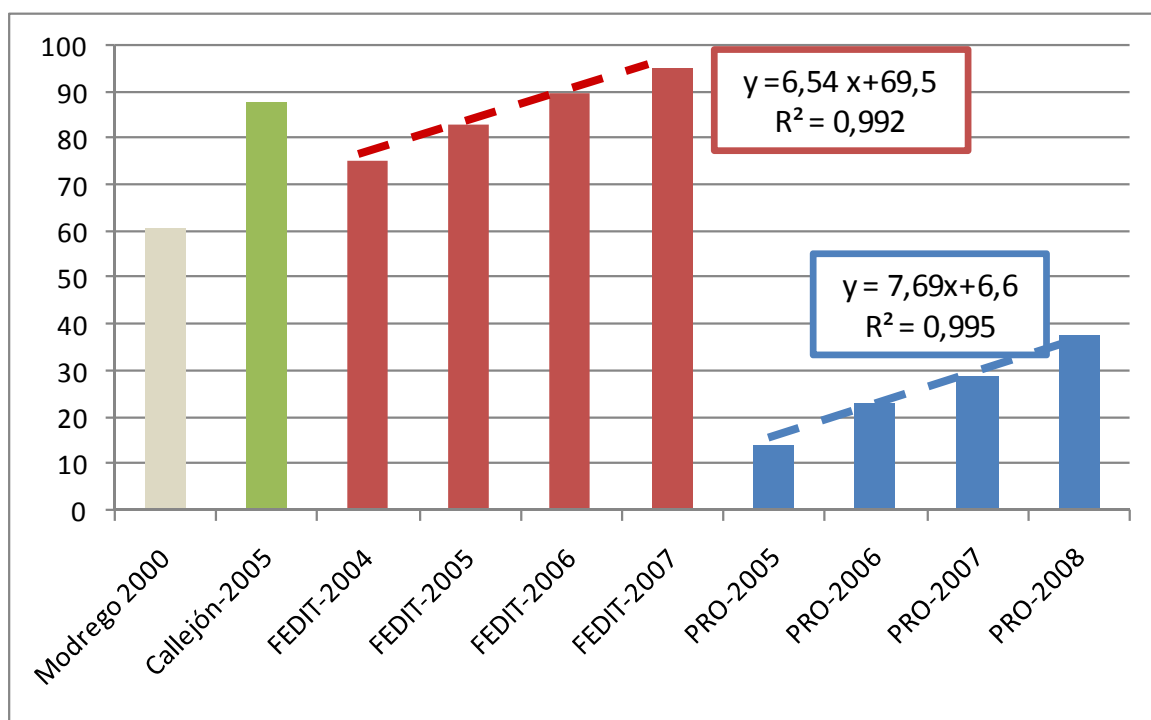


Figura 62: Evolución comparada de la variable plantilla (EDP) de PRODINTEC y CT promedio en España según diversas fuentes: Modrego et al. en 2000, Callejón et al. en 2005 y FEDIT 2004-2007. Se incluyen fórmulas de regresión lineal para comparar pendiente de crecimiento.

Normalizando los indicadores de impacto en función del número de empleados, medidos en número equivalente en dedicación plena, se han obtenido indicadores de impacto **en términos relativos**, que resultan ser **mejores para PRODINTEC** que en el caso del CT promedio en España, como se puede ver en Figura 63 y Figura 64. Especialmente destacable es la tendencia creciente del ratio de clientes por empleado, en contraposición de la tendencia decreciente que se observa en el CT promedio.

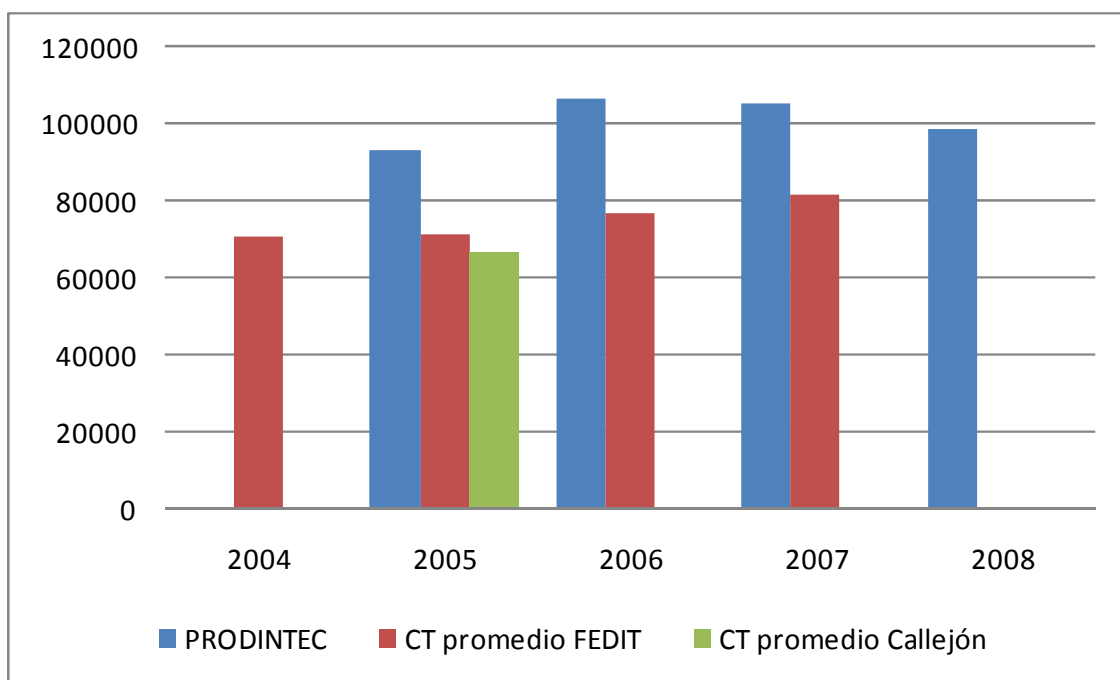


Figura 63: Comparativa entre PRODINTEC y CT promedio en España en el ratio de ingresos totales anuales (€)/empleados equivalentes a dedicación plena (EDP)

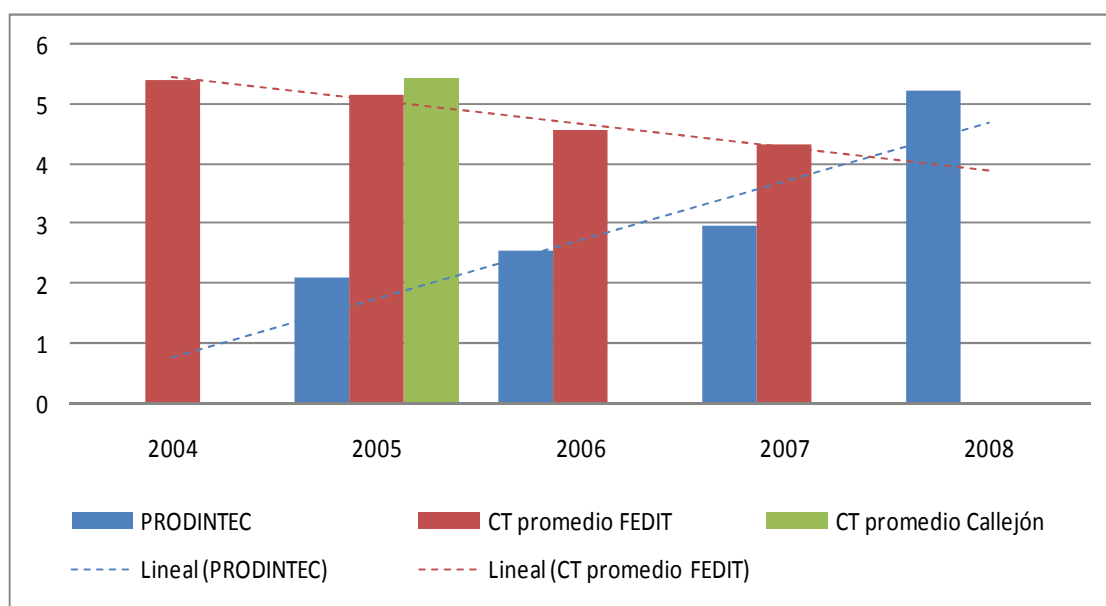


Figura 64: Comparativa entre PRODINTEC y CT promedio en España en el ratio de número de clientes anuales/empleados equivalentes a dedicación plena (EDP)

En cuanto a indicadores de eficiencia, apenas se dispone de datos con los que comparar, salvo el valor de gasto por empleado calculado por Modrego et al. (Tabla 21) y que asciende a 58.899€/empleado en el año 2.000. Actualizando a euros constantes, este gasto equivale a 77.952€ en 2.008, por lo que el gasto total por

empleado de PRODINTEC (82.759€/empleado - Tabla 20) es solamente un 6% superior al CT promedio español, mientras el ingreso por empleado ha venido siendo del orden de un 20% mayor en PRODINTEC (Figura 63). Se puede estimar, por tanto **un marginal de eficiencia de algo más del 10% a favor de PRODINTEC**.

A pesar de que los indicadores de impacto (ingresos y número de clientes) y eficiencia han resultado muy positivos para el nuevo modelo de centro, su **dependencia de los subsidios públicos es mayor**, como se aprecia en Figura 65. No obstante, en dicho gráfico se comprueba cómo mientras que con el paso del tiempo el CT promedio no evoluciona en este indicador, y se mantienen prácticamente constantes los ingresos competitivos, PRODINTEC converge progresivamente, reduciendo así su dependencia de los subsidios, en favor de ingresos competitivos, tanto privados como públicos.

