

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LA BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
DE ALCALÁ DE HENARES A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DEA**

*Juan Miguel Cantus Pastor*  
*Email:juan.cantus@gmail.com*

*Jennifer de la Oliva Llamazares*  
*Email:jennifer.delaoliva@gmail.com*

*Gonzalo Rustarazo Perucha*  
*Email:gonzalo.rustarazo@gmail.com*

*Mayo 2012*

En este trabajo se emplea la técnica DEA para investigar por primera vez la eficiencia técnica, y el crecimiento de la productividad a través de los índices de Malmquist de las 14 bibliotecas que pertenecen a la Universidad de Alcalá durante el periodo 2006-2010, utilizando tres medidas de output-préstamos de libros, consultas en sala y la búsqueda de información bibliográfica y cuatro medidas de input-personal, volúmenes, equipamiento y días de apertura. De las 14 bibliotecas, 6 son eficientes en 2006, oscilando los resultados en un rango de 0,25 a 1,00, pero este rango se reduce y 9 bibliotecas se convierten eficientes en 2010, siendo la biblioteca de Filosofía la referente por excelencia. El tamaño de la colección de volúmenes y los días de apertura son los recursos que tienen que reducirse con prioridad para aquellas bibliotecas ineficientes. Además se muestra que las variaciones de productividad se deben principalmente al cambio de la eficiencia técnica. Finalmente se incorpora una reestimación del modelo original para considerar el concepto CRAI, con dos nuevas variables: entradas (outputs) y puestos de lectura (inputs), que permite concluir que los esfuerzos realizados para convertir a la biblioteca en un centro de recursos de apoyo al aprendizaje y la investigación, son tendentes a una mejora de la eficiencia, luego se debe continuar en dicho enfoque.

*Palabras clave:* data envelopment analysis, efficiency, productivity, benchmark

*Abstract:*

This paper employed DEA technique to investigate technical efficiency, and productivity growth (Malmquist Index) of the 14 libraries of the University of Alcalá during the period 2006-2010. It employed three measures of output-total circulation, consulting room and bibliographic search and four measures of input-library staff, volumes, equipment and opening days. In 2006, 6 of the 14 libraries were efficient, whose scores ranged from 0.25 to 1.00, but then, this rank is reduced and 9 libraries became efficient; the library Philosophy is the most important benchmark. Resources like size of volumes collection and opening dates have to be reduced with priority, for those libraries inefficient. Also, it showed productivity changes are mainly due to technical efficiency change. Eventually a reassessment of the original model is included in order to consider CRAI concept, with two new variables: inputs (outputs) and reading posts (inputs). It concludes that efforts to turn the library into a resource center support learning and research are aimed at improving efficiency, so this approach should continue in future.

## 1. Introducción

La medición de la eficiencia en la gestión y la inquietud por generar organizaciones cuya relación inputs consumidos y outputs producidos sea óptima, ha sido una constante ya desde el siglo pasado, como así manifestaba Taylor.

Esta inquietud se hace máxime cuando el punto de atención se centra en las entidades no lucrativas o con un evidente carácter público, como son las bibliotecas, en las que precisamente el carácter de no mercado las hace encontrarse en una situación más incierta y difusa en cuanto a la ausencia de competencia, la naturaleza monopolística y la no existencia de un mecanismo de liquidación automática que expulse a las entidades ineficientes, lo que provoca un control externo muy débil sobre su producción. A ello hay que añadir además una estructura interna de incentivos que no favorece una producción eficiente (sueldos no relacionados con la productividad y puestos vitalicios con carácter general).

Ante la necesidad creciente de reducir el gasto público, y por tanto, el coste de los servicios prestados, a lo que hay que unir paradójicamente, el proceso de cambios continuos provocados, por las innovaciones e incorporaciones que han traído la “revolución digital”, hace cada vez más necesario plantear procedimientos que tengan un claro enfoque de mercado (i.e. marketing público, técnicas de benchmarking, cooperación-redes, consorcios, etc) que aboguen por mejores niveles de excelencia operativa en los servicios bibliotecarios, que cumplan las expectativas de los usuarios sin despilfarro económico y con óptimo rendimiento de los recursos.

Extrapolado al contexto de las bibliotecas universitarias, se hace patente el esfuerzo considerable que éstas han realizado y continúan realizando por lograr avanzar en la mejora de los servicios de información generadores de conocimiento, a través de la implantación de la Gestión de la Calidad Total como filosofía que camina en la dirección de la adaptación continua y que incide en la eficiencia, trabajando desde la innovación, la creatividad y la colaboración con profesores, usuarios y servicios informáticos (Pinto M, et al., 2004). En España surgen las primeras experiencias de evaluación de la calidad de las bibliotecas universitarias en 1996, dentro del primer Plan Nacional de Evaluación de la Calidad de las Universidades del actual Consejo de Coordinación de Universidades, y que posteriormente tuvo continuidad con el II Plan de Calidad de las Universidades. Desde 2002, las competencias en materia de evaluación pasaron a las Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA)<sup>1</sup>

Este mayor interés o preocupación por los aspectos de la calidad converge con el nuevo modelo de biblioteca universitaria, una biblioteca caracterizada por su mayor dinamicidad que encuentra todo su significado en el concepto CRAI (Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación) y que desde la Red de Bibliotecas Universitarias (REBIUN) se impulsa, incardinándose con su II Plan Estratégico 2007-2010. Esta nueva reorientación pretende integrar a las bibliotecas como agentes clave en la transformación del nuevo modelo educativo que se presenta en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), apoyado éste en un mayor tiempo y autonomía de trabajo por parte del alumno, así como responder a todos los retos que se derivan del nuevo marco europeo de investigación (Berrio, 2007). El nuevo modelo como afirma Martínez (2004) no tiene como centro el libro sino el sujeto. La visión tradicional de la biblioteca como un depósito de documentos a la espera de ser consultados, pasa ahora a centrar su atención en las necesidades potenciales de los usuarios en múltiples aspectos.

Al desarrollo del modelo CRAI contribuye indudablemente la implantación y desarrollo de las TIC e Internet (biblioteca digital) que ha incrementado la disponibilidad y difusión de la información globalmente, pero al mismo tiempo la complejidad de acceso a la misma ha aumentado para los usuarios, lo que hace más vigente la necesidad de emprender un entorno dinámico e integral capaz de aprovechar los recursos que apoyan al aprendizaje y a la investigación (i.e aulas multimedia, repositorios institucionales, desarrollo de competencias en información, actividades de extensión universitaria, servicios de reprografía, salas de estudio)

En este trabajo se estudia por primera vez el nivel de eficiencia alcanzado por las bibliotecas o centros a los que se suscribe la Biblioteca de la Universidad de Alcalá o BUAH, definida por los Estatutos de la Universidad de Alcalá como: << unidad funcional que gestiona recursos y medios documentales contenidos en diferentes

---

<sup>1</sup> Tiene como objetivo principal la evaluación de los servicios bibliotecarios a través de un programa articulado en tres fases: autoevaluación, evaluación externa y plan de mejora; basado en el modelo EFQM (European Foundation for Quality Management).

soportes materiales, para el aprendizaje, la docencia, la investigación y la formación continua, así como para apoyar las actividades relacionadas con el funcionamiento y la gestión de la Universidad en su conjunto >>.

Precisamente de la observación de la gestión bibliotecaria, esto es, del conjunto de funciones, tareas y técnicas integradas, podremos valorar el alcance de la eficiencia en el logro de sus fines (Pacios, 1997).

