



“EL DESARROLLO DE LA RED PÚBLICA DE DATOS EN ESPAÑA (1971-1991): UN CASO DE AVANCE TECNOLÓGICO EN CONDICIONES ADVERSAS”

Jorge Infante

Noviembre, 2002

Resumen

En el presente trabajo se analizan los factores técnicos, económicos, políticos y humanos que dieron lugar al nacimiento en 1971 de la primera red pública de conmutación de paquetes del mundo. También se analiza su evolución posterior que dio lugar al desarrollo de los nodos de conmutación de paquetes TESSYS basados en tecnología nacional, que fueron exportados a varios países del mundo.

1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES PÚBLICAS DE DATOS

Las redes públicas de datos tienen como objetivo poner a disposición de los usuarios medios de comunicación entre ubicaciones distintas para permitir la transmisión de información digital. De forma simplificada, este tipo de redes puede entenderse como el equivalente de la red telefónica de voz para los ordenadores y cualquier tipo de equipo que procese información digital.

Cada equipo conectado a una red pública de datos tiene asignada una dirección desde la cual se puede intercambiar información digital con otros equipos que estén también conectados a la red. Para llevar a cabo la comunicación entre equipos, la información se segmenta en paquetes de datos que transitan a través de los nodos de la red (ordenadores de propósito general en las primeras redes) y los enlaces entre estos nodos hasta llegar a su destino. En [González, 02] se puede encontrar una descripción técnica de las redes de datos centrada en el análisis de la red española X.25, Iberpac.

Las redes de datos pueden ser privadas (es el caso de las redes de área local disponibles en la mayoría de empresas), o públicas. Bajo el modelo de red pública, cualquier persona física o jurídica puede contratar conexiones a la red y realizar intercambios de información con cualquiera de los equipos terminales de datos conectados a ella y que permitan dicha comunicación. Este es el caso de la red pública IBERPAC de Telefónica, o de Internet.

En los treinta años de historia de las redes públicas, éstas han sufrido una evolución constante tanto en el uso que se les ha dado (transacciones bancarias, acceso a base de datos, búsqueda de información, envío de mensajes, etc.) como en el tipo de usuarios (grandes empresas, organismos estatales, pequeñas empresas, profesionales, público en general), en la tecnología utilizada: protocolos (RSAN, SNA, X.25, IP, etc.), los nodos de conmutación (ordenadores de propósito general, routers, grandes conmutadores,...), y en los medios físicos de transmisión (pares de cobre, cables coaxiales, fibras ópticas, radio y satélite, etc.).

2. PRIMEROS PASOS DE LAS REDES PÚBLICAS DE DATOS

Al principio de la década de los 60 se llevan a cabo las primeras experiencias de transmisión de datos entre ordenadores utilizándose equipos de modulación-demodulación (módems) que permitían conectar dos ordenadores a través de un enlace telefónico de transmisión de voz.

En la segunda mitad de la década de los años 60 se produce una expansión del uso de grandes servidores de computación. La utilización que se hace de estos servidores conlleva la necesidad de compartir la capacidad de proceso entre varias ubicaciones (sistemas de tiempo compartido¹ y sistemas de teleproceso), lo cual implica una necesidad cada vez mayor de establecer conexiones entre ordenadores y terminales alejados físicamente entre sí. Si bien estas necesidades se van cubriendo mediante la utilización de enlaces punto a punto digitales y conexiones telefónicas, este tipo de soluciones presentaba varios problemas:

- 1.- Las conexiones telefónicas tenían una velocidad y una calidad excesivamente bajas para las necesidades de crecimiento de comunicación entre ordenadores.
- 2.- Las líneas dedicadas, siendo de una calidad y velocidad mayores, suponían un alto coste, agravado por la necesidad de desplegar una línea por cada par origen-destino, lo cual tiene como consecuencia el despliegue de un número muy elevado de conexiones que tenía un coste prohibitivo.
- 3.- El patrón de tráfico de los ordenadores es radicalmente distinto al de la voz: la comunicación de datos se produce a ráfagas con largos silencios intermedios, lo cual implica que el uso de circuitos de voz supone desaprovechar gran parte de la capacidad de éstos que no son utilizados durante estos silencios entre envíos consecutivos de datos.

Ante esta situación, se plantean varias iniciativas que pretenden optimizar el uso de los medios de telecomunicación y aumentar velocidad y prestaciones:

- En el entorno no comercial (académico y militar) surge la ARPANET que posteriormente terminará configurando la red pública de datos mundial: Internet. Tanto ARPANET como la red experimental Mark I desarrollada en el Reino Unido [Abatte, 99] se basan en utilizar ordenadores como nodos de conmutación, y en fragmentar la información en paquetes de datos que se envían a través de la red por diversos caminos y posteriormente son puestos en orden y reagrupados en el nodo destino. Este esquema permitía optimizar y flexibilizar el uso de la red para los patrones de tráfico de las comunicaciones de datos².
- Comienzan a proliferar las redes privadas de datos basadas en protocolos específicos de los fabricantes de equipos y orientadas a necesidades concretas.

¹ En esta época en que todavía no se vislumbraba la factibilidad de los pequeños ordenadores, el tiempo compartido era el modelo bajo el cual se preveía que se iba a extender la utilización de las técnicas de computación: grandes servidores a los cuales se conectan remotamente muchos usuarios compartiendo la capacidad de proceso [Abatte, 99] .

² Bajo este modelo, varias comunicaciones simultáneas pueden compartir un único enlace.

Los operadores de telefonía (grandes corporaciones que actúan en un entorno monopolístico y en el caso europeo son organismos estatales o cuasi-estatales), se plantean el despliegue de redes orientadas a la transmisión de datos para cubrir este mercado y evitar la proliferación de redes privadas construidas por los propios clientes [Rodríguez et al., 98] . Para ello, la tecnología que se adopta por estos operadores se fundamenta en la utilización como nodos de la red de centrales de conmutación de voz (red pública de datos sobre conmutación de circuitos), estableciéndose un camino exclusivo a través de la red para el envío de información en cada comunicación, y enviándose ésta sin fragmentar, al contrario que el mecanismo utilizado en ARPANET y Mark I, donde la información se fragmenta en paquetes y se utilizan ordenadores como nodos de conmutación, al objeto de optimizar la utilización de la red en la transmisión de contenidos digitales.

El modelo basado en conmutación de circuitos adoptado por la mayoría de operadores estadounidenses y europeos para el desarrollo de las redes de datos, supuso que los operadores de telecomunicación se retrasasen varios años (véase en la Tabla 1 las fechas de disponibilidad de redes de conmutación de paquetes) en disponer de redes públicas de conmutación de paquetes, tecnología más avanzada y adaptada a las comunicaciones de datos. Las razones por las cuales los operadores de telecomunicación no adoptaron en un primer momento la tecnología de conmutación de paquetes fueron las siguientes:

- 1.- La utilización de ordenadores como nodos de conmutación de la red era una propuesta arriesgada en aquel momento, no habiendo sido probada ni considerándose factible en la mayoría de foros técnicos [Abatte, 99] .
- 2.- Los ingenieros que trabajaban en operadores de telecomunicación estaban ampliamente formados en equipos de transmisión y conmutación de voz, pero, en general, estaban poco introducidos en las técnicas de computación.

Estos dos factores motivaron que la gran mayoría de operadores se centrara en el desarrollo de redes evolucionadas a partir de los diseños existentes de conmutación de voz en vez de adoptar el enfoque radicalmente novedoso propuesto por los expertos en computación.

Para completar la visión de este periodo resulta muy esclarecedor acudir a las actas del primer congreso de implicaciones e impactos de la comunicación de ordenadores celebrado en Washington en 1972 ([Kimbel, 72] y [Larsson, 72]). Según se puede observar en este documento, las administraciones de los países más desarrollados son conscientes del potencial de las redes de comunicación de datos para el desarrollo de la economía, así como de los nuevos servicios que se pueden construir sobre ellas. En [Kimbel, 72] se puede acceder a la descripción de los servicios que se vislumbraban entonces (envío de mensajes, teleconferencias, accesos a bases de datos, etc.) y que hoy día suministra Internet.

En [Larsson, 72] y [Ohlmer, 72] se muestra cómo la gran mayoría de los operadores europeos tienen planes o están construyendo en estas fechas sus redes de datos nacionales, basándose todas ellas en la evolución de la red de voz y no en las propuestas técnicas de ARPANET y Mark I. Ninguna de estas administraciones dispone a

principios de los años 70 de una red pública de datos. En la tabla siguiente se muestra las fechas de disponibilidad de redes públicas de datos en diversos países de la OCDE.

| | RED DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES | AÑO DE ENTRADA EN SERVICIO | RED DE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS |
|-------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| España | RETD/RSAN | 1972 | NO |
| | IBERPAC X.25 | 1985 | NO |
| Alemania | DATEX-P | 1981 | DATEX-L |
| Austria | DATEX-P | 1983 | DATEX-L |
| Bélgica | DCS | 1982 | NO |
| Dinamarca | DATAPAK | 1984 | DATEX |
| Finlandia | DATAPAK | 1984 | DATEX |
| Francia | TRANSPAC | 1978 | CADUCEE |
| Holanda | DN-1 | 1981 | NO |
| Irlanda | EIRPAC | 1984 | NO |
| Italia | ITAPAC | 1985 | RFD |
| Luxemburgo | LUXPAC | 1983 | NO |
| Noruega | DATAPAK | 1984 | NPDN |
| Portugal | TELEPAC | 1984 | NO |
| Reino Unido | PSS | 1981 | NO |
| Suecia | DATAPAK | 1985 | NPDN |
| Suiza | TELEPAC | 1983 | NO |
| EEUU | TYMNET/TELENET | 1975 | Sin Datos |
| Canadá | GLOBEDAT | 1977 | Sin Datos |

Tabla 1: Fechas de puesta en funcionamiento de redes de conmutación de datos en el mundo.