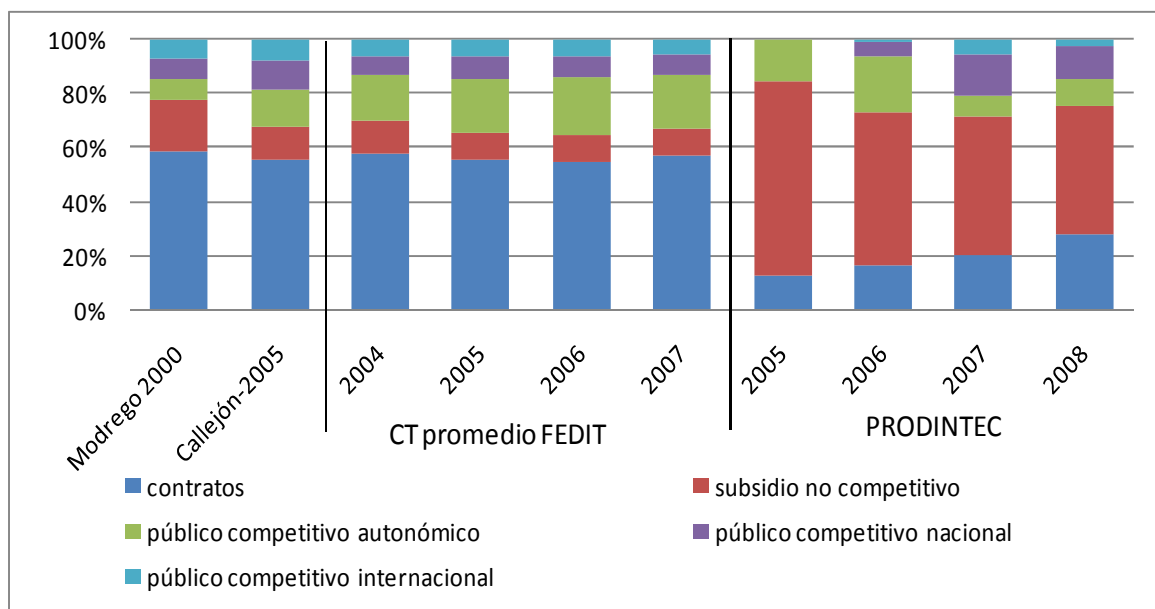


Figura 65: Evolución comparada de la distribución de ingresos en el CT promedio en España y PRODINTEC, en función de su origen.

Según Modrego et al. (2004) el grado de autofinanciación es el porcentaje de ingresos que no son ni subsidios no competitivos, ni subsidios de la comunidad autónoma (aunque sean competitivos), y es un indicador positivo de impacto. En la Figura 66 se comprueba también una evolución positiva de PRODINTEC, frente a un estancamiento del CT promedio.

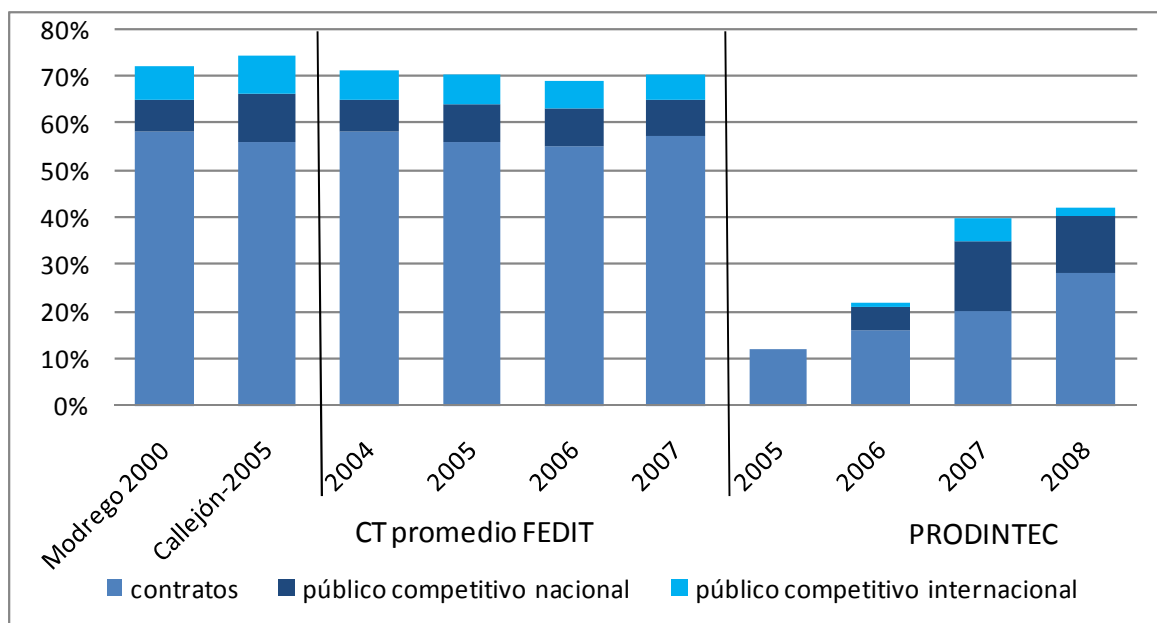


Figura 66: Evolución comparada del grado de autofinanciación (según indicador de Modrego et al., 2004) el CT promedio en España y PRODINTEC

Otro aspecto que resulta significativo es la diferencia que se ha apreciado en la contribución a los ingresos competitivos por actividades de I+D, que es mayor en PRODINTEC que en el CT promedio en España, como se indica en la Figura 67. Este hecho resulta sorprendente, ya que cabe esperar que en el entorno no intensivo en innovación, el centro tecnológico penetrase antes en las empresas por medio de prestación de servicios y asistencias tecnológicas, y no tanto por medio de la contratación de proyectos de I+D. Este valor puede estar influenciado por la mayor dependencia de fondos públicos, que favorecen la intensidad de actividad de I+D, como defienden Modrego et al. (2004).

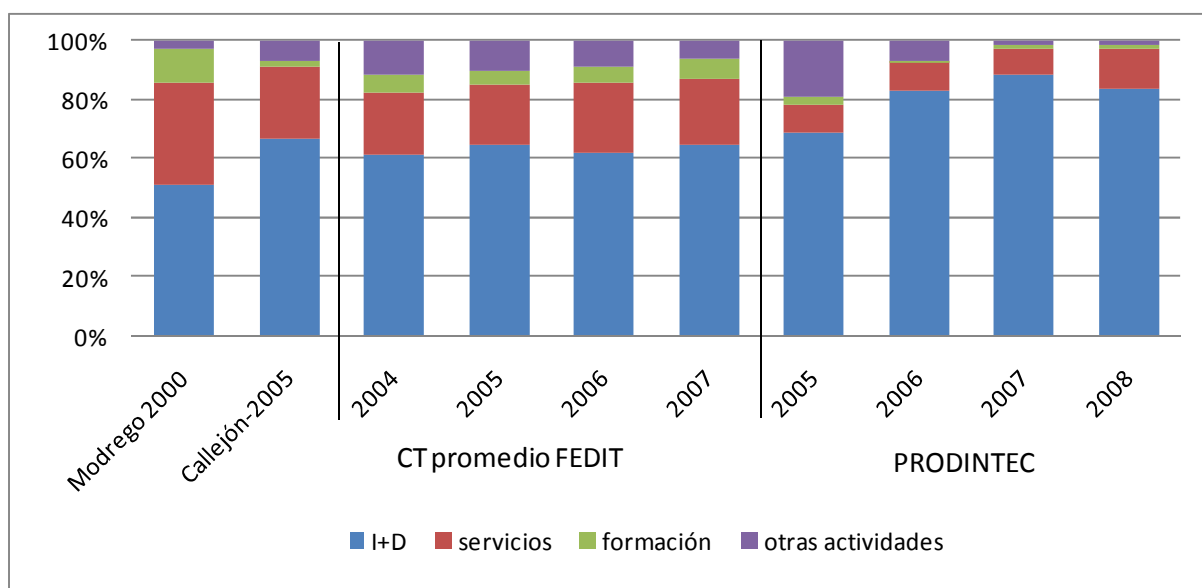


Figura 67: Evolución comparada de la distribución de ingresos con contraprestación en el CT promedio en España y PRODINTEC, en función de la actividad que los genera.

6.6.2 Análisis comparado con la evolución del CT promedio en Europa

El segundo método de validación del modelo de CT desarrollado, consistió en analizar una serie de indicadores definidos por Hofer et al. (2007). Aunque, en principio, no se esperaba que estos indicadores fueran significativos, ya que se obtuvieron del análisis de centros tecnológicos europeos (RTO) de primer nivel y de gran tamaño, con los que un centro de reciente creación como PRODINTEC difícilmente se podría comparar, la realidad ha resultado bien distinta, como se aprecia en Tabla 22.