La medición de eficiencia empleando múltiples inputs y outputs ha sido abordado desde distintas perspectivas, para el caso de entidades no lucrativas, siendo las más empleadas: el análisis por ratios, los modelos deterministas y los modelos no paramétricos (Pina y Torres, 1995).

En el análisis por ratios se compara el valor observado con respecto a un estándar, cuyo principal problema es que sólo pone en relación dos valores observables. El establecimiento de indicadores con carácter normalizador, para la comparación interbibliotecas se han realizado tanto en el ámbito internacional, como nacional, dirigidos a todo tipo de bibliotecas, como es el caso de la Comisión Europea (Library performance indicators and library management tools, 1995), la International Organization for Standardization-ISO (Norma ISO:11620), como a bibliotecas universitarias, donde se hayan propuestas desde la International Federation of Library Associations and Institutions-IFLA o la Red Nacional de Bibliotecas Universitarias-REBIUN. Los modelos deterministas, por su parte establecen una relación regresiva de diversos inputs con respecto a un sólo output. Además de la limitación manifiesta de incorporar un sólo output, su gran inconveniente radica en la obligatoriedad de introducir supuestos previos (subjetivos) para definir la función de producción, con los posibles errores que pueden producirse. Los modelos no paramétricos en cambio, permiten evaluar las realizaciones (performances) de múltiples inputs y outputs, basadas en cualquier tipo de medida (euros, metros, número de personas, número de consultas), y no requieren de características estadísticas especiales para la determinación de una función de producción. Además a través de los mismos se puede llegar a averiguar el origen de la ineficiencia midiendo el sobre uso de inputs, así como permite incorporar variables exógenas, no discrecionales.

Se ha optado por realizar un análisis empleando el modelo no paramétrico DEA, por su estimada flexibilidad, teniendo en cuenta las características de la propia oferta pública (ausencia de mercado e imposibilidad de medición del verdadero output, incertidumbre en la tecnología de producción), siendo ampliamente reconocido su uso en el análisis de eficiencia de bibliotecas, tanto en el ámbito público-estatal, como las asociadas al ámbito escolar y universitario, tal y como aparece reflejado en la tabla 1.

Tabla 1 Comparación de estudios DEA en bibliotecas

Autor	Tipo de biblioteca	País	Tamaño muestra	Periodo
Chen (1997)	Universitaria	Taipei, Taiwan	23	1995
Easun(1992)	Escolar	California, EEUU	74	1985/1986
Hammond (2002)	Pública	Reino Unido	159	1995/1996
Sharma et al (1999)	Pública	Hawai, EEUU	47	1997
Shim(2000)	Universitaria	EEUU	95	1996,1997
Vitaliano(1988)	Pública	Nueva York, EEUU	184	1992
Worthington (1999)	Pública	Australia	168	1993
Stancheva & Angelova (2004)	Universitaria	Varna, Bulgaria	5	2002,2003
Akdede & Kazancoglu (2006)	Pública	Turquía	81	2003,2004
Reichmann(2004)	Universitaria	Austria, Australia, Canadá Alemania, Suiza, EEUU	118	1998
Simón de Blas et. al(2007)	Universitaria	España	34	2003-2007
Simon et al. (2011)	Universitaria	Madrid, España	26	2004

### ***La biblioteca de la Universidad de Alcalá de Henares (BUAH)***

Bajo una única Dirección dependiente del Vicerrectorado de Comunicación y Políticas de Convergencia de la que emanan los Servicios Centrales, la Biblioteca de la Universidad de Alcalá (UAH) se estructura en quince puntos de servicio repartidos en tres campus (Alcalá-Ciudad, Campus-Universitario-Alcalá y Campus de Guadalajara). Éstos se concretan en catorce bibliotecas asociadas a cada una de las facultades de la Universidad

(excepto, la Biblioteca de Trinitarios), abarcando las distintas ramas de enseñanza, y una sala de estudio en la Facultad de Ciencias Ambientales.

La Biblioteca de la UAH desde hace una década viene aplicando paulatinamente diferentes técnicas de gestión de la calidad y marketing para la mejora continua y la difusión de todos sus servicios buscando una mayor eficiencia y, sobre todo, elevar el nivel de satisfacción de sus usuarios. Este auténtico viaje hacia la calidad, que le ha hecho ir incrementando su base tecnológica y funcional tuvo su reconocimiento en el otorgamiento del Sello de Excelencia Europea 300+, concedido por el Club Excelencia en gestión, a través de la ANECA en el año 2009.

Todas estas actividades vienen desarrollando en los últimos años siguiendo la línea marcada en el I Plan Estratégico 2008-2011, que tiene su eco en el II Plan Estratégico 2007-2010 de REBIUN, con el que colabora activamente, concretamente en la línea 1 (Rebiun en el ámbito del aprendizaje), al mismo tiempo que participa en diversos grupos de trabajo en el Consorcio Madroño (Consorcio de Universidades de la Comunidad de Madrid y de la UNED para la Cooperación Bibliotecaria) con el objetivo de mejorar la calidad de los servicios bibliotecarios de investigación a través de la cooperación interbibliotecaria.

La BUAH mantiene una estructura descentralizada en cuanto a los servicios que ofrece en cada una de sus bibliotecas atendiendo a la dispersión geográfica de los distintos puntos de servicio; sin embargo conserva un modelo de gestión centralizado respecto a la normativa, procesos y procedimientos, siendo así comunes. Este carácter semidescentralizado, por un lado, permite ver a cada una de las bibliotecas como unidades que permiten ser comparadas, en cuanto les rige una política bibliotecaria común, aunque también por otro, permita observar diferencias notables en tamaño, así como en la política específica en la que se desarrollan cada uno de los servicios. Así por ejemplo, existen diversos criterios para la adquisición de nuevos volúmenes o el retiro de antiguos, dependiendo éstos de diversos factores: bibliografía básica, presupuesto de la biblioteca por su número de alumnos, presupuesto de cada departamento, desfases por cambios normativos, demanda de ciertos volúmenes, entre otros. Por otra parte, los outputs varían en función de variables no controlables ni por los técnicos bibliotecarios ni por la dirección, algunas razones de ello son: demanda de los nuevos grados, relación o no de las diversas facultades con las distintas bibliotecas, etc. Esto último se relacionará con las posibles ineficiencias que se pongan de manifiesto, lo que dotará de consistencia al análisis, estableciéndose como fuente de posibles mejoras de cara a los gestores.

Nuestro objetivo principal es determinar el grado de eficiencia existente en cada uno de las catorce bibliotecas que representan el conjunto bibliográfico de la Universidad de Alcalá, a través de una serie de datos de panel que abarcan los periodos 2006-2010, para poder así observar si los esfuerzos realizados por la mejora de los servicios realizados por la BUAH, y al que se han adherido otras bibliotecas en estos años, han tenido su reflejo en la mejora de la eficiencia. La finalidad última es establecer comparaciones entre las distintas bibliotecas que conforman la muestra, en una búsqueda de ejemplos de las “mejores prácticas”, las que constituirían las referencias dentro la cultura organizacional de la BUAH (benchmarking interno<sup>2</sup>), para lo cual la técnica DEA se adapta a tal premisa.

En este trabajo se valorará además la aproximación en términos de eficiencia de las bibliotecas de la UAH, al concepto CRAI, para lo que plantearemos un primer modelo que capte la esencia tradicional de las bibliotecas, para finalmente comprender a través de un cambio en la modelización, si existen modificaciones significativas. Con ello, además de reforzar el análisis derivado de la aplicación de la técnica DEA, podremos valorar ciertamente el grado de eficiencia en que las bibliotecas se aproximan al concepto CRAI.