Fuente: Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1987 [MITC, 87] .

En ninguna de las ponencias presentadas en el congreso de comunicación de ordenadores en 1972 figuran ponentes españoles, ni se menciona el estado de desarrollo o planes de la administración española a este respecto, a pesar de presentarse ponencias centradas en el desarrollo de las redes públicas de datos en Europa (Ohlmer, 72] y [Larsson, 72]). Este hecho evidencia una fuerte desconexión entre los equipos de trabajo españoles en este área y sus colegas europeos y estadounidenses.

3. EL NACIMIENTO DE LA RED DE CONMUTACIÓN DE DATOS EN ESPAÑA

El 30 de Julio de 1971 se procede a la inauguración de la primera red pública de conmutación de paquetes del mundo³ en la central madrileña de Velázquez. En este acto, el entonces ministro de la Gobernación antes de pulsar el botón de puesta en funcionamiento del sistema, pronunciaba, no sin cierta candidez, las siguientes palabras:

³ Existen experiencias previas como la red experimental Mark I desarrollada en el Reino Unido que no recibe apoyo por parte del operador británico (British Telecom.) [Abatte, 99] y no presta servicio comercial, aunque sirve de referencia en el modelo de ARPANET. La Red Pública de transmisión de datos alemana estuvo disponible en 1969 [BIT, 85] , no obstante, estaba basada en las técnicas de conmutación de circuitos que posteriormente fueron abandonadas por todos los operadores.

“Yo no sé muy bien qué es esto, pero si es para el bien de los españoles, ¡queda inaugurado!”⁴ [Rodríguez et al., 98] .



Figura 3-1: Acto de inauguración de la RETD.

Fuente: "25 Años de la Transmisión de Datos" [Rodríguez et al., 98]

La Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) utilizaba como nodos de conmutación ordenadores de propósito general Univac 418 III, así como un conjunto de protocolos denominados RSAN (Red Secundaria de Alto Nivel), diseñados por los ingenieros de Telefónica a partir de los principios básicos de los protocolos utilizados en ARPANET en aquel momento.

Tal como se ha presentado en el apartado anterior, este desarrollo es pionero, al ser la primera red de conmutación de paquetes comercial instalada en el mundo. El entorno en que se produjo este avance tecnológico no era precisamente el más adecuado de acuerdo a la teoría y evidencia empírica sobre las condiciones más favorables para la innovación: un contexto político carente de libertades, con pocas conexiones internacionales, e indiferente en la práctica al valor estratégico de estar a la cabeza de los avances tecnológicos, una industria débil, y una inversión en investigación y desarrollo prácticamente inexistente en comparación con los países más avanzados. Como muestra, puede servir el diagrama mostrado en la Figura 3-2, en que se representa la inversión en I+D respecto al PNB y el porcentaje de personal empleado en I+D en los años 70 para algunos de los países que lideran la evolución tecnológica en esta época. A pesar de todos estos factores desfavorables, nació la RETD, cuyo proceso de gestación se analiza a continuación.

⁴ El desconocimiento expresado por el ministro contrasta con las declaraciones y actuaciones del presidente del gobierno inglés en los años 60 que creó un ministerio de la tecnología e impulsó el desarrollo de la tecnología de computación en el Reino Unido, ante el riesgo de obsolescencia tecnológica de la industria informática de este país [Abatte, 99] .

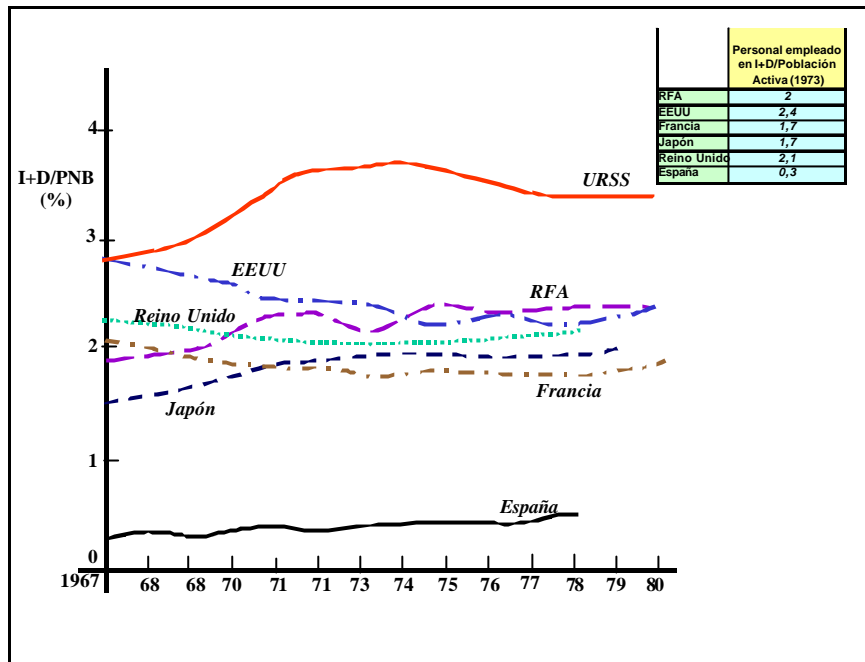


Figura 3-2: Gasto en I+D respecto al PNB en diversos países en los años 70

Fuentes: [BIT, 83] y [Surisi, 83].

A partir de la llegada a España de los primeros ordenadores gracias al tratado de ayuda norteamericana, se empiezan a realizar en este país las primeras experiencias de comunicación de ordenadores vía módem al principio de los años 60. El primer circuito de datos configurado por Telefónica se despliega para comunicar el ordenador de la base militar estadounidense de Rota con Washington [Arroyo, 98]. A finales de los años 60 se instalan las primeras redes privadas de datos en España, siendo pioneras RENFE en 1968 e Iberia en 1969, estando ambas redes orientadas a la gestión en tiempo real de reservas y billetes. También La Caixa instala el primer sistema de teleproceso de la banca española desplegando para ello una red privada propia [Arroyo, 98].

La banca española jugó un papel clave en la temprana disponibilidad de la red de datos, ya que existía una situación en el contexto legal español que marcó la diferencia con el resto de países occidentales: la protección legal del cheque era en aquellos momentos (y siguió siendo después) inferior a la del resto de países occidentales, lo cual suponía que se producía un fraude mayor en la extensión de cheques sin fondos.

Esta situación supuso que los bancos españoles llevasen a cabo una instalación temprana de sistemas de teleproceso que permitiesen controlar en tiempo real el estado de las cuentas de sus clientes, así como mejorar la calidad de los servicios bancarios [Lacasta, 98]. El despliegue de este tipo de sistemas suponía un coste muy elevado en comunicaciones, al ser necesario contratar líneas de voz con costes elevados para conectar todas las sucursales bancarias con el ordenador central, o contratar circuitos digitales punto a punto con un coste asociado aún mayor.

En este contexto, la compañía Telefónica decide pulsar en 1968 la opinión de los grandes bancos sobre la necesidad y oportunidad de crear una red específica de transmisión de datos, recibiendo una respuesta positiva por parte de Banesto [L&M, 02], que en 1969 acomete un proyecto de implantación de un sistema de teleproceso con conexión a las 3000 sucursales bancarias ampliamente desplegadas en el territorio

nacional, para lo cual requiere a Telefónica una solución de conectividad que permita abaratar los costes derivados de la contratación de las correspondientes líneas.

A partir de esta petición, cuatro ingenieros de Telefónica⁵, viajan a EEUU con el fin de seleccionar la tecnología más adecuada para construir una red de transmisión de datos que permita cubrir esta necesidad planteada por Banesto e incorporar posteriormente más clientes y servicios [Rodríguez et al., 98] . En este viaje, se visita la red de conmutación de circuitos de Western Union, mostrándoles como alternativa Ignacio Vidaurrázaga, a la sazón personal de Univac (y que posteriormente se incorporaría a Telefónica jugando un papel clave en el nacimiento y evolución de la RETD), la red de conmutación de mensajes de la American Bank Association, que seguía los principios de diseño básicos de conmutación de paquetes de ARPANET.

Bien por la proximidad del caso de aplicación mostrado a las necesidades inmediatas de Telefónica (construir una red de datos para necesidades de un banco), bien por una visión técnica y de negocio avanzadas, bien por la carencia de proyectos de desarrollo de redes de conmutación de circuitos para transmisión de datos, que sí existían en otros operadores, o –probablemente- por una combinación de estos factores, Telefónica se inclinó por utilizar la tecnología de conmutación de paquetes, lanzando un concurso para la construcción de la red a finales de 1979 que fue ganado por Univac⁶.

En un tiempo record se construye la red, estando fuertemente involucrado el personal de Univac en el desarrollo de protocolos específicos que son diseñados por ingenieros de la Telefónica. No se dispone de datos relativos a los recursos humanos y materiales empleados, pero no debieron ser muy elevados, ya que entonces el desarrollo de este tipo de tecnologías se llevaba a cabo con proyectos a los que se destinaban pocos ingenieros, aunque de alto nivel. En el aspecto de los recursos materiales, la red inicial se despliega con un único nodo (lo cual reduce en gran medida el coste de implantación inicial), si bien unos meses después, ya comprobada la factibilidad del proyecto, se amplía el número de nodos.