Indicador	Referencia HOFER	PRODINTEC			
		2005	2006	2007	2008
Ingreso/empleado (k€)	100	93,4	106,6	105,5	98,7
Inversión (amortización anual) / ingresos	10-15%	136.007	315.491	504.049	592.656
		11%	13%	16%	16%
Costes personal/ingresos	50-60%	424.350	633.512	914.602	1.312.016
		33%	26%	30%	36%
Ingresos extranjero/ingresos	15-20%	0%	1%	5%	2%
Financiación pública básica/ ingresos	30-40%	68%	54%	50%	46%

Tabla 22: valores alcanzados por PRODINTEC en 2005-2008 en los indicadores definidos por Hofer et al. para el CT promedio en Europa

Hofer et al., al cubrir una muestra de RTO muy poco homogénea, incluyendo organizaciones de entre 100 y 10.000 empleados, de entre 5 y 100 años de antigüedad, y de entre 1M€ y 1.000M€ de ingresos, optaron por emplear indicadores relativos, corrigiendo las variables que consideraron significativas por factores proporcionales al tamaño como el número de empleados o el volumen de ingresos. Precisamente, el primer indicador analizado fue el volumen de ingresos por empleado, que, sorprendentemente, resultó ser muy parecido al alcanzado por PRODINTEC, que a su vez era un 20% superior a la media española, como ya se ha indicado en la anterior Figura 63.

Otro ratio significativo para Hofer et al. y que coincidió muy bien con el caso de PRODINTEC fue el volumen de inversiones en relación a los ingresos totales del año. Se entiende que este indicador evalúa el crecimiento que se experimenta en los activos, es decir, la cantidad de esfuerzo que se dedica a equiparse para el futuro. El orden de

magnitud de los resultados es muy similar y tiende en el caso de PRODINTEC a situarse en el umbral máximo del intervalo definido por Hofer et al. (10-15%).

El tercer indicador es una medida de la eficiencia de los RTO, ya que contabiliza la relación entre los costes de personal y los ingresos. Como se ha explicado, el nivel de ingresos es muy similar al europeo, por lo que si este indicador es hasta un 50% favorable a PRODINTEC (30% del total de ingresos frente al 60% del umbral máximo europeo) se podría concluir una mayor eficiencia del nuevo modelo frente al RTO promedio. Se puede asegurar que los costes de personal son un indicador de eficiencia del RTO, ya que suponen la mayor contribución al volumen de gasto total (el resto son amortizaciones, subcontratación de servicios, compra de materiales y generales), es decir son los que más condicionan su nivel de coste y de productividad. No obstante, sería deseable emplear una medida más directa, comparando, por ejemplo, los costes totales por empleado, como se ha hecho con el promedio de CT español en el apartado anterior, pero no se dispone de este indicador a nivel europeo.

El único indicador desfavorable para PRODINTEC en esta comparativa ha sido el de impacto internacional, es decir, en la competitividad a nivel europeo, medido por el porcentaje de ingresos que consigue en el extranjero. En el mejor de los casos PRODINTEC no llega al 33% del registro del RTO medio en Europa (5% respecto al 15% del total de ingresos). Este resultado era bastante esperado, ya que a nivel internacional la masa crítica y la experiencia requeridas son mucho más condicionantes para el éxito en la participación en convocatorias de programas como el Programa Marco de la Comisión Europea u otros programas internacionales, que son las principales fuentes de estos ingresos extranjeros.

En cuanto a la dependencia de fondos públicos no competitivos, aunque PRODINTEC tiene una mayor dependencia, se aprecia, como ya se explicó en el apartado anterior, una convergencia progresiva hacia los valores medios europeos. En el año 2008 ya no se observan grandes diferencias en este indicador (46% del total de ingresos), ya que los RTO estudiados por Hofer disponen de una financiación pública fundamental (no competitiva) sensiblemente superior a la media española (30-40% frente a 20-30%).

En la Figura 68 se puede apreciar los resultados comparados para los diversos indicadores y cómo los valores correspondientes a PRODINTEC no desentonan en gran medida de los calculados por Hofer, salvo en el caso de los ingresos extranjeros, como ya se ha explicado anteriormente.

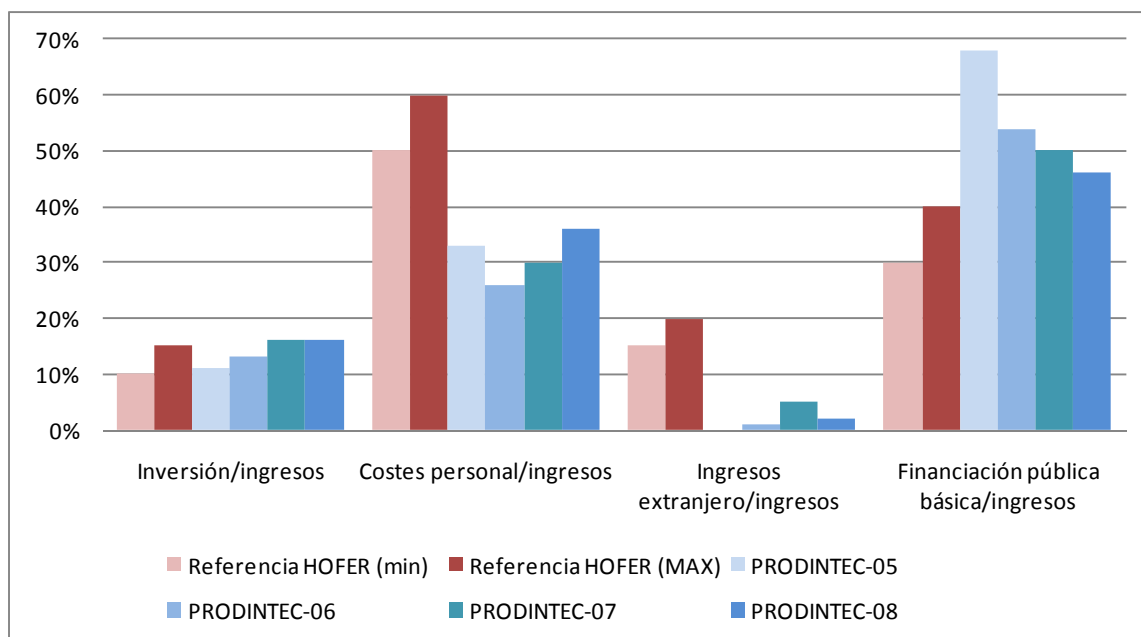


Figura 68: Evolución de diversos indicadores de Hofer et al. en el periodo 2005-2008 en PRODINTEC y comparativa con intervalos de centros tecnológicos europeos (valor mínimo y MAXIMO).

6.6.3 Nuevos indicadores de desempeño

Otro método de validación de resultados, de acuerdo con lo indicado en el capítulo 4, fue calcular los tres nuevos indicadores de desempeño propuestos, a partir de los datos coleccionados para PRODINTEC en el periodo 2005-2008.

En primer lugar, aplicando la Ecuación 4 se puede comprobar cómo PRODINTEC ha conseguido movilizar una gran cantidad de fondos en la industria para ejecutar actividades de I+D+i. De hecho se supera ampliamente la recomendación del Tratado de Lisboa en que se estableció que dos tercios del total del I+D europeo debería ser ejecutado por empresas, ya que como se aprecia en la Tabla 23, por cada euro público no competitivo invertido en este CT, se han movilizado entre 3 y 4,5 euros en las empresas de su entorno. El impacto, por tanto, respecto a este indicador, ha sido entre 1,5 y 2 veces superior, como se aprecia en Figura 69.

INDICADOR APALACAMIENTO I+D+i		2005	2006	2007	2008
Gasto I+D+i industria en proyectos CT		2.689.630	5.390.183	5.376.860	7.506.492
Fondos NO competitivos	Explotación	740.783	1.000.000	1.050.000	1.100.000
	Capital	133.983	316.461	495.692	583.684
Apalancamiento I+D+i industrial		3	4	3,5	4,5

Tabla 23: Cálculo del indicador de Apalancamiento de I+D+i industrial alcanzado por PRODINTEC en el periodo 2005-2008

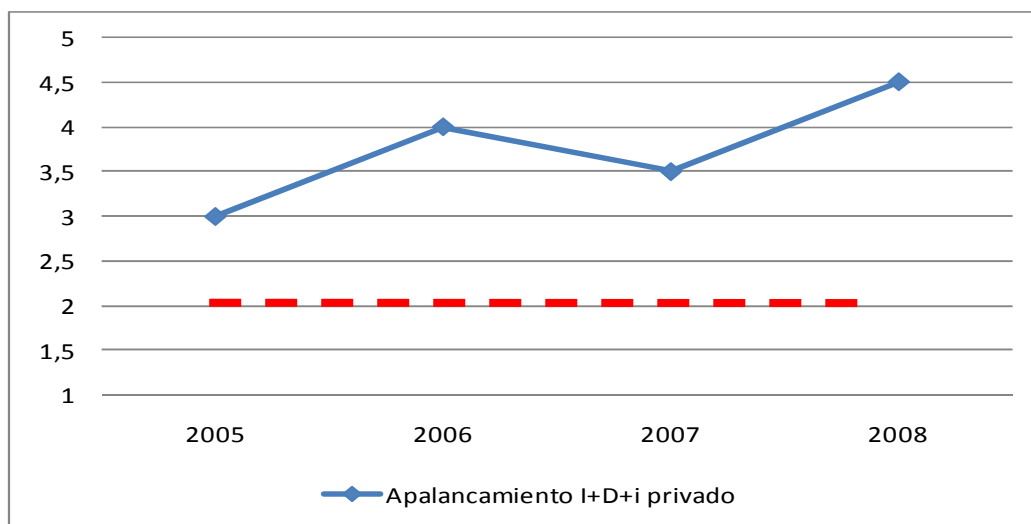


Figura 69: Evolución del indicador de Apalancamiento de I+D+i privado en PRODINTEC en el periodo 2005-2008 comparado con el valor de referencia recomendado por Tratado de Lisboa.