También se busca averiguar si es cierto el convencimiento popular de que los estudios normalmente referidos como “de letras” realizan un peor aprovechamiento de los recursos ante las denominadas “de ciencias” que redunde en peores niveles de eficiencia.

---

<sup>2</sup> Se define como aquella técnica a través de la cual se comparan procesos dentro de diferentes áreas de la misma organización, para posteriormente aplicar esa metodología al resto de la organización. Las bibliotecas proporcionan servicios fundamentalmente, y puesto que éstos pueden ser considerados como secuencias de procesos, esta técnica es adecuada para analizarlas.

El trabajo se organiza a través de la siguiente estructura. En el apartado siguiente se presenta la metodología del análisis de la eficiencia basado en DEA, exponiendo seguidamente la selección de las variables utilizadas. A continuación se recogen los principales resultados obtenidos. Por último, se destacan las principales conclusiones.

## 2. Metodología

La metodología seguida en este trabajo versa sobre el análisis de la eficiencia utilizando fronteras determinísticas no paramétricas, y los índices de Malmquist.

El DEA (Data Envelopment Analysis) o Análisis Envolvente de Datos, es una técnica de programación lineal no paramétrica que permite, determinar en un sólo dígito la posición de eficiencia relativa a cada entidad evaluada, a partir de la ponderación de los inputs y los outputs seleccionados, resolviendo un programa matemático de optimización, como el que sigue.

$$\text{Max } h_i = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{ri}}{\sum_{q=1}^s V_q X_{qi}} \quad [1]$$

Sujeto a

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{q=1}^s V_q X_{qj}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \quad [2]$$

$$U_r, V_q \geq 0 \quad r = 1, \dots, S \quad q = 1, \dots, M$$

donde:

$h_i$ : Índice de eficiencia de la unidad evaluada.

$Y_{ri}$ : Cantidad de output r producido por la unidad evaluada.

$X_{qi}$ : Cantidad de input q consumido por la unidad evaluada.

$Y_{rj}$ : Cantidad de output r producido por la unidad j.

$X_{qj}$ : Cantidad de input i consumido por la unidad j.

$U_r$ : Ponderación asignada al output r.

$V_q$ : Ponderación asignada al input q.

Resolviendo el problema de programación lineal para cada una de las unidades analizadas, denominadas por la técnica DMU (Decision Making Unit), en el caso de este trabajo, cada una de las bibliotecas, se puede calcular el conjunto de ponderaciones de inputs (entradas) y outputs (salidas) que permiten obtener un índice de eficiencia mayor, con la única condición de que utilizando el mismo conjunto de ponderaciones, ninguna de las otras unidades examinadas obtenga un ratio de eficiencia mayor que 1(100%). Esto es, si una DMU, alcanza una eficiencia del 100%; entonces no hay evidencia, al menos en los datos obtenidos, de que otra DMU, lo pueda hacer mejor. Dicha unidad será considerada eficiente; en caso contrario, ineficiente, para lo cual el modelo DEA aporta información sobre cuál/es de las restantes unidades actúan como referencia, consideradas como las mejores prácticas ("best practices") de la muestra.

La idea que subyace a todo esto, es la composición de una frontera de producción eficiente que quedará compuesta por todas aquellas bibliotecas que obtengan una relación de múltiples inputs y outputs relacionados entre sí y ponderados respecto al resto, del 100%. Conformarán el grupo de comparación eficiente (GCE).

Todas aquellas bibliotecas que queden fuera de la frontera, serán las ineficientes, cuyo valor relativo de ineficiencia puede hallarse en base a la distancia<sup>3</sup> proyectada radialmente de cada una de ellas respecto a tal frontera, que medirá cuál es la reducción de los inputs (orientación input), o la maximización de los outputs (orientación output) necesaria para alcanzar el nivel óptimo de eficiencia.

<sup>3</sup> La distancia, mide la holgura o el slack, correspondientes a los distintos outputs e inputs, determinando así el objetivo a maximizar o reducir respectivamente para lograr el nivel óptimo de eficiencia. En caso de que sea 0, la unidad se constituye como eficiente.

En este artículo se ha optado por una orientación input, utilizada ampliamente en la literatura referenciada. Es la orientación más apropiada, puesto que los gestores de la biblioteca tienen más capacidad de reducir los inputs empleados que el control de la cantidad de servicio ofrecido por la misma.

El potencial del DEA como se desprende de lo dicho anteriormente, va más allá del cálculo de un índice de eficiencia individualizado: “es parte de un continuo proceso de aprendizaje” (Reichmann, 2004), que se materializa en la conocida filosofía del benchmarking. Tal es así, que permite obtener grupos de referencia y objetivos de consumo y producción para las unidades evaluadas como ineficientes. Debe tenerse en cuenta que las ineficiencias obtenidas tienen el carácter de potencialmente retornables, de cara a emprender acciones. Una mejora en eficiencia puede ser en algunos casos, imposible debido a factores como: una diferencia significativa en la calidad del servicio, o la indivisibilidad de tales factores.

El método establece supuestos poco severos a la tecnología de producción de los procesos de transformación de los inputs (convexidad, tipo de rendimientos escala y libre disponibilidad de inputs y outputs), para definir la frontera de producción correspondiente. Esta flexibilidad que se refleja en los valores asignados a las ponderaciones, es deseable para que las bibliotecas puedan en este caso reflejar sus circunstancias particulares; debe no obstante existir un grado de homogeneidad (producción de los mismos outputs, a partir de inputs comunes y tener los mismos objetivos globales).

En lo que respecta a los tipos de rendimientos escala, la modelización original, establecía el supuesto de una tecnología que permite obtener rendimientos constantes de escala (CRS-Constant Returns Scale). Este es el modelo CCR diseñado por Charnes, Cooper y Rodes (1978), que sigue el modelo descrito por Farrell (1957). Posteriormente fue ampliado, con la incorporación de los rendimientos variables de escala (VRS-Variable Returns Scale) de Banker, Charnes, Cooper (1984), definido como el modelo BCC, determinado en qué medida la eficiencia técnica global ( $TE_{CRS}$ ) que se constituye en términos de rendimientos constantes se explica por la eficiencia técnica pura ( $TE_{VRS}$ ), para lo que se asume la concepción del modelo BCC, o por la eficiencia de escala.

La medida residual de eficiencia de escala se obtiene dividiendo ambos índices (ecuación 3) y mide la reducción de inputs adicional que podría obtenerse si la tecnología cumpliera la propiedad de rendimientos a escala constante.

$$SE = \left( \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} \right) \quad [3]$$

Si  $SE=1$  indica eficiencia de escala, lo cual implica que se opera en la escala óptima. Si  $SE < 1$ , existe ineficiencia de escala, debido a la presencia de rendimientos decrecientes de escala (DRS-decreasing returns to scale), o rendimientos crecientes de escala (IRS-increasing returns to scale)

En la literatura de medición de la eficiencia bibliotecaria con métodos no paramétricos predominan los trabajos que utilizan rendimientos constantes a escala si bien también existen trabajos que emplean rendimientos variables como los de Worthington (1999), Sharma et.al (1999) o Akdede & Kazancoglu (2006). En este artículo se ha optado por estimar ambos modelos, DEA-CCR y DEA-BCC con el fin de analizar si los resultados obtenidos varían significativamente.

A pesar de las muchas ventajas que nos ofrece, hay que tener en cuenta una serie de limitaciones, derivadas del carácter no paramétrico de la técnica DEA. Entre ellas, la imposibilidad de realizar inferencias estadísticas y contrastes de hipótesis sobre los índices calculados, la sensibilidad de los resultados debido a errores por una mala especificación del modelo o por la utilización de datos inapropiados (datos extremos, o escasez relativa de observaciones).