De lo expuesto anteriormente se deducen las razones de la temprana disponibilidad de la red pública de conmutación de paquetes en España respecto a otros países más avanzados tanto en lo que respecta a investigación y desarrollo, como a otros parámetros de desarrollo económico:

1.- Existía una gran presión por parte de clientes con capacidad económica importante en un momento en que empezaba a ser factible el desarrollo de este tipo de redes. Esto permitió abordar el proyecto en un momento clave y con un fuerte impulso comercial, que de otra forma no hubiera sido posible, habida cuenta de los ínfimos recursos destinados en el país a la investigación y desarrollo.

⁵ Jesús Manjarrés, Santiago Herrera, Ignacio Angulo y José María Vázquez Quintana (que ocupa actualmente la presidencia de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, habiendo ocupado importantes cargos en Telefónica, entre ellos la presidencia de los laboratorios de Investigación y Desarrollo de esta compañía) .

⁶ En la entrevista realizada en el Boletín de Ingenieros de Telecomunicación al propio Ignacio Vidaurrázaga en 1997 [BIT, 00] , se indica que “Con aquella licencia nos metimos en la conmutación de paquetes sin saber muy bien a dónde íbamos...”.

2.- Paradójicamente, la falta de proyectos de investigación y desarrollo de redes de transmisión de datos y de soporte institucional, facilitó que la elección de la tecnología pudiese realizarse sin condicionantes asociados a líneas de desarrollo ya abiertas, canalizando los esfuerzos a una solución más adecuada a las necesidades del momento, al contrario de la mayoría de operadores europeos que sí estaban trabajando en redes basadas en conmutación de circuitos y que posteriormente tuvieron que abandonar debido a su inferioridad técnica respecto a la conmutación de paquetes.

3.- En el proyecto estuvieron involucrados profesionales de elevada competencia técnica que, aún siendo probablemente un número reducido, pudieron llevar a cabo satisfactoriamente el proyecto, ya que para su desarrollo no eran necesarias en este momento inversiones elevadas, ni disponer de una red de investigación amplia y bien conectada.

Una vez que la RETD entró en funcionamiento tuvo un éxito importante, produciéndose en sus primeros años un crecimiento espectacular en número de conexiones, e incorporándose la gran mayoría de bancos españoles, así como otras instituciones que hacían uso de sistemas de teleproceso y tiempo real.

A partir de 1974 se incorpora Ignacio Vidaurrázaga a Telefónica para dirigir la División de Informática, cuya misión es la comercialización, mantenimiento y evolución de la red de transmisión de datos, funcionando esta unidad de forma muy autónoma respecto al resto de departamentos de Telefónica [Vidaurrázaga, 98] . Esta organización incluía su propia unidad comercial y enfocaba las decisiones de diseño y evolución a los clientes principales del servicio de transmisión de datos: los bancos y cajas de ahorros [Vidaurrázaga, 98] y [Rodríguez et al., 98]

En 1975 para aumentar las prestaciones, los ordenadores utilizados como nodos de conmutación de paquetes son sustituidos por equipos Honeywell 716 (Figura 3-3). A finales de este año, según se indica en la correspondiente memoria de Telefónica y en [Rodríguez et al., 98] , se dispone de 1.279 conexiones a la red, habiendo sido el crecimiento de 906 conexiones respecto a las 373 existentes a finales de 1974.



Figura 3-3: Ordenadores Honeywell utilizados en la RETD

Fuente: "25 años de transmisión de datos" [Rodríguez et al., 98]

4. DESARROLLO DE TECNOLOGÍA PROPIA: EL TESYS-A

Durante los años 1977 y 1978 se producen varios hechos que propician un contexto favorable para el desarrollo de tecnología nacional en el núcleo de la red:

1.- Los ordenadores de propósito general Honeywell 716 que se utilizan como nodos de la red dejan de fabricarse, sin que exista por parte de la compañía suministradora una política clara de sustitución, lo cual supone que era necesario rediseñar el código completamente para los nuevos equipos que se adoptasen como nodos de red.

2.- La Academia de Ciencias de la antigua Unión Soviética se interesó por la posibilidad de implantar la RETD en la URSS, no siendo posible transferir la tecnología implantada ya que los equipos Honeywell estaban sujetos a los acuerdos de España con EEUU que impedían la transferencia de este tipo de tecnologías al bloque soviético.

3.- En 1975 el Comité Internacional de la Telecomunicaciones (actualmente ITU, organismo dependiente de la ONU), publicó las especificaciones de los protocolos de datos para redes de conmutación de paquetes (X.25) que servirían de referencia para la normalización mundial de las redes públicas de datos implantadas por los operadores de Telecomunicación. Telefónica participó activamente en dicha especificación⁷ y pudo comprobar directamente que estaba muy avanzada respecto a la gran mayoría de operadores que habían tomado como modelo la conmutación de circuitos. Como muestra del nivel tecnológico alcanzado, sirva un informe del Departamento de Comercio de EEUU en el que se afirma que *“España tiene una de las redes de Transmisión de Datos más evolucionada tecnológicamente del mundo...la mayor parte de los países avanzados están en fase experimental o han iniciado el desarrollo de redes que utilizan la misma tecnología de conmutación de paquetes que la española”* [De las Heras, 98].

3.- Unos años antes, en 1975, el Instituto Nacional de Industria junto con Telefónica y la multinacional japonesa Fujitsu⁸ había creado una empresa, SECOINSA (BIT, 01) y [Rodríguez, 98]), con el objetivo de impulsar el desarrollo de industria nacional en el campo de la informática, con lo que se disponía de un punto de apoyo nacional para llevar a cabo el desarrollo correspondiente.

Sobre estas bases, se tomó la decisión de abordar el desarrollo de un ordenador especializado en la conmutación de datos al que se denominaría TESYS, acrónimo de las empresas participantes: Telefónica como contratista responsable de especificaciones y pruebas, SECOINSA como empresa responsable del desarrollo del equipamiento hardware y software del sistema, y SYTRE, responsable de armazones y fuentes de alimentación. Posteriormente, en 1985, se crearía la empresa Telefónica Sistemas que tendría entre sus objetivos el soporte y comercialización de esta tecnología.

⁷ La reunión plenaria en la que se definió X.25 tuvo lugar en Torremolinos y Telefónica realizó posteriormente importantes aportaciones en la definición de detalle de estos protocolos [Rodríguez et al., 98].

⁸ La participación de Fujitsu era entonces minoritaria [González, 95].



Figura 4-1: Fábrica de Secoinsa/Fujitsu en Málaga

Fuente: Página Web de Fujitsu (www.fujitsu.es)

El proyecto TESYS comenzó el 2 de Mayo de 1978 llegando a estar implicadas por solo por parte de Secoinsa alrededor de un total de 55 personas⁹. En el desarrollo del Tesys participaron ingenieros de Madrid, Málaga y Barcelona¹⁰ siendo una etapa profesional clave para estos ingenieros y para la puesta en funcionamiento del parque tecnológico de Andalucía en Málaga [Romera, 00]. Así mismo, Amper Datos fabricó gran parte de los conmutadores que se implantaron en la red y participó junto con Secoinsa en la ingeniería del proyecto. Los principios de diseño que se aplican en el proyecto son muy innovadores en su momento (multiproceso, protocolo token ring, posteriormente aplicado por IBM en las redes de área local¹¹), si bien el escaso contacto con grupos de investigación y desarrollo de otros países impide su capitalización en otros ámbitos.

En 1982 se instaló el primer equipo Tesys en la RETD bajo los protocolos específicos diseñados por Telefónica (RSAN), siendo 1985 el año en que se implanta el protocolo X.25 definido como estándar internacional por parte del CCITT¹². Aprovechando la actualización tecnológica de la red, se cambia el nombre de ésta, pasando a denominarse IBERPAC. Durante un largo tiempo convivirán los servicios basados en el protocolo RSAN con los servicios sobre X.25, no produciéndose hasta 1996 el cierre definitivo de los servicios sobre el protocolo RSAN.

⁹ Dato estimativo obtenido en entrevista con el responsable del diseño software en Secoinsa del proyecto, Rafael Belinchón.

¹⁰ El equipo de desarrollo de Barcelona estaba adscrito a Telesyncro, empresa que en 1971 fabricó el primer ordenador español y que posteriormente fue absorbida por SECOINSA.

¹¹ En las referencias [GALINDO, 81], [Medina, 89a] y [Medina, 89b] pueden consultarse con más detalle los aspectos de arquitectura hardware y software del TESYS.

¹² Telefónica implanta X.25 con varios años de retraso respecto a la mayoría de países europeos, tal como puede observarse en la Tabla 1 (Iberpac/X.25). Este hecho se debe principalmente al énfasis en la compatibilidad con los equipos de datos de los clientes, que no soportaban en su mayoría X.25 y sí estaban adaptados a los protocolos RSAN de Telefónica.



Figura 4-2: Fotografía de sistema Tesys-5¹³

Fuente: "25 años de transmisión de datos" [Rodríguez et al., 98]

5. EXPORTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y EXPANSIÓN DEL SERVICIO DE DATOS

A lo largo de los años 80, una vez que se dispone de los nodos Tesys, rinde fruto positivo el esfuerzo de investigación y desarrollo realizado, así como la experiencia en la gestión de la red pública de datos. Varios países del mundo se interesan en la adquisición de los nodos Tesys [Manjarrés, 98] , adquiriendo estos equipos el segundo operador de Canadá, así como las administraciones de telecomunicaciones de Grecia, Argentina y Noruega [BIT, 87] . No se consigue cerrar operaciones de venta con países del bloque soviético a pesar del interés de varios de estos países debido, una vez más, a que España había firmado acuerdos de transferencia de tecnología con EEUU que impedían, además de la transferencia de tecnología estadounidense, la exportación de tecnología nacional de doble uso civil-militar a países del otro lado del telón de acero.