El segundo indicador, el retorno económico a nivel regional, fue calculado aplicando la Ecuación 5 y con los datos de Tabla 24. Como se aprecia claramente en la Figura 70, a partir del año 2006 se consiguió alcanzar el punto de equilibrio y empezar a devolver cada euro invertido por el Gobierno Regional, por lo que el resultado obtenido ha sido también muy favorable en este caso, atendiendo a un puro criterio económico, en el que se compara el volumen de fondos consumidos del erario público regional, contra el volumen conseguido de forma competitiva fuera de las propias fronteras.

En este cálculo se incluyen las subvenciones netas equivalentes que los clientes de PRODINTEC han obtenido por desarrollar proyecto de I+D+i bajo contrato y para los que se ha solicitado financiación en programas nacionales o internacionales.

INDICADOR DE RETORNO REGIONAL	2005	2006	2007	2008
Fondos públicos nacionales	163.225	463.067	475.762	441.137
Fondos públicos extranjeros	-	28.578	139.867	82.304
Contratos nacionales	43.222	101.062	189.060	234.035
Contratos extranjeros	-	-	6.670	4.793
Fond. públicos nacionales para clientes	660.568	785.338	909.062	1.008.472
Fond. públicos extranjeros para clientes	-	-	-	-
Fondos regionales no competitivos	874.766	1.316.461	1.545.692	1.683.684
Retorno (acumulado)	0,99	1,02	1,06	1,06

Tabla 24: Cálculo del indicador de Retorno alcanzado por PRODINTEC en el periodo 2005-2008

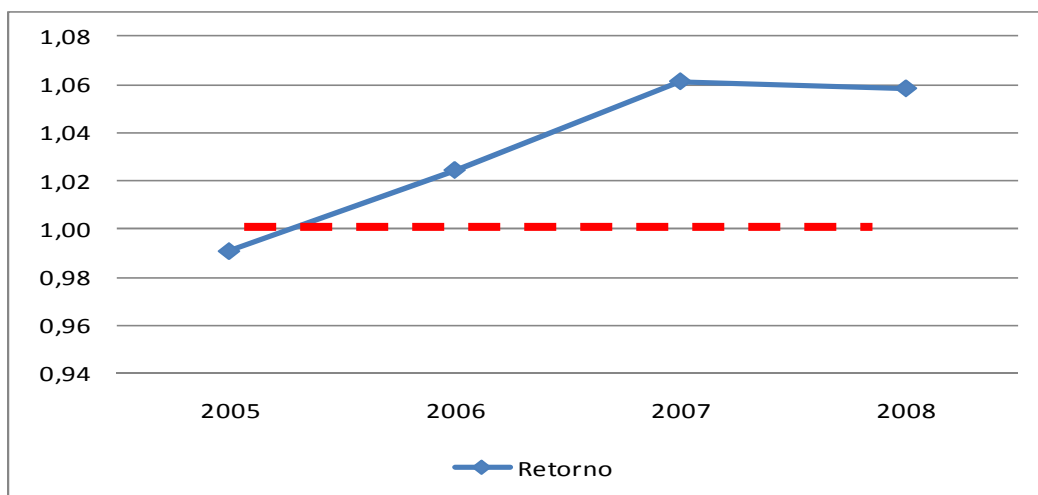


Figura 70: Evolución del indicador de Retorno en PRODINTEC en el periodo 2005-2008 comparado con el valor de referencia (=1).

Finalmente, se calculó el indicador de valor añadido a los clientes, a partir del agregado de cada uno de los proyectos en que se ha conseguido desarrollar un nuevo producto, mejorar un proceso, o cualquier otro modo de aumentar la competitividad de una empresa de forma cuantificable.

Para ello se aplicó la Ecuación 6 y, a partir de los datos que se recogen en Tabla 25, se efectuó el cálculo correspondiente. En este caso, a pesar de obtener un resultado creciente, con una evolución muy positiva, aún no se ha llegado al valor de referencia que sería la unidad, para conseguir que por cada euro consumido en PRODINTEC se genere otro de valor añadido empresarial. Hay que tener en cuenta que este indicador se está calculando de forma muy severa, ya que sólo se contabiliza el valor fácilmente cuantificable y admitido por la empresa en un plazo corto (uno, dos o tres años a lo sumo) de explotación de los resultados conseguidos, y además, como denominador se toma un valor mucho más alto que en los casos anteriores, ya que se considera el volumen total de gasto del CT, en lugar de solamente la inversión pública efectuada. Tampoco se consideran, por la dificultad en medirlo de forma fiable, el valor de los servicios, como ya se explicó anteriormente en el apartado 4.3.3.

INDICADOR DE VALOR AÑADIDO	2005	2006	2007	2008
Valor añadido alcanzado en proyectos	0	1.255.700	3.718.800	3.098.700
Proyectos con valor añadido	0	9	29	43
Gastos totales de PRODINTEC	1.056.947	2.108.804	2.761.042	3.095.182
Valor añadido a clientes	0	0,4	0,84	0,89

Tabla 25: Cálculo del indicador de Valor Añadido alcanzado por PRODINTEC en el periodo 2005-2008

A pesar de todo ello el resultado que se obtiene es bastante favorable y se acerca a la unidad, observándose una tendencia convergente entre valor generado y costes totales de explotación del CT, como se aprecia en Figura 71.

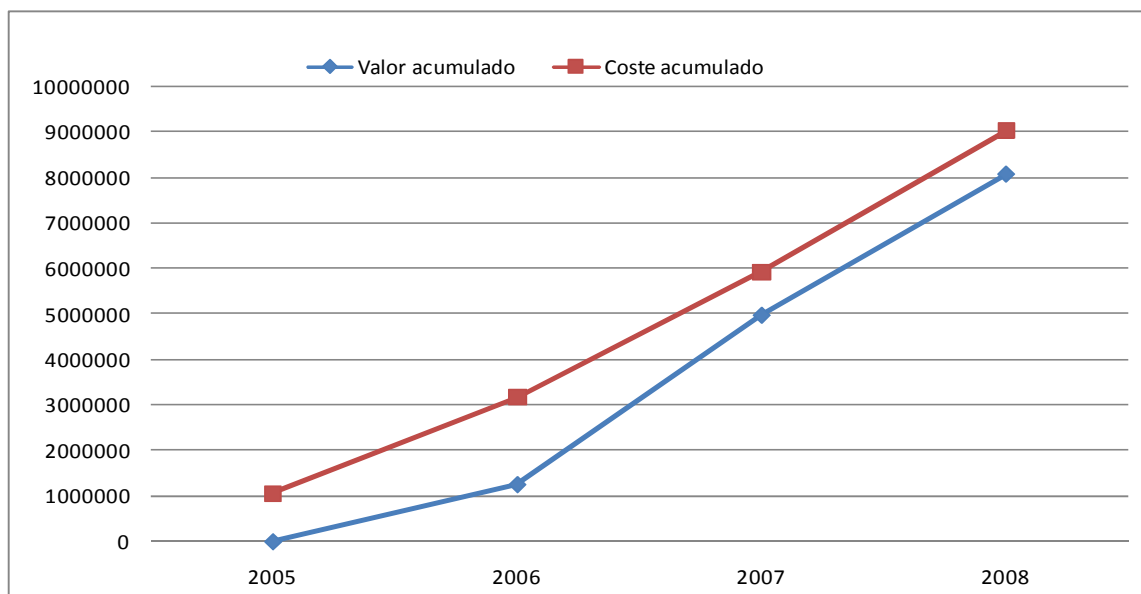


Figura 71: Evolución del valor acumulado para los clientes de PRODINTEC y el coste total en el periodo 2005-2008, donde se aprecia la convergencia de ambas tendencias.

6.6.4 Validación según criterios del RD2093/2008

Los resultados de este último criterio de validación coinciden muy bien con lo descrito en los apartados anteriores, y confirman en alto impacto del nuevo modelo de centro tecnológico.

En los siete parámetros que se han recogido en el RD2093/2008 para la calificación como CT se observa una evolución muy positiva en PRODINTEC, ya que al cuarto año, en 2008, sólo el nivel de fondos competitivos es menor que los límites establecidos por MICINN. Por el contrario los factores ligados a la intensidad en I+D+i y al trabajo con empresas están bien cubiertos, siendo especialmente destacable el número de clientes, que se llega a salir de la escala del gráfico [0, 100], como se puede apreciar en la Figura 72.