El *Índice de productividad de Malmquist*, es un método que permite descomponer el rendimiento de una unidad productiva en el cambio debido a la mejora de la eficiencia técnica y al cambio técnico, permitiendo medir el crecimiento de la productividad total de los factores en dos periodos contiguos,  $t$  y  $t+1$ .

Este procedimiento fue establecido por Caves, Christensen y Diewert (1982), y se apoya en el cálculo de la distancia que separa a cada unidad evaluada de la tecnología de referencia en cada período, utilizando para ello una función de distancia. Su cálculo parte de la aplicación de la técnica de optimización DEA. El índice

quedaría expresado en la ecuación 3, como media geométrica de los dos periodos  $t$  y  $t+1$ , teniendo en cuenta el rendimiento productivo respecto a la tecnología de ambos periodos.

$$m_i(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[ \frac{d_i^t(x_s, y_s)}{d_i^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_i^{t+1}(x_s, y_s)}{d_i^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad [3]$$

Siguiendo la propuesta de Färe et al. (1990)<sup>4</sup>, una forma equivalente de expresar el índice

$$m_i(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \frac{d_i^{t+1}(x_t, y_t)}{d_i^t(x_t, y_t)} \times \left[ \frac{d_i^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_i^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d_i^t(x_t, y_t)}{d_i^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} = EFFCH * TCHCH \quad [4]$$

El índice representa la productividad alcanzada por el punto de producción en  $t+1$ , respecto al punto al  $t$ . Concretamente se desglosa en un primer término que mide el cambio en la eficiencia técnica (EFFCH) entre los períodos  $t$  y  $t+1$ . Si es mayor que uno, la producción en el período  $t+1$  es más eficiente que la producción en el período  $t$ . Si es igual a uno, la distancia respecto a la frontera es la misma. Si es menor que uno, en el período  $t+1$  la producción es menos eficiente que en  $t$ . En el segundo término se mide la existencia del cambio técnico (TCHCH), a través de la media geométrica de dos ratios que nos permiten medir la evolución del mismo en tales periodos, evaluados en dos puntos  $x_t$  y  $x_s$ .

La interpretación extrapolada a la medición de cada una de las bibliotecas, nos indicaría que ante un índice de Malmquist superior a la unidad, se habrían experimentado mejoras de la productividad total de sus factores, mientras que si toma valores inferiores a la unidad, quedaría enmarcada en un deterioro o pérdida de la productividad. Además, debe reconocerse que, aunque el producto del cambio en la eficiencia técnica y el cambio técnico debe ser, por definición, igual al índice de Malmquist, estas dos componentes pueden tener comportamientos en direcciones opuestas.

En el ámbito al que se adhiere este trabajo existen algunas importantes referencias como la de Simon et al., 2010, por lo que se estima conveniente ampliar el desarrollo analítico, explicitando los resultados derivados de la aplicación DEA, de tal manera que podamos valorar la dirección en la que ha evolucionado en estos últimos años en términos de eficiencia productiva cada una de las bibliotecas de la Universidad de Alcalá de Henares, teniendo en cuenta la consistencia de los cambios tecnológicos que se han ido sumando.

Su operativa de cálculo se remite como se ha dicho al empleo del Análisis Envolvente de Datos, por lo que se predica lo anteriormente expuesto, en cuanto a las ventajas y desventajas o limitaciones de la técnica.

La orientación a seguir será también de tipo input; es decir evaluaremos la máxima reducción posible de los inputs para cada unidad productiva, dadas las cantidades de output disponibles.

Cabe decir que se asumirán rendimientos constantes de escala exclusivamente, pues en caso del supuesto de rendimientos variables las observaciones de un periodo, ante la producción de un cambio técnico, pueden no ser factibles con la tecnología de otros periodos, pudiendo no llegar a garantizar la existencia de soluciones consistentes.

### 3. Selección de inputs y outputs

Para llevar a cabo el análisis, y como ya se ha remarcado en el apartado anterior al exponer las limitaciones de la técnica que vamos a emplear, la elección de las variables tanto de entrada (inputs) como de salida (outputs) adecuadas, es una de las cuestiones más importantes, puesto que si no se consideran las más relevantes, por resultar de difícil identificación o medición, no se garantizará la fiabilidad de las evaluaciones efectuadas. Todo ello encuentra su mayor sentido si tenemos en cuenta que este trabajo se realiza en el marco de un producto que es un servicio (intangibles, en suma) proporcionado por el sector público (carácter de no mercado, difícil de valorar).

<sup>4</sup> Posteriormente, Färe, Grosskopf y Lovell (1994) propusieron una ampliación de esta aproximación de forma que se puede descomponer el cambio en la eficiencia técnica en dos componentes: cambio en la eficiencia técnica pura y cambio en la eficiencia de escala.

Puesto que siempre la selección de indicadores lleva implícito ciertas dosis de subjetividad, cuanto mayor unanimidad se logre, mayor objetividad y validez práctica aportarán los resultados (Pina y Torres, 1995). A este respecto se observa la literatura para valorar cuáles son las variables más empleadas en el campo de estudio de las bibliotecas. La tabla 2 contribuye a ilustrarlas.

Tabla 2 Variables seleccionadas en estudios de aplicación DEA a bibliotecas

	<b>Outputs</b>	<b>Inputs controlables</b>	<b>Inputs no controlables †</b>
<b>Easun (1992)</b>	<u>Outputs finales:</u> Calificaciones medias de los estudiantes (Matemáticas, Literatura y Escritura) <u>Outputs intermedios:</u> Suministro de información(3variables);Recursos de búsquedas(4); Utilización de la biblioteca(3)	Personal(4); Material(3)	Ninguno
<b>Chen (1997)</b>	Entradas; Préstamos; Información bibliográfica; Búsquedas on line; Satisfacción usuarios; Horas anuales de servicio; Préstamo interbibliotecario	Personal, volúmenes, Gastos en adquisición de volúmenes; Superficie; Asientos disponibles	Ninguno
<b>Vitaliano (1998)</b>	Préstamos; Información bibliográfica	Volúmenes; Horas de apertura semanal; Nuevos volúmenes adquiridos; Suscripciones de colecciones	Población; Salarios (2)
<b>Sharma et al. (1999)</b>	Préstamos; Entradas; Información bibliográfica	Volúmenes; Personal; Días de apertura; Gastos del ejercicio	Ninguno
<b>Worthington(1999)</b>	Préstamos	Gastos del ejercicio	Población; Área; No angloparlantes; Edad de la población; Población estudiante; Prestatarios no residentes; Índice socioeconómico.
<b>Shim(2000)</b>	Préstamos; Información bibliográfica; Préstamo interbibliotecario (2); Cursos de Formación	Volúmenes; Nuevos volúmenes adquiridos; Nuevas monografías; Colecciones; Personal bibliotecario; Personal administrativo; Becarios	Estudiantes(2), Resto de Usuarios
<b>Hammond (2002)</b>	Préstamos; Información bibliográfica; Reservas	Horas de apertura; Monografías; Materiales audiovisuales; Colecciones; Nuevas adquisiciones	Densidad de población; Residentes, entre otros.
<b>Stancheva &amp; Angelova (2004)</b>	Socios; Entradas, Préstamos	Personal; Gastos de impresión; Gastos en bases de datos y software; Salarios; Equipamiento; Superficie	Ninguno
<b>Reichmann(2004)</b>	Entradas; Horas de apertura semanal; Suscripciones; Material librario añadido	Personal; Volúmenes	Ninguno
<b>Akdede &amp; Kazancoglu (2006)</b>	Usuarios; Préstamos; Población	Volúmenes, Personal; Índice de desarrollo económico y social; Superficie	Ninguno
<b>Simón de Blas et al. (2007)</b>	Préstamos a domicilio; Libros y artículos solicitados y suministrados	Personal; Becarios; Fondo; Revistas Vivas; Superficie	Ninguno
<b>Simon et al. (2010)</b>	<u>Outputs intermedios:</u> Colecciones, Volúmenes; Mantenimiento; Software <u>Outputs finales:</u> Entradas, préstamos; Préstamo interbibliotecario(2); Cursos de Formación; Búsquedas on line; Descargas	Personal; Equipamiento; Tecnología; Estudiantes; Personal no bibliotecario	