Durante este periodo, Telefónica asesora y realiza experiencias piloto para varios países latinoamericanos, asumiendo la presidencia de la comisión de estudios de desarrollo de redes de datos en la Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicación (AHCIET) [De las Heras, 98]. Así mismo, se establece un acuerdo con EDS para comercializar los equipos en EEUU [De las Heras, 98], si bien con nulo éxito [Rodríguez et al., 98] .

Aunque el núcleo del producto Tesys estaba muy avanzado tecnológicamente, su internacionalización no es aún mayor debido a que no estaba concebido originalmente hacia la exportación, sino orientado principalmente a cubrir necesidades de Telefónica. Esto supuso que el producto tuviese carencias en lo que respecta al soporte y mantenimiento internacional, así como en las facilidades de gestión de la red, que eran básicas. Resulta interesante comprobar cómo ya se consideraba la posibilidad por parte de sus diseñadores de utilizar estos equipos como nodos de conmutación en redes de área local [Romera, 89] , esto es, cómo routers, tecnología que le permitiría posteriormente a Cisco Systems pasar a ser una de las multinacionales con más ingresos

¹³ Existían varios modelos del equipo Tesys. El mostrado en la figura es el más grande ellos, que disponía de 5 procesadores y fue utilizado en el núcleo de la red como nodo de tránsito.

del mundo. No se han encontrado referencias de intentos de comercialización o evolución tecnológica en esta línea.

En lo que respecta a la evolución de la red de datos, ya denominada IBERPAC, se produce un gran crecimiento durante los años 80. Sus principales clientes son las entidades bancarias. En la tabla se muestra de forma comparativa el reparto de clientes en Europa y en España en 1979. En ambos casos puede observarse una preponderancia de los clientes bancarios (alrededor del 30% del mercado¹⁴) lo cual supone una alta concentración de servicios en pocos clientes con intereses comunes. Esto determina que la evolución a lo largo de este periodo esté marcada fundamentalmente por las necesidades de este tipo de clientes.

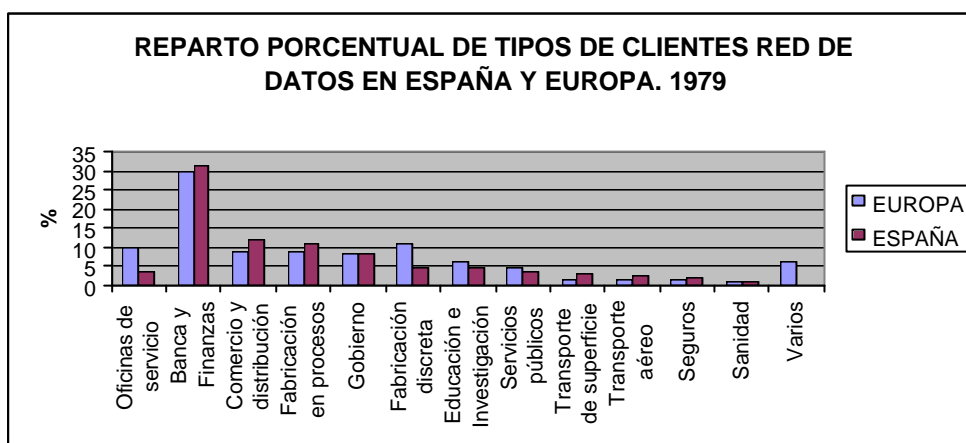


Tabla 2: Distribución porcentual de tipos de clientes de la red de datos en España y Europa

Fuente: Elaboración propia a partir de "Servicios de Transmisión de Datos" [JUTGLÁ, 89] y Ministerio TTC [MTTC, 87]

En la Tabla 2 puede observarse también una debilidad adicional en el mercado español en lo que respecta a un menor número de clientes de servicios e industriales (fabricación), lo cual supone una concentración mayor aún de los tipos de clientes que en el caso europeo. Esta situación, si bien se va suavizando a lo largo de los años 80 al irse extendiendo la utilización de ordenadores y su conexión a través de redes de datos¹⁵ (véase la Tabla 3), derivará en una evolución tecnológica y de servicios orientada principalmente a las necesidades de este tipo de clientes en los países europeos y de una forma más acusada en España.

¹⁴ Las estadísticas del Ministerio [MTTC, 87] muestran un valor bastante más elevado de cuota de mercado de la banca como cliente para España (58% del mercado) que el mostrado en la gráfica. Se ha optado por utilizar para España el valor inferior indicado en [JUTGLÁ, 89] (alrededor del 31%), ya que este autor indica como fuente original el departamento de comercial de Telefónica, que puede ser una fuente más fiable. En cualquier caso, ambas fuentes indican una preponderancia muy grande de la banca como cliente principal de la RETD.

¹⁵ Una vez más los datos del Ministerio de Obras Públicas y Transportes muestran unos valores bastante más elevados de participación de la banca como cliente de IBERPAC, ascendiendo en el informe de 1985 a un porcentaje del 77,5 % del mercado de IBERPAC en la banca [MTTC, 86] Al objeto de realizar una estimación conservadora y dado que la fuente citada por Jutglá es directamente el departamento comercial de Telefónica, se ha preferido tomar como referencia [JUTGLÁ, 89] .

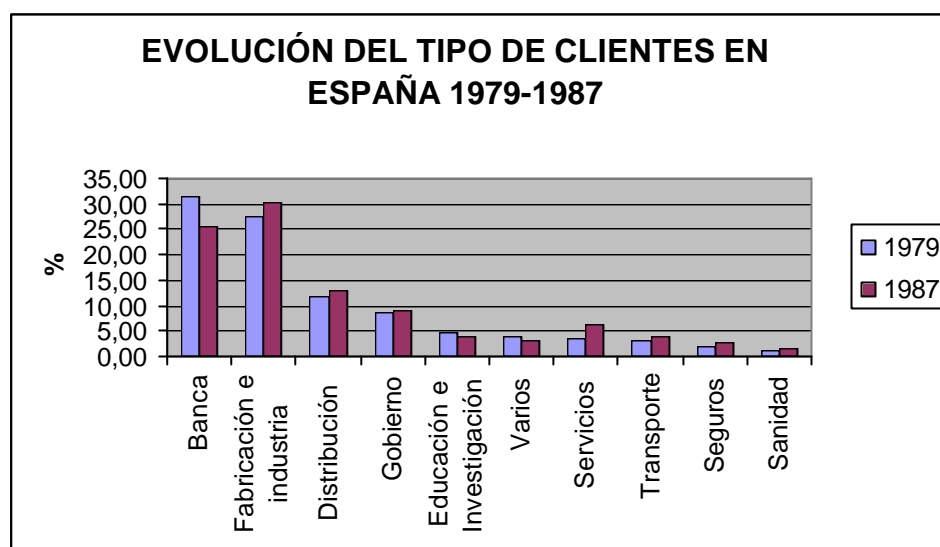


Tabla 3: Evolución del tipo de clientes en España (1979-1987)

Fuente: Elaboración propia a partir de "Servicios de Transmisión de Datos" [JUTGLÁ, 89] ..

Al igual que en el resto de Europa, los servicios de datos experimentan en España un crecimiento importante durante toda la década de los años 80, que continuará en los años 90 sobre las diversas tecnologías de transmisión de datos y recibirá un fuerte impulso con la extensión del servicio a los clientes residenciales vía Internet.

| | Equipos conectados a redes públicas de datos | | | | Equipos conectados a redes públicas de datos/PNB (Equipos x 10⁴)/\$ | | | |
|------------------|---|---------------|---------------|---------------|---|-------------|-------------|-------------|
| | 1982 | 1984 | 1986 | 1988 | 1982 | 1984 | 1986 | 1988 |
| Austria | 161 | 2.254 | 6.115 | 9.148 | 0,02 | 0,33 | 0,82 | 0,78 |
| Bélgica | | 305 | 1.035 | 6.680 | 0,00 | 0,04 | 0,11 | 0,47 |
| Dinamarca | 688 | 4.800 | 10.750 | SD | 0,11 | 0,84 | 1,66 | |
| España | 12.790 | 24.807 | 27.632 | 45.626 | 0,63 | 1,47 | 1,48 | 1,51 |
| Francia | 10.549 | 23.500 | 166.179 | 61.350 | 0,16 | 0,43 | 2,79 | 0,68 |
| Irlanda | 88 | 146 | 682 | 1.881 | 0,05 | 0,08 | 0,37 | 0,69 |
| Portugal | | | 481 | 2.615 | 0,00 | 0,00 | 0,21 | 0,70 |
| RFA | 90.000 | 108.631 | 146.409 | 184.342 | 1,19 | 1,58 | 2,00 | 1,63 |
| Suecia | 2.073 | 11.798 | 21.663 | 33.464 | 0,18 | 1,18 | 1,95 | 2,06 |
| Suiza | 172 | 992 | 3.100 | 6.731 | 0,02 | 0,09 | 0,27 | 0,37 |

Tabla 4: Datos sobre líneas conectadas a la red de datos para algunos países

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio Obras Públicas y Transportes [MOPT, 91] y Banco Mundial [World Bank, 91]

En la Tabla 4 se puede observar la evolución de líneas contratadas sobre las redes públicas de datos en España y en diversos países europeos a lo largo de los años 80. En la parte derecha de la tabla se muestra una comparación con el producto nacional bruto, deduciéndose que en esta década España se encuentra en una situación comparable a los países más desarrollados de Europa (RFA, Suecia, Dinamarca) en lo que respecta al número de líneas, lo que es una consecuencia de la pronta disponibilidad de la red de datos en este país.