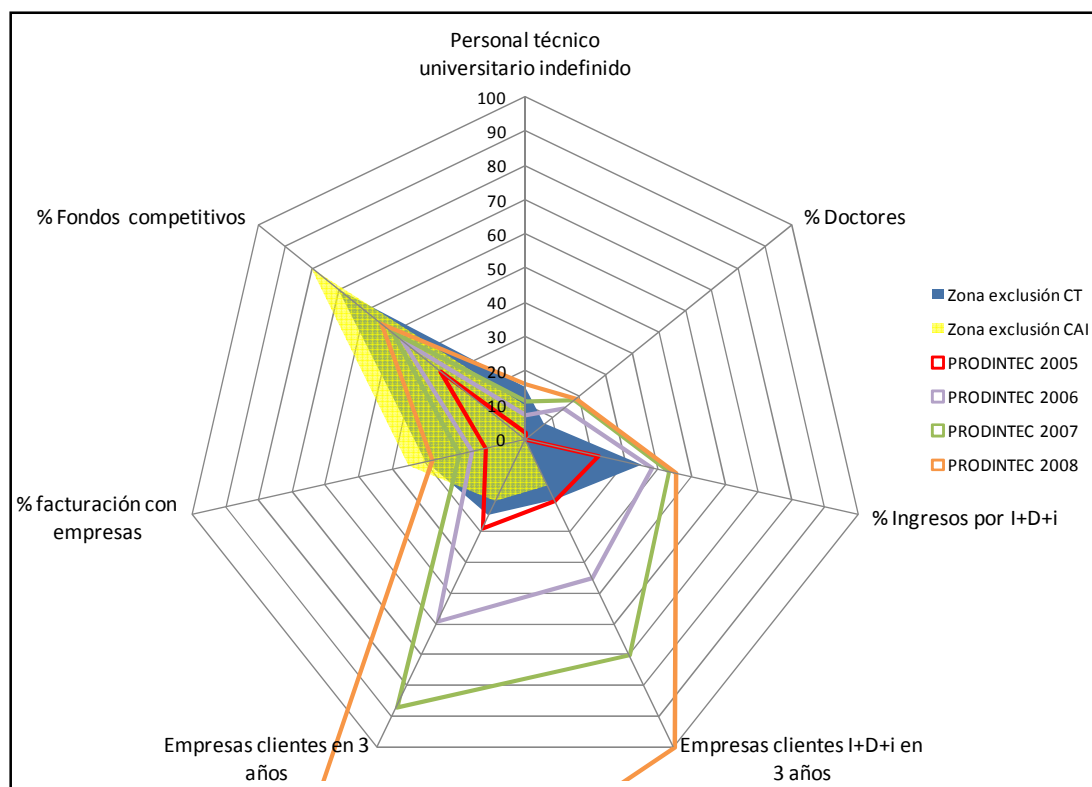


Figura 72: Evolución de PRODIATEC en el cumplimiento de requisitos establecidos por RD2093/2008 tanto para Centro Tecnológico (CT) como para Centro de Apoyo a la Innovación (CAI), en el periodo 2005-2008.

Se observa, por tanto, un ajuste mejor al modelo de CT que al de CAI, que es más exigente en el peso de los ingresos no competitivos (<20%), pero que no requiere ni doctores ni actividad de I+D+i. Es significativo cómo dos parámetros que, en principio, deberían ser proporcionales como el porcentaje de fondos competitivos y número de clientes presentan comportamientos totalmente dispares respecto a los criterios del real decreto. En el primer presenta ligero déficit, mientras el segundo tiene gran superávit. Las razones que explican este comportamiento se encuentran al tener en cuenta las condiciones de entorno no intensivo en innovación:

- PRODIATEC ha conseguido sensibilizar al entorno industrial al que atiende en su mensaje de incorporar actividades de I+D+i, pero el nivel de riesgo que pueden asumir las empresas es aún pequeño, por lo que el volumen de contratación al CT es pequeño con cada uno de ellos, y por tanto el agregado, a pesar de tener mucho clientes, supone una cantidad aún pequeña de fondos competitivos privados;
- los fondos que aporta el Gobierno Regional son prácticamente todos asignados en un modo no competitivo porque aún no se han establecido mecanismos públicos de acceso competitivo a fondos para centros tecnológicos; por ello estos fondos competitivos públicos provenientes de la propia autonomía, son bajos (se observa claramente en Figura 65 anterior).

A la luz de este análisis, parece que la taxonomía definida en nuevo real decreto no se ajusta especialmente bien a un modelo como el de PRODINTEC, que finalmente, por la tendencia que lleva, conseguirá cumplir con el requisito pendiente de porcentaje de facturación competitiva, pero a base de trabajar con un número de clientes hasta 10 ó 15 veces superior que los umbrales establecidos. Esto parece indicar que se debería contemplar en esta taxonomía “sub-grupos” o “tipos” dentro de la clasificación general de CT y CAI, para contemplar este tipo de situaciones.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

7.1 Conclusiones generales

Esta tesis define un modelo integral de centro tecnológico (CT), perfectamente replicable y adaptable a las características particulares de un entorno no intensivo en innovación (ENII) donde se desee implantar para asistir al sector industrial, lo que supone un nuevo nivel del estado del arte en este campo del conocimiento.

Al no existir modelos previos para ENII, se ha partido de un modelo de CT genérico establecido por Modrego et al. (2004) cuyo objetivo era analizar el trabajo de los CT en España y medir su desempeño, y que se ha transformado en profundidad en esta tesis, adaptando sus 4 dimensiones, lo que ha permitido aportar una serie de novedades entre las que se considera especialmente relevantes las siguientes:

- El **enfoque doblemente holístico** de la **Dimensión Operativa** es un aspecto singular que se ha definido como clave para el desempeño en un ENII, especialmente si se caracteriza por un entorno industrial no clusterizado y de gran multisectorialidad, que dota al nuevo CT de una gran flexibilidad para adaptarse a la impredecible y escasamente explícita demanda empresarial, a la que inevitablemente debe enfocarse si quiere tener un desempeño exitoso.
- El esquema de **relaciones**, atendiendo no sólo a las **directas** sino **también** a las **indirectas**, es una nueva aplicación del concepto de altruismo. También es relevante las aportaciones que se han hecho al concepto de **reputación**, que en esta tesis se ha enriquecido, analizando más en detalle su naturaleza, distinguiendo sus **3 facetas** y enlazando su **influencia con la Dimensión Relacional**, así como su origen a partir de las otras 3 dimensiones, encajando perfectamente su función dentro del modelo.
- El **enfoque sistémico** de las 4 dimensiones del modelo **y su dinámica** constituye otra aportación muy singular del nuevo modelo y permiten monitorizar no sólo la puesta en marcha del nuevo CT sino también su evolución con el paso del tiempo.

- Se han desarrollado 3 **indicadores** de desempeño de un CT que tienen la característica de permitir una **evaluación independiente**, sin necesidad de establecer inter-comparaciones con otros CT.

Finalmente, se relacionan a continuación las conclusiones que se han alcanzado en este trabajo de investigación, alineadas con los objetivos que se perseguían inicialmente:

- Se ha comprobado cómo las **4 dimensiones** definidas por Modrego et al. (2004) para medir el desempeño y analizar el trabajo de los CT en España, constituyen una **estructura básica fundamental** que es válida, también, **para la creación** del nuevo modelo de CT.
- El modelo se ha aplicado en un ENII como es el Principado de Asturias, y los resultados obtenidos durante el periodo de 4 años han sido muy positivos, a pesar del pequeño tamaño y la breve trayectoria del CT en que se ha experimentado, y de las condiciones desfavorables de dicho entorno. Estos aspectos suponían hasta el momento graves **limitaciones para el desempeño** de los CT, que el nuevo modelo **ha superado**.
- Se ha establecido una **Dimensión Operativa** que contempla tanto disciplinas del conocimiento como modos de trabajo reactivos y proactivos, así como alcance tecnológico y metodológico; para su adaptación a casos particulares se ha configurado un procedimiento sencillo que permite llegar con un mensaje claro al colectivo empresarial.
- La **Dimensión Financiera** se ha construido a partir de una promoción híbrida público-privada y la búsqueda del equilibrio entre diversas fuentes de fondos para conseguir un creciente nivel de autofinanciación y una reputación financiera.
- En el ENII, las interacciones dentro los distintos agentes del Sistema de Innovación son deficientes, y suponen una lacra para la labor del CT, por lo que su **Dimensión Relacional** se debe implementar con especial cuidado, para que sea muy activa y disponga de amplio enfoque; debe ocuparse tanto de relaciones **directas como indirectas** y de sacar partido a las tres variantes de la reputación: tecnológica, financiera y ejecutiva.
- Por último, la **Dimensión Organizacional** se ha configurado de tal manera que asegure un funcionamiento eficaz y eficiente del CT, tanto a nivel estratégico como operativo, incorporando herramientas TIC para gestionar la información clave, organizada en torno a procesos, proyectos y personas (equipo humano).
- El modelo de CT desarrollado ha tenido en cuenta el **entorno turbulento** de cambio actual en el que inevitablemente debe actuar, por lo que incorpora mecanismos **de flexibilidad** como son la estructura matricial que permite un trabajo por proyectos que se puede adaptar con facilidad y el enfoque holístico

que en sí mismo es abierto y por lo tanto permite ese dinamismo. Además, incorpora un **visión sistémica** de interacciones entre las cuatro dimensiones para monitorizar la dinámica de evolución a la que se ha someter el CT y adaptarse continuamente a dicho entorno.

- Se han definido tres **indicadores de desempeño** del CT que permiten monitorizar su evolución, de forma independiente, y se ha demostrado por medio de ellos el buen rendimiento y progresión del modelo de CT propuesto.
- Adicionalmente, y de acuerdo con diversos métodos de evaluación e indicadores desarrollados en investigaciones previas, se ha comparado también el impacto del nuevo modelo de CT tanto a nivel nacional como internacional; se ha comprobado que los **resultados son buenos** e incluso se ha detectado una mayor eficiencia en el empleo de recursos.
- En relación a los paradigmas actualmente establecidos por investigaciones precedentes en este campo, se ha comprobado que efectivamente **el tamaño del CT y su antigüedad facilitan el impacto**, al conseguir mejores indicadores cada año que ha ido pasando; no obstante, con un tamaño un 60% menor que la media española y con 20 años menos de experiencia se han podido alcanzar buenos resultados, comparables con un CT medio.
- Los **criterios del nuevo RD2093/2008** de MICINN para la clasificación de este tipo de entidades no encajan exactamente con los indicadores alcanzados por nuestro modelo en su puesta en marcha y evolución posterior. El ajuste es mejor para los criterios de CT que para los de CAI, pero aún así en el cuarto año aún no se han cumplido todos los criterios, aunque algunos de ellos son excedidos muy sobradamente. Este análisis parece indicar la necesidad de una clasificación más escalonada. No obstante se aprecia una convergencia hacia el cumplimiento de los requisitos más exigentes y se considera que se pueden llegar a cumplir en un breve plazo.