† Los inputs no controlables son aquellos que están fuera del control de los gestores o administradores de las bibliotecas. Estos inputs se encuentran incluidos en la formulación DEA, pero no participan de forma directa en el proceso de optimización, sino restringiendo el conjunto de comparación para cada DMU ( Banker &Morey, 1986 a)

Además de basarnos en la literatura precedente y dadas las restricciones que preexisten de carácter informativo (disponibilidad de datos), se ha considerado seleccionar los cuatro siguientes recursos o inputs que emplea la biblioteca para poder desenvolverse en la ejecución de su labor diaria, y lograr aportar los servicios que se han planificado dentro de la política bibliotecaria común.

- PERSONAL: nº total de personal directivo, bibliotecarios y personal administrativo y auxiliar en plantilla.
- VOLÚMENES: nº de monografías disponibles.
- EQUIPAMIENTO: nº de unidades de equipos en uso y funcionamiento (pc's de plantilla y públicos, fotocopiadoras, impresoras, máquinas de autopréstamo, portátiles, buzones de autodevolución, etc.)
- DIAS DE APERTURA: nº de días que los centros bibliotecarios permanecen abiertos con carácter anual, en promedio.

En cuanto a los outputs, se han escogido tres indicadores de los servicios que la BUAH oferta a sus usuarios, con carácter habitual:

- PRÉSTAMOS: nº de préstamos domiciliarios y renovaciones del material librario y no librario.
- CONSULTAS EN SALA: nº de consultas de libros y revistas en las salas de lectura.
- INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA: nº de solicitudes de búsqueda de información bibliográfica.

Además se ha tenido en cuenta en la elección, tal como indican Boussofiane et al. (1991) que el producto del número de variables de entrada y salida no debe superar el número de unidades que componen la muestra en estudio, puesto que ello redundaría en la legitimidad del modelo. Como ya se mostró en el epígrafe anterior, es de esperar que al introducir una nueva variable se obtenga una nueva biblioteca eficiente, salvo en el caso de que sea redundante. Así siguiendo a este autor, el producto del número de inputs y outputs seleccionados para el caso ( $4 \times 3 = 12$ ), no supera, el número de bibliotecas objeto de estudio (14).

También, tal y como se apunta en la literatura hay factores externos o inputs no controlables que afectan a los resultados. En este aspecto se ha desechado la posibilidad de introducir la variable superficie utilizada en amplia parte de la misma, dada la fuerte correlación de esta variable con el equipamiento (y, en menor medida, con el personal y el número de volúmenes) y dada la incapacidad para ajustarla adecuadamente por parte del gestor.

En aras de ampliar el análisis derivado de la técnica DEA, se realizará un cambio en la modelización original, sobre la cual gira la profundidad del estudio, encontrando su fundamento en la realización de la conceptualización CRAI en la biblioteca universitaria, para lo que se incorporará como output el número de entradas o visitas que experimenta la misma en cada una de sus respectivas áreas de servicio, y como inputs, el número de puestos de lectura. En atención al criterio de Boussofiane et al. (1991) y mantener igual proporción de variables de entrada y salida en la constitución del nuevo modelo, se incorporarán las variables antes descritas, en sustitución del número de consultas de libros y revistas y del número de personal respectivamente.

En el apéndice 1 se presenta un resumen estadístico de los datos originales de las siete variables incluidas en este estudio, para ambos casos.

Los valores de las variables utilizadas en el análisis se han obtenido, a través de los datos estadísticos incluidos en las memorias publicadas por el propio servicio de biblioteca de la Universidad de Alcalá de Henares, correspondientes a los años 2006-2010. Para la realización del DEA hemos utilizado el programa DEAP 2.1 (Coelli, 1996).

#### **4. Resultados**

A continuación se presentan el análisis de toda una serie de resultados procedentes de la aplicación del Análisis Envoltante de Datos (DEA) a cerca de la eficiencia y la productividad (índices de Malmquist) de la muestra.

##### **4.1. Estimación y análisis de la eficiencia.**

De los datos extraídos en la tabla 3, se puede comprender que la trayectoria ha sido cambiante. Mientras en 2006, 8 bibliotecas eran las que resultaban ineficientes (57% de la muestra), en 2010, se redujeron en 3 el número de ellas, siendo 5 (36%) las que observaron niveles, por debajo de la unidad. En este sentido, cobra

importancia, los mayores esfuerzos incorporados por la BUAH. De dicha tabla, puede observarse además que los niveles de ineficiencia han sido muy distintos, determinando así una posición más o menos favorable de una biblioteca respecto a otra.

No hay que dejar de observar que muy posiblemente, a pesar de la instrumentalización de mejoras en muy diferentes ámbitos (colecciones, infraestructura, servicios, etc), las restricciones presupuestarias que han emergido fuertemente en los últimos años, dada la crisis económica mundial ha tenido una importante incidencia. Estas actúan como una variable exógena, con una implicación directa en todos y cada uno de esas áreas, entre ellas, la disminución de las horas de apertura y consecuente la imposibilidad de mantener servicios mínimos en las épocas de vacaciones.

Tan sólo 5 de las bibliotecas han mantenido sus niveles de eficiencia óptima, a saber: Ciencias, Ciencias de la Salud, Escuela Politécnica, Farmacia y Filología. En el resto de bibliotecas se evidencia que los cambios no han seguido una tendencia homogénea, siendo mayores las variaciones que han ido en detrimento de un menor nivel de eficiencia, como puede observarse en la tabla 4.

Cuadro 1

- **Arquitectura:** Se contaba entre las eficientes en el primer año de análisis, sufriendo un pequeño retorno de la misma en 2007 para después volver a ser una de las eficientes
- **CDE:** Comenzó el periodo con un importante nivel de ineficiencia, y sin embargo, la eficiencia ha sido una continua en el tiempo desde entonces.
- **Derecho:** La ineficiencia se cuenta a niveles en torno a l 80% destacando el punto de inflexión marcado en 2008, con un descenso del 17, 5%
- **Documentación:** Su tendencia viene marcada por niveles escasos de eficiencia en su praxis organizativa y de gestión, viéndose gravemente pronunciados tales niveles en los últimos años. En 2008, la eficiencia técnica se redujo casi un 25%.
- **Económicas y Empresariales :** Es la única que ha convergido hacia la excelencia operativa, siendo la que manifiesta una tendencia creciente, dando claras muestras de una evolución favorable en base a una mejora continua.
- **Filosofía y Letras:** Altos niveles de eficiencia experimentados en los primeros años, con un ligero quiebro en los dos últimos.
- **Magisterio:** Es una de las bibliotecas con peores índices de eficiencia a lo largo del periodo, que ligeramente ha retornado en el último tiempo, con incrementos entre el 8% y 11%.
- **Multidepartamental:** A excepción de 2006, el resto de los años se ha consolidado como una biblioteca eficiente (la adhesión de la Escuela de Enfermería de la SESCAM a la Universidad, y concretamente su colección a la de esta biblioteca, posiblemente haya influido en ello).
- **Trinitarios:** Cuenta con los peores niveles de eficiencia de todas las bibliotecas. Su mayor incremento de eficiencia técnica, se produjo en el periodo 2007-2008, incrementándose un 59,43%.