Si se acude a los datos relativos a las velocidades de estas líneas [MTTC, 87], se observa que la gran mayoría de las líneas españolas en 1982 son de baja velocidad (sólo el 2%

de las líneas son de más de 1200 bps en comparación con el 89% de la RFA, el 91% de Dinamarca o el 83 % de Francia). Esto se debe probablemente a dos factores combinados: la temprana disponibilidad de la red española, que incorpora líneas en la red pública antes, y por tanto de menor velocidad, así como que existían unos niveles menores de inversión tecnológica por parte de las empresas españolas.

La comunicación entre ordenadores puede llevarse a cabo no sólo sobre la red pública de datos, sino también a través de la red conmutada de voz (para velocidades bajas) y sobre circuitos dedicados de datos (para velocidades elevadas), siendo estos dos últimos mecanismos de comunicación muy utilizados en países con disponibilidad tardía de la red de datos. Es por esto que resulta necesario comparar el número total de módems, puesto que este número es el que refleja mejor la extensión total de los servicios de comunicación de ordenadores en los diversos países, ya que la comparación relativa a líneas de la red de datos en el caso español, está incluyendo comunicaciones que en otros países se realizan a través de la red telefónica.

En la Tabla 5 se muestran estos datos para 1982, observándose que en España existe en estas fechas también un parque elevado de módems, aún ponderando con el Producto Nacional Bruto (PNB). Esto es, las comunicaciones de datos están muy extendidas en esta época en España, si bien muchos de los módems de baja velocidad se conectan a través de la red pública de datos.

| | MODEMS | MODEMS/PNB (Modems x 10 ⁴ /€) |
|------------------|--------------|---|
| Austria | 14159 | 1,91 |
| Bélgica | 19649 | 1,85 |
| Dinamarca | 18016 | 2,91 |
| España | 52390 | 2,60 |
| Francia | 100296 | 1,55 |
| Irlanda | 2900 | 1,51 |
| Portugal | 921 | 0,37 |
| RFA | 147855 | 1,95 |
| Suecia | 51905 | 4,39 |
| Suiza | 22331 | 2,05 |

Tabla 5: Módems en diversos países europeos y comparación con el PNB (1982).

Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas en [MITC, 86] , [MITC, 87] y [World Bank, 91]

En la década de los años 80 se crean una serie de servicios basados en los protocolos X.25, que serán los precursores de los servicios equivalentes basados en Internet. Como servicios clave se comercializan el videotex y el teletex (en España, Ibertex) [BEOBIDE et al., 92] que tendrán un éxito limitado para popularizar los servicios de datos¹⁶ y, en cualquier caso, muy inferior al que tienen posteriormente los servicios basados en Internet.

¹⁶ Con la excepción del Minitel, el Teletex francés que tiene un amplio éxito gracias a la distribución de terminales subvencionados por France Telecom, combinada con contenidos atractivos para el gran público.

Así mismo, en las administraciones y operadores europeos existen unas expectativas fuertes de crecimiento y extensión al gran público de estos servicios ([Granger et al., 92] , [Sánchez-Laulhe, 92] y [Lera, 86]) que incluyen accesos a bases de datos públicas, correo electrónico adaptado a los protocolos X.25 (X.400) y comercio electrónico (EDI), siendo, por el contrario, la actitud de la administración y empresas norteamericanas tibia y escéptica¹⁷. La mayoría de estos servicios fracasan como proyecto comercial, siendo una de las excepciones la aplicación de los servicios de datos en la automatización de pagos tanto en comercios (datáfonos) como en las operaciones bancarias de sucursal (cajeros automáticos) cuya extensión se lleva a cabo con especial profusión en España.

Este tipo de servicios (datáfonos y cajeros automáticos) fueron de implantación muy temprana en España y han disfrutado de un crecimiento bastante más grande que en el resto del mundo. La empresa Telettra España (filial de Telettra Italia y hoy día desaparecida en el proceso de absorción por parte de Alcatel) fue pionera en la fabricación de datáfonos (se llegaron a fabricar antes de la citada absorción 100.000 datáfonos), habiéndose incorporado más empresas a lo largo del tiempo a la producción de este tipo de equipamientos y llegando suponiendo un mercado importante para las empresas del sector.

En lo que respecta a los Terminales Punto de Venta (TPVs, también llamados datáfonos), la evolución ha sido espectacular en España, siendo actualmente el primer país del mundo en lo que respecta a densidad de datáfonos respecto al número de habitantes, tal como se refleja en la Tabla 6 para el año 1997. El 95 % de los equipos que se encuentran instalados en España han sido fabricados por empresas ubicadas en el territorio nacional, siendo hoy todavía uno de los pocos sectores de los productos y sistemas de telecomunicación en que España es líder internacional.

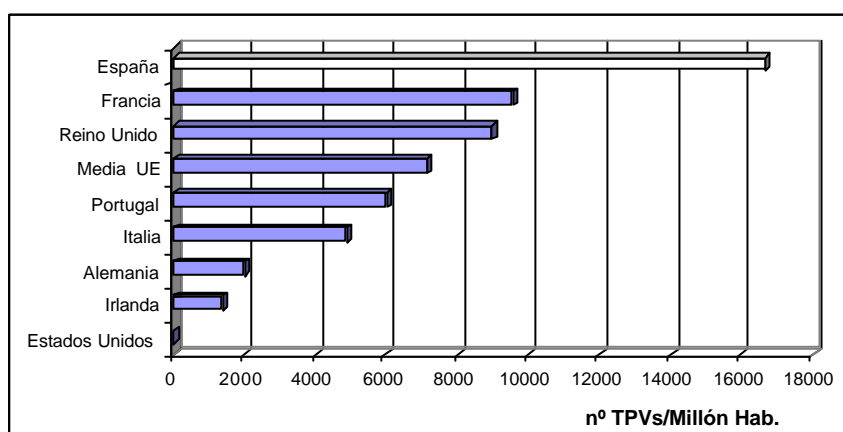


Tabla 6: Comparación TPVs por millón de habitantes en 1997 para diversos países europeos.

Fuente: Métrica de la Sociedad de la Información. [SEDISI, 00]

En la tabla se muestra la situación en lo que respecta a cajeros automáticos en 1990, incrementándose la diferencia en años posteriores hasta alcanzar los valores actuales.

¹⁷ Las redes públicas estadounidenses no presentan el crecimiento de las europeas, ya que en este país los bancos y grandes corporaciones crean desde un principio sus propias redes privadas.

| País | Cajeros/ 10000 hab. |
|--------------------|--------------------------------|
| <i>Alemania</i> | 1,1 |
| <i>Francia</i> | 2,5 |
| <i>Reino Unido</i> | 3 |
| <i>Italia</i> | 1,3 |
| <i>Bélgica</i> | 1,4 |
| <i>Suecia</i> | 2,5 |
| <i>Portugal</i> | 1,3 |
| <i>España</i> | 3,9 |

Tabla 7: Cajeros por 10000 habitantes en 1990 para diversos países europeos

Fuente: Servicio de Estudios de La Caixa [Caixa, 99]

Las razones de la diferencia entre España y otros países europeos no hay que buscarlas en este caso en la temprana disponibilidad de la red (en las épocas en que se despliegan este tipo de medios todos los países avanzados disponen ya de redes públicas de datos) sino en los siguientes factores:

1.- Una vez más, la deficiente protección jurídica del cheque en España es un motivo del avance tecnológico, ya que éste tiene una menor aceptación en los comercios como medio de pago, por lo cual los pagos comerciales se realizan con dinero en efectivo de forma mayoritaria, al contrario de lo que sucede en otros países en donde sí se encuentra muy extendido el cheque como medio de pago al estar más protegido jurídicamente. Esto supone una necesidad mayor de disponer de un mecanismo alternativo de pago, como son los TPVs, disponibles hoy día en la mayoría del comercio minorista español.

2.- La red de oficinas bancarias española es muy amplia tanto en ubicaciones como en recursos humanos, resultando necesario un aumento de productividad por empleado que mejore su competitividad en el mercado europeo al que se incorporaría España en 1986. Los cajeros automáticos son una de las herramientas claves para conseguir estos objetivos ([Caixa, 97] y [Coello, 00]).

3.- Las Cajas de Ahorros (pioneras mundiales en el despliegue de cajeros automáticos y TPVs, destacando la Caixa como precursor dentro de España) y los bancos presentan una actitud muy positiva hacia la innovación tecnológica, derivada de los factores anteriores, así como de la experiencia positiva de aplicación temprana de los medios telemáticos.

4.- Telefónica responde positivamente a las necesidades de sus clientes más importantes, realizando una temprana normalización de terminales, así como una posterior liberalización de éstos para facilitar su extensión.

Como conclusión de este periodo (década de los años 80), se puede observar que la disponibilidad temprana de la red de datos combinada con las carencias legales, facilita la extensión de los servicios de comunicación de datos, permitiendo que el país haga uso extensivo por encima de sus capacidades económicas y tecnológicas de este tipo de servicios, siendo los clientes más importantes cajas de ahorro y bancos, que obtienen un mayor beneficio de su aplicación y orientan la evolución de la tecnología.

Así mismo, podemos observar que los esfuerzos de investigación y desarrollo para disponer de nodos de red con tecnología propia permiten, por una vez, exportar tecnología avanzada y situar al país en un nivel superior en este campo al que le corresponde según sus los parámetros macroeconómicos y de desarrollo. Como contrapartida, la carencia de una visión global orientada al comercio internacional, y la debilidad financiera y estructural de la industria nacional en este campo, no permiten dirigir estos esfuerzos para situarse en una posición de liderazgo mundial y aprovechar esta situación de ventaja tecnológica en todas sus posibilidades.