7.2 Futuras líneas de investigación

Como se ha comentado en la introducción, el tema abordado es uno de los que concitan mayor interés actualmente, ya que afectan definitivamente a los modos de conseguir un modelo económico basado en el conocimiento y en la explotación eficaz y eficiente del desarrollo tecnológico.

Por ello se plantean seguidamente una serie de ideas que podían dar origen a nuevos trabajos de investigación en el campo de la gestión de centros tecnológicos en particular, y de forma más general en las políticas de promoción del I+D y la innovación:

- La **organización del personal** desarrollada para PRODINTEC ha seguido un organigrama operativo, que se adapta exactamente a la definición de 3 áreas operacionales (Diseño, Producción y Gestión I+D), más una transversal de Administración, Finanzas y Servicios Generales; otra posibilidad a experimentar sería organizar el personal en torno a las 4 dimensiones definidas, de forma que las responsabilidades se distribuyan a un nivel superior, es decir, a un nivel funcional (operaciones, financiero, relacional y organizativo), que se entiende que podría permitir un enfoque más integral de la realidad del CT y así facilitar un crecimiento mayor de forma más cohesionada. Gran parte del éxito de un CT se debe a una adecuada contratación, formación y organización del personal, que debe realizar su labor en un entorno de trabajo que fomente la creatividad, pero que al mismo tiempo se oriente a realizar proyectos con limitaciones de recursos, coste y plazo.
- La **configuración de la Dimensión Operativa** en nuestro modelo debe responder de forma dinámica a las demandas y ofertas tecnológicas del entorno; un nuevo enfoque de esta dimensión podría establecerse entorno a “líneas de negocio”, o mejor **líneas de actividad** (por ser la actividad de los CT sin ánimo de lucro), en lugar de tecnologías; el modelo de gestión operativa cambiaría de forma notable y probablemente afectaría también de forma significativa a la Dimensión Relacional, que podría quedar integrada con la primera.
- Se ha comprobado que en las primeras etapas del CT en el ENII, cuando aún la aportación de fondos no-competitivos es alta, la contribución a ingresos de los servicios tecnológicos y de las actividades formación es pequeña, comparada con la de los proyectos de I+D+i; existen ciertas dudas de si esto será así cuando el CT evolucione y se le exija una mayor contribución de ingresos competitivos; un estudio sobre la **evolución de los ingresos y sus tipologías** tanto en el caso de PRODINTEC, como la comparación con otros CT de similar antigüedad sería recomendable.
- La reciente publicación por MICINN del nuevo **RD 2093/2008** permitirá la coexistencia por primera vez de Centros de Apoyo a la Innovación (CAI) y CT, y será de gran interés analizar tanto el proceso de registro de todas las entidades que aspiren a ser reconocidas oficialmente en una de esas categorías, como el desempeño de sus actividades dentro del nuevo marco regulatorio; otro aspecto interesante será comprobar si efectivamente, como se ha propuesto durante esta tesis, surgen sub-clasificaciones para contemplar situaciones particulares de CT, como pueden ser los ENII.
- La experimentación del modelo desarrollado en **otros entornos geográficos**, también caracterizados por su baja intensidad en innovación, tanto en España

como en otros países (Europa del Este) o continentes como Latinoamérica, sería un ejercicio de gran interés y podría servir para corregir o complementar el actual modelo.

- Otra línea de trabajo interesante sería la experimentación del modelo de CT **también en un entorno intensivo en innovación** y analizar su validez, jugando con los grados de libertad que se han ido dejando en el desarrollo del mismo, para adaptarlo a las características diferenciales que presente dicho entorno, y que constituirían, en principio, un escenario más favorable.

BIBLIOGRAFÍA

Adamides, E. y Karacapilidis, N., "Information Technology support for the knowledge and social processes of innovation management", *Technovation* 26, pp.50-59, 2006

Akgün, A.E., Byrne, J.C., Lynn, G.S., Keskin, H., "New product development in turbulent environments: Impact of improvisation and unlearning on new product performance", *Journal of Engineering and Technology Management* 24-3, pp. 203-230, 2007

Andrews, K., Learned, E., Christensen, R. y Guth, W., "Business policy: Text and cases", Homewood, Illinois, Richard D. Irwin Co., 1965.

Aziz, A., "Navigating in a Business Environment by RTOs: A Case Study of SIRIM Berhad", WAITRO Networking Session - Quality and Performance in RTOs: Seminar, Conference and Workshop Proceedings, marzo 2004, accesible en <http://www.waitro.org/>

Azofra, V., Prieto, B. y Santidrián, A., "Verificación empírica y método del caso: Revisión de algunas experiencias en contabilidad de gestión a la luz de su metodología", *Revista española de financiación y contabilidad*, vol. 33, nº121, pp.349-377, 2004

Barceló, M. y Roig, A., "Centros de Innovación y Redes de Cooperación Tecnológica en España", *Economía Industrial* 327, pp.75-85, 1999.

Barge-Gil, A. y Modrego, A., "La percepción de los beneficios económicos de la ciencia y la tecnología en España: preferencias sobre futuras áreas de investigación". En *VVAA: Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2004*, pp. 109-134. Ed. FECYT, 2005

Barge-Gil, A. y Modrego, A., "External Sources of Knowledge: What are the functions they perform to foster innovative environments?", *ECEI 2006. European Conference on Entrepreneurship and Innovation*, pp. 1-10, 2006.

Barge-Gil, A., Lemus A., Nuñez, R. y Modrego, A., "Research and technology organisations: how do they manage their knowledge?", *International Journal Entrepreneurship and Innovation Mangement*, vol. 7 - nº6, pp. 556-575, 2007

Barge-Gil, A. y Modrego, A., "Are technology institutes a satisfactory tool for public intervention in the area of technology? A neoclassical and evolutionary evaluation", *Environment and Planning C: Government and Policy* 26, pp.808-823, 2008

Bayona, C., García-Marco, T. y Huerta, E., "Firms' motivations for cooperative R&D: an empirical analysis of Spanish firms", *Research Policy* 30, pp.1289-1307, 2001

Bell, Daniel, "El Advenimiento de la Sociedad Post-industrial", Alianza Editorial, ISBN: 8420621498. ISBN-13: 9788420621494, 1973

Blindenbach-Driessen, F. y van den Ende, J "Innovation in project-based firms: The context dependency of success factors", *Research Policy* 35, pp.545-561, Rotterdam, 2006

Bonner, J.M., Ruekert, R.W., y Walker, O.C., Jr., "Upper management control on new product development projects and project performance", *Journal of Product Innovation Management* 19, pp 233-245, 2002.

Bordoloi, S. y Guerrero, H., "Design for control: A new perspective on process and product innovation", *International Journal of production economics* 113, pp. 346-358, 2008

Brennan, A. y Dooley, L., "Networked creativity: a structured management framework for stimulating innovation", *Technovation* 25-12, pp. 1388-1399, 2005

Burdon, S. y Bhalla, A., "Lessons from the Untold Success Story: Outsourcing Engineering and Facilities Management", *European Management Journal* 23, nº5, pp.576-582, 2005

Bush, V., "Science - The Endless Frontier: A Report to the President on a program for Postwar Scientific Research", Office of Scientific Research and Development, Washington D. C., 1945.

Callejón, M., Barge-Gil, A., López, A., "La cooperación público-privada en innovación a través de los Centros Tecnológicos", *Economía Industrial* 366, pp. 123-132, 2007

Cameron, R., "Finance and the economic development of Europe 1800–1914", Princeton University Press, 1961.

Castellanos, M. y García del Junco, J., "El método del caso y de las situaciones: herramientas de diagnóstico y decisión", Dirección y organización: Revista de dirección, organización y administración de empresas, ISSN 1132-175X, Nº 19, pp. 96-117, 1998

Chesbrough, H.W., "Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology", Harvard Business School Press, 2003

Christopher, W.F., "Holistic Management", John Wiley, London y New York, 2007

Cohen, W. y Levinthal, D., "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation", Administrative Science Quarterly 35, pp. 129-152, 1990

Comisión Europea, "Libro Verde sobre la cohesión territorial. Convertir la diversidad territorial en un punto fuerte", accesible desde http://ec.europa.eu/regional_policy/consultation/terco/paper_terco_es.pdf, 2008

Concepción, R., "Metodología de Gestión de Proyectos en la Administraciones Públicas según ISO 10.006", Tesis Doctoral del Departamento de Explotación y Prospección de Minas de la Universidad de Oviedo, octubre 2007.

Cormican, K. y O'Sullivan, D. "Auditing best practice for effective product innovation mangement", Technovation 24, pp. 819-829, 2004.