Tabla 3: Ranking Eficiencia 2006-2010(expresado en %)

Ranking eficiencia	2006	2007	2008	2009	2010	Siempre eficiente	Eficiencia Promedio
TRINITARIOS	25%	28%	45%	40%	45%	No	37%
MAGISTERIO	48%	48%	40%	44%	48%	No	46%
DOCUMENTACIÓN	61%	49%	61%	46%	40%	No	51%
DERECHO	81%	86%	100%	83%	83%	No	87%
CDE	49%	100%	100%	100%	100%	No	90%
FILOSOFÍA Y LETRAS	97%	93%	94%	90%	82%	No	91%
ECONÓMICAS-EMPRESAR	88%	100%	100%	100%	100%	No	98%
MULTIDEPARTAMENTAL	94%	100%	100%	100%	100%	No	99%
ARQUITECTURA	100%	98%	100%	100%	100%	No	100%
CIENCIAS	100%	100%	100%	100%	100%	Sí	100%
CIENCIAS DE LA SALUD	100%	100%	100%	100%	100%	Sí	100%
ESCUELA POLITÉCNICA	100%	100%	100%	100%	100%	Sí	100%
FARMACIA	100%	100%	100%	100%	100%	Sí	100%
FILOLOGÍA	100%	100%	100%	100%	100%	Sí	100%
<b>Eficiencia Promedio</b>	<b>82%</b>	<b>86%</b>	<b>89%</b>	<b>86%</b>	<b>86%</b>		

Tabla 4: Tasas de crecimiento de la eficiencia y eficiencia media 2006-2010 (expresado en %)

Tasa de crecimiento				
	$\Delta 06-07$	$\Delta 07-08$	$\Delta 08-09$	$\Delta 09-10$
ARQUITECTURA	-2,10%	2,15%	0,00%	0,00%
CDE	104,08%	0,00%	0,00%	0,00%
CIENCIAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CIENCIAS DE LA SALUD	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
DOCUMENTACIÓN	6,02%	15,87%	-17,50%	0,61%
DERECHO	-19,05%	23,73%	-24,92%	-13,32%
ECONÓMICAS - EMPRESARIALES	13,05%	0,40%	0,00%	0,00%
ESCUELA POLITÉCNICA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
FARMACIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
FILOLOGÍA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
FILOSOFÍA Y LETRAS	-3,94%	1,83%	-4,87%	-9,24%
MAGISTERIO	-1,04%	-16,14%	10,50%	8,60%
MULTIDEPARTAMENTAL	5,93%	0,00%	0,00%	0,00%
TRINITARIOS	11,07%	59,43%	-11,16%	12,56%
<b><math>\Delta</math>media</b>	<b>5,05%</b>	<b>3,21%</b>	<b>-3,07%</b>	<b>-0,42%</b>

En términos medios, existe un nivel de eficiencia nada desdeñable, situado en torno al 85%, con una variabilidad en términos medios pequeña, en comparación con el cómputo individualizado de cada una de las bibliotecas, si bien, la progresión ha sido descendente, marcándose un claro punto de inflexión en los años 2008-2009, donde como ya enunciábamos, el quiebro económico mermó las arcas públicas de las cuales son tan dependientes este tipo de servicios, obligando a ajustar enormemente el nivel de inputs con los que generar un nivel de satisfacción al usuario adecuado.

#### 4.1.1. Determinación de las referencias eficientes

En el gráfico 1 que se muestra a continuación se observa el número de veces que una biblioteca ha sido referente (“peers”) para las no eficientes. Destaca la biblioteca de Filología que es referente 22 veces durante el periodo analizado para otras bibliotecas. Esto es una clara muestra de que estas bibliotecas, consiguen obtener una relación output-input óptima con respecto al resto.

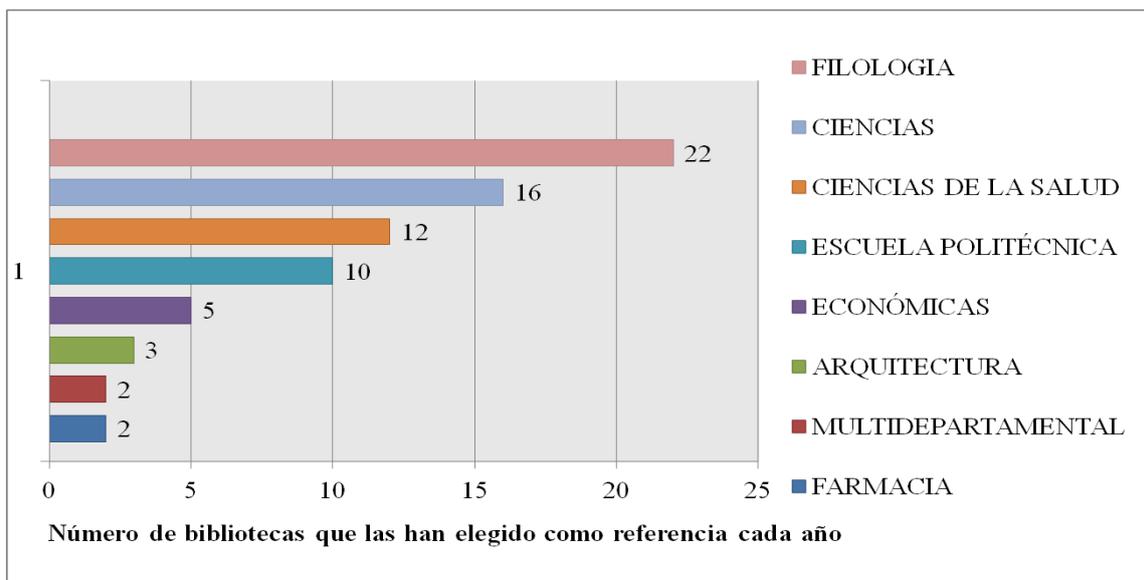


Figura 1: Frecuencia de bibliotecas de la UAH que son referencia para las ineficientes (2006-2010)

Es destacable también el hecho de que la biblioteca de Centro de Documentación Europea (CDE) aún a pesar de ser eficiente para los años 2007 a 2010 no sea la referencia para ninguna biblioteca. Esto se explica por la relación poco común de variables de salida y entrada, manifestándose como un caso marginal dentro del conjunto de bibliotecas de la UAH.

Hemos considerado que como todas las bibliotecas ineficientes tienen como referencia a la biblioteca de Filología (y con un gran peso), se debería elegir ésta como benchmark homogéneo para todas ellas, lo cual pone en tela de juicio, la concepción de la deficiencia de las bibliotecas asociadas a estudios del ámbito de Letras. A pesar de lo destacable de la biblioteca de Filología, el mayor cómputo de eficiencia opera en aquellas vinculadas al ámbito de Ciencias y Enseñanzas Técnicas.

En la siguiente tabla mostramos cuáles serían las respectivas referencias para el año 2010, para todas y cada una de las bibliotecas, en relación de preferencia, según el peso que el programa DEAP 2.1. ha otorgado respectivamente a cada una de ellas. Como se observa, Filología es la que destaca, seguida de Ciencias y la E. Politécnica.