6. LA RENOVACIÓN DE LA RED: TESYS-B Y RED UNO

El elevado crecimiento de la red de datos en la primera mitad de los años 80 tiene como consecuencia negativa la aparición de problemas de congestión y de dificultades para absorber la elevada demanda que se produce en este tipo de servicios [Manjarrés, 98].

Con el objetivo de paliar esta situación, en el año 1983 se constituye en Telefónica una comisión para buscar soluciones a este problema que se mantiene activa hasta 1985 [Rodríguez et al., 98], planteándose la necesidad de crear un nuevo proyecto de construcción de un nodo de red con mayor capacidad de conmutación, y que soporte los nuevos protocolos de comunicaciones que se definen en los foros internacionales.

Simultáneamente a esta necesidad tecnológica, se producen varios hechos que configuran el modelo de ejecución del proyecto de actualización de los nodos de conmutación de Iberpac:

1.- Desaparece como organización la División de Informática de Telefónica, responsable hasta ese momento del contacto con el cliente y del mantenimiento y evolución de la red, integrándose el personal comercial en la unidad correspondiente de la compañía. Esto supone una disgregación de los recursos técnicos y comerciales que hasta entonces habían actuado dentro de Telefónica como una unidad con gran independencia de actuación¹⁸.

2.- Fujitsu negocia en 1985 la adquisición de Secoinsa, pasando en 1986 a ser el socio mayoritario con un 60% de capital [González, 95], convirtiéndose Secoinsa en filial de Fujitsu.

3.- Telefónica decide crear un centro de Investigación y Desarrollo (Telefónica I+D), siguiendo el modelo de AT&T (Bell Labs) y de los laboratorios Bellcore, centro que se crearía en 1988, incorporándose el personal del Centro de Investigación y Estudios (CIE) de Telefónica. Este centro de I+D tiene como objetivo desarrollar soluciones de telecomunicación para Telefónica, así como mantener un cierto grado de independencia tecnológica respecto a los suministradores.

Partiendo de esta situación, se encarga en 1986 este proyecto al Centro de Investigación y Estudios, contratándose en Marzo de 1988 con Telefónica I+D el desarrollo del nuevo nodo de conmutación de paquetes¹⁹, denominándose Tesys-B. El proyecto se dota con

¹⁸ De hecho, los suministradores denominaban a esta unidad “Telefónica 2” por su independencia organizativa y de ejecución respecto al resto de departamentos [BIT, 00].

¹⁹ Durante el primer año del proyecto trabajan 124 personas en su ejecución, incrementándose posteriormente los recursos humanos implicados.

alrededor de 50 millones de euros (8000 millones de pesetas), una cantidad sustancial para el contexto de I+D del país y la época, así como un esfuerzo total de 500 hombres año, todos ellos ingenieros de investigación y desarrollo.

El proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un nodo de altas prestaciones de conmutación²⁰ y que incorpore nuevos protocolos emergentes de banda ancha [TID, 92]. Se realizan importantes aportaciones tecnológicas, destacando los avances en multiproceso y distribución, así como el diseño del equipamiento hardware que es diseñado específicamente para las necesidades del proyecto, incluyendo circuitos integrados personalizados.

En 1991 estaba disponible para su utilización el hardware y el sistema básico, disponiendo de elevadas capacidades de conmutación. Si bien el objetivo principal no era su comercialización fuera de Telefónica, se disponía de documentación y capacidad de suministrar soporte a entidades externas, editándose folletos comerciales orientados al mercado exterior [TID, 91], involucrándose Telefónica Sistemas con el objetivo de comercializar y realizar el mantenimiento del sistema, y existiendo contacto y colaboración del personal implicado en el proyecto con grupos punteros en EEUU y Europa.



Figura 6-1: Equipos Tesys-B

Fuente: Monográfico sobre proyecto Tesys de la revista Comunicaciones TID [TID, 91]

Sin embargo, cuando finalmente se instala este equipo sobre la red Iberpac, en 1992, la evolución de nuevos servicios y facilidades para clientes se canaliza hacia una nueva red de conmutación de datos que se crea en 1991: la Red UNO, basada en nodos de conmutación de Nortel Networks.

Esta decisión, que supone en la práctica no capitalizar el desarrollo de los nodos Tesys-B y abandonar paulatinamente el desarrollo de equipos de conmutación de paquetes, se toma en Telefónica bajo los siguientes condicionantes:

- 1.- Se produce un cambio en el modelo de negocio de los operadores que había tomado como referencia Telefónica: la actividad principal de estos operadores se concentra en la comercialización de servicios, segregándose las unidades responsables del desarrollo de equipos (cómo es el caso de Lucent respecto a AT&T, que se constituye en unidad de

²⁰ Se toma la decisión de cambiar el modelo de microprocesador, lo cual implica que no es posible reutilizar los desarrollos realizados en el TESYS existente (a partir de entonces denominado TESYS-A).

negocio separada en 1989 para acabar actuando como empresa independiente en 1996 ([Bell, 02]). Este nuevo modelo viene impulsado por las perspectivas de liberalización del mercado de servicios de telecomunicaciones²¹, así como por la globalización del mercado de equipos que impone unas reglas del juego mundiales, donde tiene difícil encaje una estrategia reducida a mercados nacionales. En [Tirado, 92] se suministra una lista de los 20 mayores suministradores de equipos de telecomunicaciones en 1988, en la cual se puede observar que, a excepción de AT&T (posteriormente Lucent) y GTE, no figuran operadores de telecomunicación como suministradores de equipos.

2.- Parte de los clientes más importantes de Iberpac tienen entre sus prioridades disponer de información de gestión sobre los servicios contratados²², aspecto que no soportan los nodos Tesys, así como acuerdos de calidad de servicio con penalizaciones contractuales que el Tesys-B en este momento no podía garantizar debido a que se encontraba aún en periodo de despliegue inicial [De las Heras, 98]. Uno de los clientes más importantes de Iberpac llega a instalar una red privada alternativa a Iberpac sobre nodos Nortel al objeto de disponer de dichas capacidades de supervisión y configuración por parte del usuario.

Ante esta situación, Telefónica opta por canalizar su actividad de forma casi exclusiva hacia el negocio de suministro y comercialización de servicios de telecomunicación, primando la atención a las demandas inmediatas planteadas por sus clientes [Urquí, 98]. Así mismo, se prepara ante el futuro entorno de competencia en la provisión de estos servicios, y ante la expansión internacional que posteriormente llevaría a cabo. Esto supone abandonar en gran medida la línea de desarrollo de tecnología propia en los nodos de la red, apoyándose en los productos ofertados por los suministradores de equipos como Alcatel, Lucent o Cisco.

En consecuencia, se crea una nueva red paralela a Iberpac (llamada Red UNO), basada en tecnología canadiense²³ (Nortel Networks) sobre la cual se instalarán durante los años 90 todos los nuevos servicios, manteniéndose Iberpac para servicios ya existentes e instalándose los nodos Tesys sobre esta red.

Según se puede observar, en este último periodo de desarrollo nacional, el cambio de contexto externo, y la focalización de objetivos de los operadores de telecomunicación hacia la comercialización de servicios, suponen que no exista un entorno favorable para el desarrollo de tecnología nacional.

7. EVOLUCIÓN POSTERIOR Y SITUACIÓN ACTUAL

A lo largo de los años 90 Telefónica basa sus servicios de datos en la red UNO, creándose adicionalmente una red IP que trabaja con este tipo de protocolos y sobre la que actualmente Telefónica suministra nuevos servicios de datos en competencia con otros operadores que disponen de redes similares. Se mantiene Iberpac por razones de

²¹ El comienzo de la competencia del mercado de telecomunicaciones en España se produce en 1994, precisamente con la liberalización del mercado de servicios de transmisión de datos y la entrada de British Telecom como competidor de Telefónica [BIT, 01].

²² La necesidad que planteaban los clientes era disponer de pantallas en tiempo real que mostrasen el estado de los circuitos contratados, así como ciertas capacidades limitadas de configuración.

²³ Recuérdese que, curiosamente, el segundo operador canadiense fue uno de los clientes de los nodos Tesys A.

compatibilidad de servicios existentes, y en 1996, veinticinco años después de su puesta en marcha, se dejan de suministrar servicios basados en RSAN, prestando aún servicio la red Iberpac sobre X.25. Durante la década de los 90 continúa el crecimiento de las líneas de datos [MOPT, 97], ahora ya principalmente sobre la red UNO.

En el área industrial, Secoinsa es comprada totalmente por Fujitsu en 1991, actuando como filial de esta compañía japonesa hasta la actualidad y habiendo existido serios problemas de viabilidad económica en la fábrica de Málaga [Martínez, 01].

Telefónica I+D ha seguido suministrando soluciones técnicas de diversa índole a Telefónica, si bien más centradas en herramientas y soporte al negocio que en el diseño de elementos de red.

Por último, los tipos de clientes de las nuevas redes de datos (red IP y UNO) se han diversificado, al haberse incorporado la gran mayoría de empresas a la automatización basada en comunicación de ordenadores.

8. CONCLUSIONES

Tal como se observa en el periodo 1971-1985, las condiciones adversas para la investigación y desarrollo (baja inversión, poca conexión internacional, etc.) no impiden que se puedan obtener éxitos de cierta importancia en determinados campos, si bien son necesarias otra serie de condiciones como divulgación y aprovechamiento de los éxitos iniciales, así como una cierta capacidad de comercialización y orientación al mercado exterior. En el caso analizado se consigue un éxito inicial (implantación temprana de la red pública de paquetes), existiendo un margen para su aprovechamiento en la construcción de un nodo avanzado de conmutación de paquetes. No obstante, los éxitos en el desarrollo del equipo Tesys se capitalizan en menor medida de lo que sería posible al no existir una orientación explícita hacia el mercado exterior. Resumiendo, la innovación es posible sin que existan todas las condiciones favorables, pero su capitalización necesita recursos y estrategias bien planificadas y orientadas.