Costanzo, L.A., "Strategic foresight in a high-speed environment", Futures 36, pp.219-235, 2004

COTEC, F., "El sistema español de Innovación. Diagnósticos y recomendaciones", ISBN: 84-922720-4-X, Madrid, 1998

COTEC, F., "Empresas y Administraciones Públicas. El papel de las diferentes Administraciones en el fomento de la innovación", ISBN: 84-95336-23-5, Madrid, 2002

COTEC, F., "Nuevos papeles de los centros tecnológicos: empresas, redes y desarrollo regional", ISBN: 84-95336-37-5, Madrid, 2004

COTEC, F., "Las relaciones en el sistema español de innovación. Libro blanco.", ISBN: 978-84-95336-72-9, Madrid, 2007

COTEC, F., "Documento de oportunidades tecnológicas Nº 25: Diseño e innovación. La Gestión del Diseño en la empresa", ISBN: 978-84-95336-78-1, Madrid, 2008

COTEC, F., "Informe Cotec: Tecnología e Innovación en España, 2009", accesible en http://www.cotec.es/publicaciones/detalle_ultima_publicacion.cfm, 2009

Cruz, L. y Sanz, L., "New Legitimation Models and the Transformation of the Public Research Organizational Field", *International Studies of Management and Organization* 37, nº1, pp. 27 – 52, 2007

Dou, H. y Dou, J. M., "Innovation Management Technology: experimental approach for small firms in a deprived environment", *International Journal of Information Management*, 19, pp. 401-412, 1999

EARTO, "Research and Technology Organizations in the Evolving European Research Area. A Status Report with Policy Recommendations", 2008, accessible en www.earto.eu/publications/

Echevarría, J., "Los señores del aire: Telépolis y el Tercer Entorno", Ediciones Destino, Barcelona, 1999.

Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L., "The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations", *Research Policy* 29, pp. 109–123, 2000

EURAB 05.037, "European Research Advisory Board Final Report: Research and Technology Organisations (RTOs) and ERA", diciembre 2005, accessible en http://ec.europa.eu/research/eurab/index_en.html

EUROPEAN COMMISSION Directorate General for Research, "Towards a European Research Area. Science, Technology and Innovation key figures 2007", Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 92-79-03450-2, 2007

EUROPEAN COMMISSION Directorate General for Research, "A more research-intensive and integrated European Research Area. Science, Technology and Competitiveness key figures report 2008/2009", Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 978-92-79-10173-1, 2008

EUROSTAT, "European Economic Statistics" Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 978-92-79-08886-5, 2008

FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología), "Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España - 2004", ISBN 84-689-2338-9, 2004

FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología), "Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España - 2006", ISBN 978-84690-8199-0, 2007

Fernández de Bobadilla, S., "Dinámicas de crecimiento y características del modelo centros tecnológicos", Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao, 2009, ISBN 978-84-9860-195-4

Fourastié, Jean, "Le grand espoir du XXe siècle", 1949 La gran esperanza del siglo XX. Barcelona: Luis Miracle, 1956. Trad. de Ernesto Schopp y Fernando Gutiérrez.

Fritsch, M. y Lukas, R., "Who cooperates on R&D?", Research Policy 30, pp.297-312, 2001

Furman, J.L., Porter, M.E. y Stern, S., "The determinants of national innovative capacity", Research Policy, 31-6, pp. 899-933, 2002

Giral, J.M., "Los centros tecnológicos: modelo y financiación", Economía Industrial, 327, pp. 87-94, ISSN: 04222784, 1999

González-Andino, A. y Sáez-Vacas, F., "Análisis del tercer entorno y su aplicación al estudio de la innovación tecnológica en las actividades socio-económicas", 2004, accesible en www.oei.es/salactsi/indice.pdf

González de la Rivera, D., "The Spanish Innovation System & the role of RTOs", EARTO Annual Conference 2008, accesible en <http://www.earto.eu/annual-conferences/>, 2008

Grimpe, C. y Sofka, W., "Search patterns and absorptive capacity: Low- and high-technology sectors in European countries", Research Policy 2008, doi:10.1016/j.respol.2008.10.006

Hall, P., "Innovation, Economics and Evolution: Theoretical perspectives on changing technology in economic systems", Harvester Wheatsheaf, Neva York, 1994.

Harris, R., Li, Q.C. y Trainor, M., "Is a higher rate of R&D tax credit a panacea for low levels of R&D in disadvantaged regions?", Research Policy 38-1, pp. 192-205, febrero 2009

Heras, I., Casadeus, M. y Karapetrovic, Stanislav, "El futuro de los sistemas de gestión de empresas basados en estándares: más allá de los sistemas de gestión de la calidad", XVI Congreso Nacional ACEDE, Valencia, septiembre 2006

Herron, C. y Hicks, C., "The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents", Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 24, pp. 524-531, 2008

- Hendrichs, N.J., "¿La calidad obstaculiza la innovación?", accesible en <http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferencia/Transferencia54/eli4-54.html>, 2001
- Hofer, R., Nones, B., Jantscher, E., Polt, W. y Weidenhofer, H., "Europäischer Benchmark der Entwicklungstrends Außeruniversitärer Forschungsinstitutionen", Informe final del proyecto RTW.2005.GF.014-01 del Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, junio 2007.
- Hollows, B., "The Role of an Innovation Centre", World Patent Information, vol. 10, nº4, pp. 234-236, 1988
- Holt, K., "Information inputs to new product planning and development", Research Policy 7, pp. 342-360, 1978.
- Humphrey, W.S. y Stanislaw, J. "Economic growth and energy consumption in the UK, 1700–1975", Energy Policy 7-1, pp.29-42, 1979
- INE, "Contabilidad Regional de España. Base 2000. Producto Interior Bruto regional. Serie 2000-2007. Cuentas de renta del sector hogares. Serie 2000-2006", Notas de prensa del Instituto Nacional de Estadística de 30 de diciembre de 2008.
- IPMA Competence Baseline Comettee, "ICB 3.0", publicado por IPMA y disponible en <http://www.ipma.ch>, 2006
- Izushi, H., "Impact on the length of relationships upon the use of research institutes by SMEs", Research Policy 32, 771-788, 2003
- Johannessen, J., Olsen, B. y Olaisen, J., "Organizing for innovation" Long Range Planning 30-nº1, pp.96-109, 1997
- Johnson, B., "An institutional approach to the small country problem", Small Countries Facing the Technological Revolution, Londres, 1988
- Jones, C.I. y J.C. Williams, "Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D", Journal of Economic Growth, 5, nº1, pp. 65-85, 2000
- Kaplan, R. y Norton, D., "The balance scorecard: Translating strategy into action", Harvard Business School Press, 1996.
- Kärkkäinen, H. y Elfvengren, K., "Role of careful customer need assessment in product innovation management- empirical analysis", International Journal of Production Economics 80, pp. 85-103, 2002

Katzi, B.R. y Crowston, K., "Competency rallying for technical innovation – The case of the Virtuelle Fabrik", *Technovation* 28, pp.679-692, 2008.

Khorsand, M., "Evaluating Industrial Benefits from RTOs: Study performed 2007 by Swedish Research Institutes", EARTO Annual Conference 2008, accesible en <http://www.earto.eu/annual-conferences/pages-annual-conference/annual-conference-2008/>

Kline, S. J. y Rosemberg, N., "An Overview on Innovation", *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, pp. 275-305, accessible en http://www.flacso.edu.mx/openseminar/downloads/innovation_overview.pdf, 1986

Lenfle, S., "Exploration and Project Management", *International Journal of Project Mangement*, 26, pp. 469-478, 2008.

López-Luján, X., Comparecencia en el Senado Español 23 de abril 2007. Disponible en http://www.senado.es/legis8/publicaciones/html/maestro/index_CS0459.html, 2007

Lundvall, B. A. "National Systems of Innovation", Pinter, London, 1992.

Malecki, E.J., "Technology and Economic Development: The Dynamics of local, regional and national competitiveness", Addison Wesley Longman Ltd., Essex, 1997

Manufuture HLG, "ManuFuture Platform Strategic Research Agenda, assuring the future of manufacturing in Europe", ISBN 92-79-01026-3, Bruselas, septiembre 2006

Marimón, R. y Quadrini, V., "Competition, Innovation and Growth with Limited Commitment", *Economics Working Papers* 933, Department of Economics and Business, Universitat Pompeu Fabra, 2005.

Mesa, J., Álvarez, J.V., Villanueva, J.M. y de Cos, F.J., "Actualización de Métodos de Enseñanza-Aprendizaje en Asignaturas de Dirección de Proyectos de Ingeniería", *Formación Universitaria*, Vol. 1, nº4, pp.23-28, 2008.

Meyer-Krahmer, F. y Guido, R., "New perspectives on the innovation strategies of multinational enterprises: lessons for technology policy in Europe", *Research Policy* 28, pp. 751-776, 1999.

McAdam, R., Keogh, W., Gallbraith, B. y Laurie, D., "Defining and improving technology transfer business and management processes in university innovation centres", *Technovation* 25, pp. 1418-1429, 2005.

McGuckin, R. H., Inklaar R., van Ark, B. y Dougherty, S. "The Structure of Business R&D: Recent Trends and Measurement Implications", The Conference Board, Economics Program Working Paper Series, New York, agosto 2004.

Mengu, M. y Grier, D., "WAITRO special report: Best practices for the management of Research and Technology Organizations", 1999, accesible en www.waitro.org

Miguel, L.J., Moñux, D., Aleixandre, G., Gómez, F.J., "Evaluación del Impacto Social de Proyectos de I+D+I: Guía Práctica para Centros Tecnológicos", ISBN: 84-607-9864-X, 2003

Modrego, A., Barge-Gil, A. y Núñez, R., "Un modelo genérico de funcionamiento de los Centros Tecnológicos españoles", Iniciativa Emprendedora 45, pp. 124-140, 2004.