Tabla 5: Conjunto de Bibliotecas que son referencia para las bibliotecas que son ineficientes (2010)

<i>Biblioteca</i>	<i>Biblioteca de referencia</i>
DERECHO	Filología Económicas y Empresariales Ciencias Arquitectura E. Politécnica
DOCUMENTACIÓN	Filología
FILOSOFÍA Y LETRAS	Filología Económicas y Empresariales Multidepartamental E. Politécnica
MAGISTERIO	Filología Ciencias E. Politécnica
TRINITARIOS	Filología

#### 4.1.2. Bibliotecas ineficientes en 2010. Aproximación casuística.

Sintéticamente especificamos las bibliotecas que en el estudio han mostrado ineficiencia, determinando las causas<sup>5</sup>, en una ligera aproximación con la que evidenciar el fenómeno que subyace en su resultado que oriente de cara a implementar posibles vías de mejora. Para ello se incluyen sendos gráficos en los que visualizar la relación de sus variables de entrada y de salida en comparación con la combinación lineal convexa de sus bibliotecas de referencia.

##### **Trinitarios**

La biblioteca de Trinitarios se distingue de las demás en que no es una biblioteca con fines puramente universitarios, está dotada en gran proporción por donaciones privadas (ej. IUIEN Benjamin Franklin) y está muy cercana a otras bibliotecas. Por ello, si bien es la más ineficiente durante el periodo estudiado, se considera que no la debería ser evaluada objetivamente del mismo modo que la mayoría de bibliotecas.

Así podemos observar en el gráfico 2 que aunque Trinitarios utiliza menores recursos, consigue unos outputs, tal y como los hemos definido para el conjunto de la Universidad, muy bajos, por lo debe establecerse un cuestionamiento de la necesidad real de la misma.

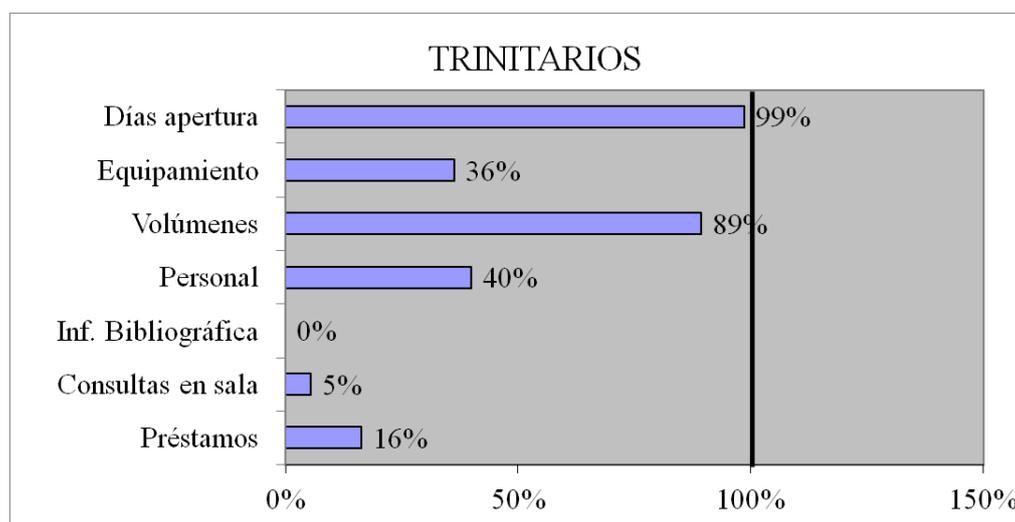


Figura 2: Biblioteca de Trinitarios en relación con sus referentes<sup>6</sup>

##### **Magisterio**

La biblioteca de Magisterio nos ofrece una situación de ineficiencia casi “de libro”: mayor uso de recursos y menores resultados (con excepción de las consultas en sala). En este sentido, puede operar el hecho de que su utilización se halla más enfocada al ámbito de sala de estudio, por lo que dado los outputs escogidos a este nivel del análisis, se concluye que no es todo lo eficiente que debiera de ser.

Como se puede observar en la tabla 6 (ver subapartado 4.1.3-análisis de slacks), las acciones apropiadas para mejorar la eficiencia de esta biblioteca consisten en primer lugar, reducir el número de volúmenes no utilizados; en segundo lugar, ajustar el personal y en tercer lugar, los días de apertura y el equipamiento. Una vez ajustados los inputs, se debería tratar de mejorar los resultados obtenidos de información bibliográfica.

<sup>5</sup> Dadas las restricciones del modelo, hemos valorado información cualitativa facilitada desde instancias de la BUAH, en aras de una mayor completitud del análisis efectuado.

<sup>6</sup> El 100% comprende el porcentaje de eficiencia que logran las referentes con las que se compara.

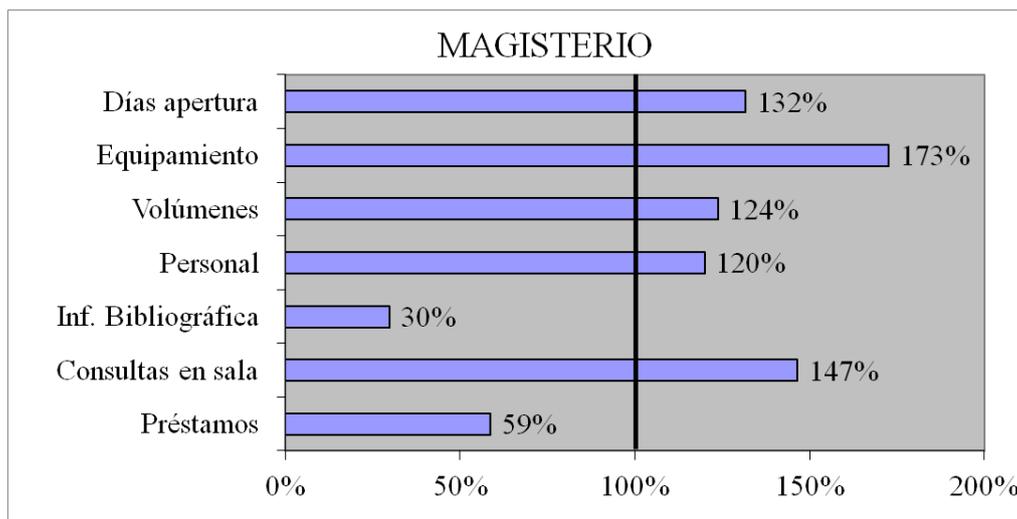


Figura 3: Biblioteca de Magisterio en relación con sus referentes

### Documentación

La biblioteca de Documentación presenta unos datos parecidos a los de la biblioteca de Trinitarios. En concreto, esta biblioteca ha visto mermada su eficiencia en los últimos dos años (2009 y 2010) debido, principalmente, a que no se imparten los nuevos grados que corresponderían a esa facultad, dada la baja demanda. Por esta razón, consideramos que de mantenerse esta situación la posibilidad de que se vuelva en una biblioteca eficiente será muy complicado y por ello, creemos que es labor de la Dirección y Servicios Centrales, tratar de trasladar recursos hacia otras bibliotecas.