El periodo inicial de desarrollo de la red de datos muestra también dos aspectos positivos que permitieron que Telefónica dispusiese de una red con tecnología puntera de forma temprana:

1.- La brecha existente a principios de la década de los años 70 entre las actividades de investigación y desarrollo en España y en los países occidentales, aunque actuó de freno en la industrialización del país y el desarrollo de tecnología puntera, facilitó, paradójicamente que se optase por la tecnología con mayor futuro (conmutación de paquetes) respecto a los esfuerzos de I+D en otros países europeos que estuvieron encaminados hacia la conmutación de circuitos. En definitiva, la incorporación posterior del sistema de innovación tecnológica español en este campo, permitió optar decididamente por la tecnología correcta al ser posible evaluar los esfuerzos exploratorios de otros grupos de trabajo en EEUU y Europa. Si bien tiene más efectos perniciosos que benéficos la adopción una actitud pasiva en las actividades de I+D, el aprendizaje que se puede obtener de esta experiencia es que los retrasos tecnológicos históricos pueden ser vencidos aprovechando la experiencia previa de los grupos, regiones o países más avanzados para realizar un salto tecnológico sin tener que pasar por las etapas previas exploratorias y situarse en los grupos punteros de desarrollo.

Naturalmente, como se ha indicado antes, por lo general, no es la política adecuada de investigación y desarrollo, pero, en determinados casos, la experiencia presentada puede servir como referencia para superar las barreras asociadas a la falta de inversión en investigación y desarrollo y/o situaciones de retraso tecnológicos.

2.- En el caso analizado se observa también indirectamente los beneficios de la cooperación interdisciplinar en el desarrollo de tecnología. Los trabajos de I+D de la mayor parte de los operadores europeos en el desarrollo de redes de transmisión de datos estaban orientados hacia la conmutación de circuitos, técnica originaria de la disciplina de ingeniería de telecomunicación. Los planteamientos radicalmente innovadores de la conmutación de paquetes fueron aportados por los especialistas en computación, en aquel entonces un campo distinto y distante de la telecomunicación. Tanto en el proyecto ARPANET de EEUU como en el grupo de trabajo de Telefónica que seleccionó la tecnología a utilizar en la RETD participaron especialistas en computación junto expertos en telecomunicaciones que aportaron una visión distinta y novedosa en el campo de la transmisión de datos. Como aprendizaje para el presente y el futuro, destacar la importancia de la investigación y el desarrollo multidisciplinar que permite abrirse a propuestas novedosas. Naturalmente, hoy día en el campo que se ha analizado no viene dada por la fecundación mutua entre telecomunicaciones y computación, ya asumida hasta el punto de fundirse en una única disciplina como muestra el término “telemática” sino con otras disciplinas como la biología o la lingüística.

Durante la mayor parte del periodo contemplado, los clientes más importantes de la red (cajas de ahorros y bancos) juegan un papel clave en el nacimiento, configuración, aprovechamiento y evolución de la tecnología. Esto indica que la tecnología está inserta en un contexto que muchas veces juega un papel preponderante sobre las características técnicas, contexto que debe ser siempre tomado en consideración. En el caso particular tratado, podemos observar que algo tan alejado de la tecnología como es la protección legal del cheque es un elemento clave tanto para el nacimiento de la red como para su posterior éxito en la extensión de los terminales punto de venta en el comercio español. Este punto resulta de interés para remarcar la importancia (no sólo en los años setenta, sino hoy día y en un futuro) del contexto regulatorio, social, institucional y empresarial de la tecnología, muchas veces minusvalorado por ingenieros y científicos y que puede suponer el fracaso o el éxito de las tecnologías y, desde luego, configurar el uso y el camino de evolución muchas veces en mayor medida que los avances y descubrimientos tecnológicos.

En la misma línea, se advierte también que los cambios de contexto internacional y legislativos son claves para la orientación del desarrollo de la tecnología. Si bien en el Tesys-B se destinan recursos suficientes y bien canalizados, las características del mercado mundial de equipos, y de las políticas de los operadores de telecomunicación inciden directamente en el abandono de un proyecto técnicamente viable²⁴.

Es posible que el establecimiento de una empresa independiente de Telefónica con el apoyo de ésta y compitiendo en el mercado mundial para el desarrollo y

²⁴ Es posible que el establecimiento de una empresa independiente de Telefónica con el apoyo de ésta y compitiendo en el mercado mundial para el desarrollo y comercialización del Tesys-B hubiera permitido capitalizar este avance tecnológico. Sería necesario un estudio en mayor profundidad para evaluar las posibilidades de éxito de tal modelo de ejecución y comercialización del proyecto.

comercialización del Tesys-B hubiera permitido capitalizar este avance tecnológico. Sería necesario un estudio en mayor profundidad para evaluar las posibilidades de éxito de tal modelo de ejecución y comercialización del proyecto. En cualquier caso, el desarrollo de tecnología de conmutación de datos en el momento en que se encuentra disponible Tesys B exigía un marco de comercialización de ámbito internacional, sin el cual resulta prácticamente imposible plantear una actividad económicamente viable.

Como lección aprendida de cara al futuro, remarcar una vez más la importancia del contexto que rodea al desarrollo de la tecnología, en este caso, ilustrado en la importancia del contexto de mercado y competidores.

Finalmente, es de justicia reconocer la excelente labor realizada por las personas que participaron desde sus responsabilidades en Telefónica, Bancos y Cajas de Ahorros, e Industria, y que en un contexto que no favorecía la innovación tecnológica fueron capaces de vencer los obstáculos para poner en funcionamiento la primera red de paquetes pública del mundo, así como realizar una innovación tecnológica importante en los distintos ámbitos en que participaron en la introducción de las tecnologías de la información durante todo el periodo contemplado. Los réditos obtenidos para la sociedad española han sido relevantes e importantes, situando al país en los primeros puestos en lo que respecta a tecnologías de pago electrónico.

9. AGRADECIMIENTOS

Para la elaboración del presente trabajo, además de las referencias incluidas en el siguiente apartado, se han mantenido conversaciones y entrevistas en primavera de 2002 con las siguientes personas: Pedro Lizcano (responsable en Telefónica Investigación y Desarrollo de la arquitectura hardware del proyecto TESYS-B), Rafael Belinchón (responsable en Secoinsa de la arquitectura software del proyecto TESYS-A) y Jordi Lacasta (director de telecomunicaciones en La Caixa durante el periodo analizado en el estudio). Así mismo, Jesús Banegas y Jose Luis Adanero han accedido amablemente a revisar el texto, aportando datos y comentarios de gran interés.

Los análisis incluidos en el documento no coinciden necesariamente con el punto de vista de estas personas, siendo cualquier inexactitud o discrepancia responsabilidad del autor. A todos ellos se les agradece sinceramente la colaboración prestada, tanto en la puesta a disposición de documentación adicional, como en el tiempo dedicado a las conversaciones mantenidas, así como a la revisión posterior del texto.

Se agradecen también los constructivos comentarios realizados por Catalina Calderari, Carmen Hita, Núria Fernández y Ana Escudero que han ayudado a mejorar la claridad del texto, reflexionar sobre los contenidos y mejorar éstos.