Modrego, A., Barge-Gil, A. y Núñez, R., "Developing indicators to measure technology institutes' performance", Research Evaluation, volume 14, nº2, pp.177-184, 2005

Modrego, A. y Barge-Gil, A., "Measuring RTO Success: The Spanish Experience", EARTO Annual Conference 2008, accesible en <http://www.earto.eu/annual-conferences/>

Molero, J., "La Transferencia de Tecnología Revisitada: Conceptos Básicos y Nuevas Reflexiones a partir de un Modelo de Gestión de Excelencia", ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura CLXXXIV 732, pp. 637-651, ISSN: 0210-1963, 2008

Oakley, P., "The Impact of RTOs on the UK Economy", EARTO Annual Conference 2008, accesible en <http://www.earto.eu/annual-conferences/pages-annual-conference/annual-conference-2008/>, 2008

OCDE, "Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition", 2005.

OCDE, "Open Innovation in Global Networks", ISBN 978-92-64-04767-9, Paris, 2008.

Ondategui, J.C., "Tecnología y Servicios en los Centros de apoyo a la Innovación en España", Revista madri+d nº25 de septiembre de 2004 accesible en <http://www.madrimasd.org/revista/revista25/tribuna/tribuna1.asp>, 2004

OPTI-Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial, "Tecnologías de Diseño y Producción. Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo", accesible en <http://www.opti.org/publicaciones/otros.asp>, 2002

Ortega, F., Alba, C., Martínez, G.M. y Álvarez, J.V., "Integration of a software process management model with project management tools", Proceedings de la 5ª Conferencia

Internacional WSEAS en Informática Aplicada y Comunicaciones, Malta, pp. 198-203, septiembre 2005.

Parisi, M.L., Schiantarelli, F. y Sembenelli, A., "Productivity, innovation and R&D: Micro evidence for Italy", *European Economic Review* 50, pp.2037-2061, 2006

Pérez, D., "Tesis doctoral: Contribución de las tecnologías de la información a la generación de valor en las organizaciones: un modelo de análisis y valoración desde la gestión del conocimiento, la productividad y la excelencia en la gestión", Departamento Administración de Empresas, Área de Organización de Empresas, Universidad de Cantabria, SA. 669-2006 / 84-690-0666-5, 2005

Pérez-Freije, J. y Enkel, E., "Creative Tension in The Innovation Process: How to support the Right Capabilities", *European Management Journal*, nº 1, pp.11-24, 2007

Pesonen, P., van der Have, R., Saarinen, J. y Rilla, N., "Dating or mating? On the relationship of SMEs with an RTO in Finland." ISBN 978-951-38-6985-4, Espoo, 2008

Pieris, N.M., "Employee Motivation through a Performance based Reward scheme: A case study from ITI, Sri Lanka", WAITRO Networking Session - Quality and Performance in RTOs: Seminar, Conference and Workshop Proceedings, marzo 2004, accesible en <http://www.waitro.org/>

Plaza, B., "Política industrial de la comunidad autónoma del País Vasco: 1981-2001", *Economía Industrial* nº 335/336, pp. 299-314, 2000

PMI Standards Committee, "Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. AEIPRO, Zaragoza. Traducción de "A Guide to Project Management Body of Knowledge". Project Management Institute 1996 por Manuel de Cos, 1998

Polt, W. y Hofer, R., "Benchmarking: RTO Corporate Development", EARTO Annual Conference 2007, accesible en <http://www.earto.eu/annual-conferences/>

Polter, D.M., "Developments and Opportunities for European RTOs in Emerging Economies", EARTO Annual Conference 2008, accesible en <http://www.earto.eu/annual-conferences/>

Porter, M.E., "The Competitive Advantage of Nations", Free Press, 1990

Porter, M.E., "Clusters and the new economics of competition", *Harvard Business Review*, Vol. 76-6, pp. 77-91, 1998

Porter, M.E. y Stern, S., "Innovation: Location Matters", MIT Sloan Management Review, Vol. 42, No. 4, pp. 28-36, 2001.

Roberts, R., "Managing innovation: The pursuit of competitive advantage and the design of innovation intense environments", Research Policy 27, pp.159-175, 1998

Robertson, R., "Glocalización: tiempo-espacio y homogeneidad-heterogeneidad", Zona Abierta, 92/93, pp. 213-241, 2000

Robeson, D. y O'Connor, G., "The governance of innovation centers in large established companies", Journal of Engineering and Technology Management 24, pp.121-147, 2007

Rodríguez, A. y Landeta, J., "Capacidad empresarial para la absorción de I+D externa: el caso de Bizkaia", Cuadernos de Gestión Vol. 4. nº 1, pp. 11-34, ISSN: 1131 – 6837, 2004

Romero, F., "University - Industry Relations and Entrepreneurship", ECEI 2006 Proceedings, ISBN: 978-1-905305-39-1, 2006

Rosenberg, N., "Inside the black box: technology and economics", Cambridge University Press, ISBN 0521273676, 1982

Sábato, J. y Botana, N., "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", 1970, accesible en <http://www.fcs.edu.uy/enz/licenciaturas/sociologia/cts/Sabato-Botana.pdf>

Sanda, M.A., "Tesis doctoral: Four Case Studies on Commercialisation of Government R&D Agencies. An Organizational Activity Theoretical Approach", Luleå University of Technology, Department of Human Work Sciences, Division of Industrial Work Environment, 2006

Sandhya, G.D., "Knowledge Management and R&D Management", WAITRO Networking Session - Quality and Performance in RTOs: Seminar, Conference and Workshop Proceedings, marzo 2004, accesible en <http://www.waitro.org/>

Santamaría, L., "Tesis doctoral: Centros Tecnológicos, confianza e innovación tecnológica en la empresa: un análisis económico", Departamento Economía de la Empresa, Universidad Autónoma de Barcelona, 2001

Santamaría, L., Nieto, M.J. y Barge-Gil, A., "Beyond formal R&D: Taking advantage of other sources of innovation in low- and medium-technology industries", Research Policy, doi: 10.1016, 2008

Sarkees, M. y Hulland, J., "Innovation and efficiency: It is possible to have it all", *Business Horizons* 715, 2009

Schmehrer, W., Knoepfel, H. y Caupin, G., "IPMA Certification Yearbook 2004", accessible en <http://www.gpm-ipma.de/download/42CertificationYearbook2004R13.pdf>, 2005

Schmiedeberg, C., "Complementarities of innovation activities: An empirical analysis of the German manufacturing sector", *Research Policy* 37, pp.1492-1503, 2008

Schumpeter, J.A., "Business Cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the Capitalist process", McGraw-Hill Book Company, 1939

Segarra-Blasco, A. y Arauzo-Carod, J.M., "Sources of innovation and industry-university interaction: Evidence from Spanish firms", *Research Policy* 37, pp. 1283-1295, 2008

Segura, I., "Centros Tecnológicos de España: Análisis de una Realidad y Factores de Éxito en la Transferencia de Tecnología", ponencia en VI JORNADAS IBEROEKA en Cartagena de Indias, Colombia, 28 a 30 de abril de 2004

Shachaf, P., "Cultural diversity and information and communication technology impacts on global virtual teams: An exploratory study", *Information & Management*, 45-2, pp. 131-142, 2008

Sheikh, S., "How RTOs can support SMEs?— Experiences from the Austrian Cooperative Research Centres (ACR)", EARTO Annual Conference 2007, accesible en <http://www.earto.eu/annual-conferences/pages-annual-conference/annual-conference-2007/>

Silva, M., Leitao, J. y Raposo, M., "Barriers to Innovation faced by Manufacturing Firms in Portugal: How to overcome it?", MPRA Paper nº 5408, 2007, accessible en <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/5408/>

Smith, D.J., "The politics of innovation: Why innovations need a godfather", *Technovation* 27, pp.97-104, 2007

Smits, R., "Innovation Studies in the 21st century: Questions from a user's perspective", *Technological Forecasting and Social Change* 69, pp.861-883, 2002

Sternberg, R., "Innovation centres and their importance for the growth of new technology-based firms: experience gained from the Federal Republic of Germany", *Technovation* 9, pp.681-694, 1989

Tether, B.S. y Tajar, A., "Beyond industry-university links: Sourcing knowledge for innovation from consultants, private research organisations and the public science-based", *Research Policy* 37, pp.1079-1095, 2008

Tomala, F. y Sénéchal, O., "Innovation Management: a synthesis of academic and industrial points of view", *International Journal of Project Management* 22, pp.281-287, 2004

Tsai, K.H. y Wang, J.C., "External Technology sourcing and innovation performance in LMT sectors: An analysis based on the Taiwanese Technological Innovation Survey", *Research Policy*, doi: 10.1016, 2008

Tzu Li, Y. y Blais, R.A., "The Innovation Galore, from classroom to the shop floor", *Technovation* 1, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, pp.255-273, 1982

Uotila, T., Melkas, H. y Harmaakorpi, V., "Incorporating futures research into regional knowledge creation and management", *Futures* 37, pp.849-866, 2005

Veugelers, R. y Cassiman, B., "R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing", *International Journal of Industrial Organization*, 23/5-6, pp. 355-379, 2005

Wen, J. y Kobayashi, S., "Exploring collaborative R&D network: some new evidence in Japan", *Research Policy*, 30, pp.1309-1319, 2001

Westkämper, E., "Strategic Development of Factories under the Influence of Emergent Technologies", *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 56-1, pp. 419-422, 2007

Whitford, J., "The New Old Economy: Networks Institutions and the Organizational Transformation of American Manufacturing", Oxford University Press Inc., NY, ISBN: 978-0-19-928601-0, 2005

Youtie, J. y Shapira, P., "Building an innovation hub: A case study of the transformation of university roles in regional technological and economic development", *Research Policy* 37, pp. 1188-1204, 2008