Por último, agradecer al profesor Manuel Castells los comentarios, aclaraciones y guías de trabajo indicadas en el desarrollo del seminario de análisis interdisciplinar de la sociedad de la información impartido en el programa de doctorado de la Universitat Oberta de Catalunya.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Abatte, 99] ABATTE, JANET: *“Building the Arpanet: Challenges and Strategies”*. Cambridge: MIT Press, 1999.
- [Arroyo, 98] ARROYO, LUIS: *“Al principio fue el teleproceso”*. En “25 años de la Transmisión de Datos”. Madrid: Telefónica Transmisión de Datos, 1998.
- [Bell, 02] BELL LABS: *“Bell Labs: A brief history of Lucent Technologies”*. [En línea]. Disponible en www.bell-labs.com/history/lucent.html. [Consulta: 15.05.2002].
- [Beobide et al., 92] FERNÁNDEZ BEOBIDE, CÉSAR Y GONZÁLEZ OBIOL, AMADOR: *“Videotex e Ibertex”*. En Revista TELOS N° 29, Marzo-Mayo, 1992. Madrid: Telos, 1992. [En línea]. Disponible en <http://www.quadernsdigitals.net/articuloquaderns.asp?IdArticle=4593> [Consulta: 15.05.2002].
- [BIT, 83] BOLETÍN DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN: *“Investigación y Desarrollo: bajo mínimos”*. En Boletín de Ingenieros de Telecomunicación, N° 27. Madrid: COIT, 1983.
- [BIT, 85] BOLETÍN DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN: *“La transmisión de datos en España”*. En Boletín de Ingenieros de Telecomunicación, N° 38. Madrid: COIT, 1985.
- [BIT, 87] BOLETÍN DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN: *“Telefónica exportará el Tesys a Grecia”, “Telefónica formará una joint venture con EDS para comercializar el Tesys”*. Reseñas en el Boletín de Ingenieros de Telecomunicación N° 51. Madrid: COIT, 1987.
- [BIT, 01] BOLETÍN DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN: *“El perfil de...Teófilo del Pozo”*. En Boletín de Ingenieros de Telecomunicación, N° 129. Madrid: COIT, 2001. [En línea]. Disponible en www.iies.es/teleco/. [Consulta: 15.05.2002].
- [BIT, 00] BOLETÍN DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN: *“El perfil de...Ignacio Vidaurrázaga”*. En Boletín de Ingenieros de Telecomunicación, N° 119. Madrid: COIT, 2000. [En línea]. Disponible en www.iies.es/teleco/. [Consulta: 15.05.2002].
- [Caixa, 99] CAIXA, SERVICIO DE ESTUDIOS DE LA: *“El sector bancario europeo: panorama y tendencias (2º Parte)”*. Informe especial del servicio de estudios de La Caixa. Barcelona: 1999. [En línea]. http://www.estudios.lacaixa.comunicacions.com/webes/estudis.nsf/wurl/pbei016cos_esp. [Consulta: 15.05.2002].
- [Caixa, 97] CAIXA, SERVICIO DE ESTUDIOS DE LA: *“Evolución del empleo en el sector bancario (1975-1996)”*. Informe especial del servicio de estudios de La Caixa. Barcelona: Julio, 1997. [En línea]. [www.estudios.lacaixa.comunicacions.com/webes/wpp0pdfp.nsf/vico/977ees_esp.pdf/\\$file/977ees_esp.pdf](http://www.estudios.lacaixa.comunicacions.com/webes/wpp0pdfp.nsf/vico/977ees_esp.pdf/$file/977ees_esp.pdf). [Consulta: 15.05.2002].
- [Coello, 00] COELLO, JUAN Y LÓPEZ DEL PASO, RAFAEL: *“Los medios de pago en España”*. En Revista “Papeles de la economía española”, N° 84. Febrero, 2000. Madrid, 2000.
- [De las Heras, 98] DE LAS HERAS, JULIO: *“De la RSAN al ATM”*. En “25 años de la Transmisión de Datos”. Madrid: Telefónica Transmisión de Datos, 1998.
- [Galindo, 81] Galindo ZAZO, JULIÁN: *“Sistema Tesys. Arquitectura, hardware y software”*. En “Teleinformática y Redes de Computadoras”. Barcelona: Marcombo, 1981.
- [González, 95] González RUBIO, DAVID: *“El sector de la informática. Ilusiones frustradas”*. En Revista TELOS, N° 41. Madrid: FUNDESCO, 1995. Disponible en www.campusred.net/telos/antiores/num_041/cuaderno_central4.html. [Consulta: 15.05.2002].

- [González, 02] GONZÁLEZ ROJO, MIGUEL: **“Introducción a la Red Iberpac”**. Marzo, 2001. [En línea]. Disponible en <www.eitig.com/redes/2001.htm>. [Consulta: 15.05.2002].
- [Granger et al., 92] GRANGER, JOSE R. Y CEREZO, CARMEN : **“La telemática en el contexto mundial, evolución de los grandes bloques”**. En Revista TELOS Nº 29. Madrid: TELOS, 1992. [En línea]. Disponible en <<http://www.quadernsdigitals.net/articuloquaderns.asp?IdArticle=4592>>. [Consulta: 15.05.2002].
- [Jutglá, 89] JUTGLÁ SANZ, CARLOS: **“Servicios de transmisión de datos”**. En “Teleinformática y Redes de Computadoras”. Barcelona: Marcombo, 1989.
- [Kimbel, 72] KIMBEL, DIETER: **“Planning of Data Communications networks. Economic, technological and institutional issues”**. En “International Conference on Computer Communications: Impacts and Implications”. Washington: Ed. Stanley Winkler, 1972.
- [Lacasta, 98] LACASTA, JORDI: **“Un salto de gigante”**. En “25 años de la Transmisión de Datos”. Madrid: Telefónica Transmisión de Datos, 1998.
- [Larsson, 72] LARSSON, T.: **“Data communication in Sweden and some aspects of the situation in Europe”**. En “International Conference on Computer Communications: Impacts and Implications”. Washington: Ed. Stanley Winkler, 1972.
- [Lera, 86] LERA, EMILIO: **“El futuro de las telecomunicaciones españolas. Prospectiva y previsión tecnológica.”**. Madrid: Fundesco, 1986.
- [L&M, 02] L&M: **“Hitos de la historia de los ordenadores y las comunicaciones desde 1950 hasta hoy”**. En Enciclopedia virtual L&M. [En línea]. Disponible en [www.lmdata.es/evcl/his/his_2000.htm]. [Consulta: 15.05.2002].
- [Manjarrés, 98] MANJARRES, JESÚS: **“Los momentos críticos”**. En “25 años de la Transmisión de Datos”. Madrid: Telefónica Transmisión de Datos, 1998.
- [Martínez, 01] MARTÍNEZ, IGNACIO: **“Fujitsu mantiene la incógnita”**. Suplemento de Negocios del periódico El País. Madrid: El País, 9 Septiembre de 2001.[En línea]. Disponible en <www.elpais.es/suplementos/negocios/200010909/9fujitsu.html>. [Consulta: 15.05.2002].
- [Medina, 89a] MEDINA LÓPEZ, MARIANO: **“Red Pública de Datos Española (IBERPAC)”**. En “Teleinformática y Redes de Computadoras”. Marcombo: Barcelona, 1989.
- [Medina, 89b] MEDINA LÓPEZ, MARIANO: **“Tesy como centro de conmutación de paquetes”**. En “Teleinformática y Redes de Computadoras”. Marcombo: Barcelona, 1989.
- [MTTC, 86] MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES: **“Informe anual sobre los transportes, el turismo y las comunicaciones. 1985”**. Madrid: MTTC, 1986.
- [MTTC, 87] MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES: **“Informe anual sobre los transportes, el turismo y las comunicaciones. 1986”**. Madrid: MTTC, 1987.
- [MOPT, 91] MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y COMUNICACIONES: **“Los transportes y las comunicaciones. Informe Anual 1990”**. Instituto de Estudios del Transporte y las Comunicaciones. Madrid: MOPT, 1991.
- [MOPT, 97] MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y COMUNICACIONES: **“Los transportes y las comunicaciones. Informe Anual 1996”**. Instituto de Estudios del Transporte y las Comunicaciones. Madrid: MOPT, 1996.

[Ohlmer, 72] OHLMER, A.: *“Summary of the existing data communication services in western Europe and tentative forecast of new services for the next decade”*. A. Ohlmer. En “International Conference on Computer Communications: Impacts and Implications”. Washington: Ed. Stanley Winkler, 1972.

[Rodríguez, 98] RODRÍGUEZ CORTEZO, JESÚS: *“Crónica de veinte años: La Industria”*. En Boletín de Ingenieros de Telecomunicación, Nº 100. Madrid: Colegio de Ingenieros de Telecomunicación, 1998. [En línea]. Disponible en < www.iies.es/teleco/>. [Consulta: 15.05.2002].

[Rodríguez et al., 98] RODRÍGUEZ, MANUEL; BLÁNQUEZ, CARLOS; GAITÁN, RICARDO; GAMELLA, MANUEL: *“25 años de historia”*. En “25 años de la Transmisión de Datos” . Madrid: Telefónica Transmisión de Datos, 1998.

[Romera, 89] ROMERA, FELIPE: *“Nuevas aplicaciones del sistema Tesis”*. En “Teleinformática y Redes de Computadoras”. Marcombo: Barcelona, 1989.

[Romera, 00] ROMERA, FELIPE: *“Una historia de Telecom en Málaga”*. En Boletín de Ingenieros de Telecomunicación, Nº 124. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, 2000. [En línea]. Disponible en < www.iies.es/teleco/>. [Consulta: 15.05.2002].

[Sánchez-Laulhe, 92] SÁNCHEZ-LAULHE, LUIS: *“Escollos en el desarrollo de los servicios telemáticos. Condiciones y perspectivas de expansión”*. En Revista TELOS Nº 29. Madrid: TELOS, 1992. [En línea]. <<http://www.quadernsdigitals.net/articuloquaderns.asp?IdArticle=4582>>. [Consulta: 15.05.2002].

[Surisi, 83] SURISI I JORDÁ, JOSEP M.: *“La empresa industrial española ante la innovación tecnológica”*. Barcelona: ESADE, 1983.

[SEDISI, 00] SEDISI: *“Métrica de la Sociedad de la Información. Datos 1999-2000”*. Asociación Española de Empresas de Tecnología de Información. Madrid: SEDISI, 2000.

[TID, 91] TELEFÓNICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO: *“Tesis”* . Folleto Técnico. Madrid: Telefónica Investigación y Desarrollo, 1991.

[TID, 92] TELEFÓNICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO: *“Monográfico de Telefónica I+D sobre el sistema Tesis-B”*. Comunicaciones Telefónica I+D, Número especial. Madrid: TID, 1992.

[Tirado, 92] TIRADO MONTERO, CARLOS: *“Telecomunicaciones españolas: una apuesta de futuro”*. En Revista TELOS Nº 29, Madrid: Fundesco, 1992. [En línea]. [Consulta: 15.05.2002]. <www.campusred.net/telos/antiores/num_029/index_029.html?cuaderno_central0.html>.

[Urquí, 98] URQUÍ RIEZU, LUIS: *“Las situaciones de cambio que han hecho historia”*. En “25 años de la Transmisión de Datos”. Madrid: Telefónica Transmisión de Datos, 1998.

[Vidaurrázaga, 98] VIDAURRÁZAGA, IGNACIO: *“La primera red pública del mundo de conmutación de datos”*. En “25 años de la Transmisión de Datos”. Madrid: Telefónica Transmisión de Datos, 1998.

[World Bank, 91] WORLD BANK: *“World Tables 1991”*. Washington: World Bank, 1991.