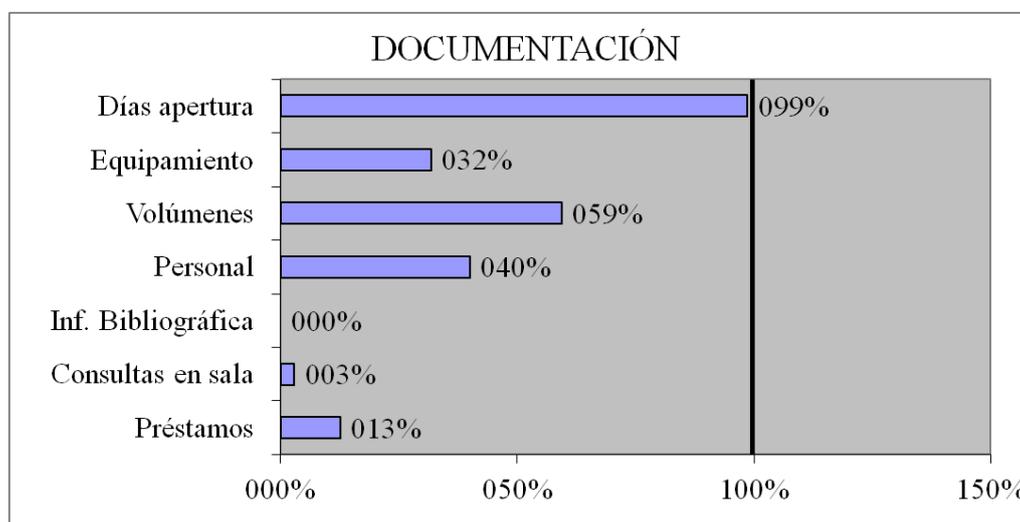


Figura 4: Biblioteca de Documentación en relación con sus referentes

### Derecho

La biblioteca de Derecho es la más eficiente dentro de las ineficientes. Se considera que esta situación se debe a aspectos de funcionamiento interno de la facultad. La utilización de la biblioteca como sala de estudio, (uso que tendremos en cuenta más adelante en nuestro estudio), al no ser incluida, hace que se manifieste con esta ligera deficiencia. Prueba de ello lo podemos encontrar al ver estudiantes cuyos estudios no se adscriben a las Ciencias Jurídicas, al tratarse de una de las bibliotecas que amplía sus horarios en épocas de exámenes (donde aumenta enormemente su afluencia).

Por otra parte, en la tabla 6 (que sólo contempla aspectos cuantitativos) podemos observar que la primera acción a realizar que se recomienda es reducir el número de volúmenes. Se piensa que esto es debido a las

características intrínsecas de los manuales de derecho, muchos de los cuales cambian significativamente de un año para otro.

Se trata, en líneas generales de una biblioteca eficientemente gestionada y, además, los transvases de volúmenes en formato papel a electrónico más fácilmente actualizables hacen que se valore positivamente.

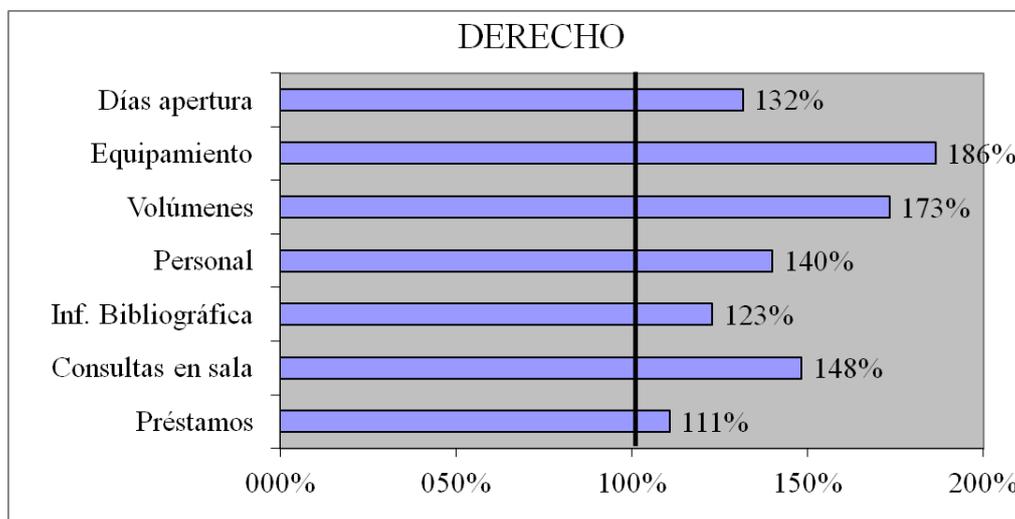


Figura 5: Biblioteca de Derecho en relación con sus referentes

### Filosofía y Letras

La biblioteca de Filosofía y Letras es también de las más eficientes dentro de las ineficientes. Sería prioritario no aumentar el número de volúmenes que no sean imprescindibles en la biblioteca, pues los existentes se están utilizando de manera muy ineficiente tal y como se ilustra en el gráfico.

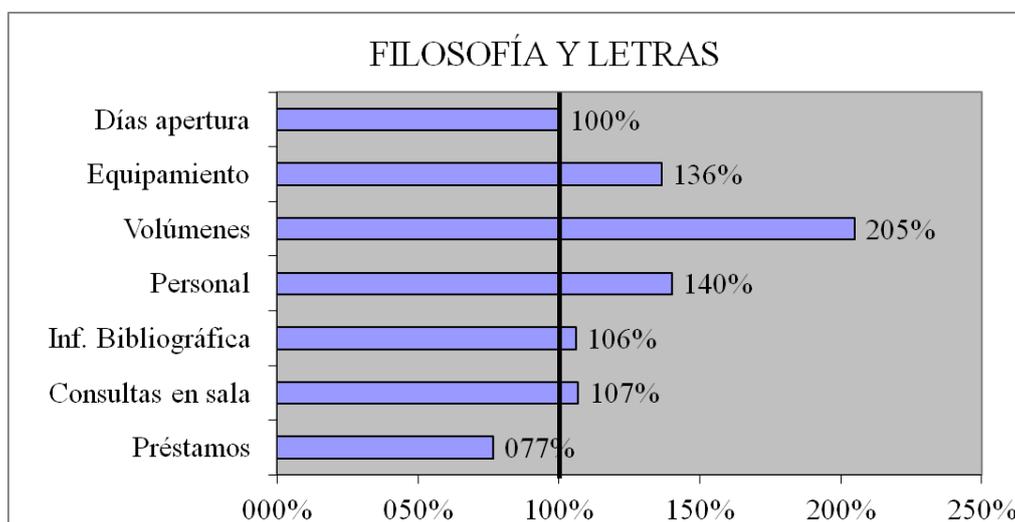


Figura 6: Biblioteca de Filosofía y Letras en relación con sus referentes

#### 4.1.3. Análisis de slacks

En la orientación input sobre la cual versa nuestro estudio, el slack se configura como el exceso de input que hay que reducir, para la obtención del output.

Con el análisis de los slacks (u<<holguras>>traducción al castellano), se puede obtener el target u objetivo eficiente a conseguir por cada una de las DMU's o bibliotecas de la Universidad de Alcalá en cada una de las variables de entrada o salida.

Derivado de ello, se puede establecer una prelación de las mismas a la hora de implementar medidas de ajuste o corrección para cada una de ellas.

Se presenta seguidamente una tabla donde se refleja la prioridad con la que cada una de las bibliotecas ineficientes tiene que reducir los niveles de sus respectivos input, para lograr alcanzar la frontera de eficiencia y formar parte así del GCE o grupo de comparación eficiente para posteriores evaluaciones. Se expone el caso para 2010, por ser el más relevante a efectos prácticos, al ser más cercano al momento de estudio.

Como se podrá percibir, son los volúmenes y los días de apertura, los que imprimen con mayor urgencia una revisión, seguidos del personal y el equipamiento. Esto lleva implícito un ajuste importante<sup>7</sup>, que en muchos casos es inviable, y menos de manera absoluta (carácter indivisible de los inputs) dadas las restricciones que subyacen, puesto que el gerente en este tipo de servicios, tiene que remitir sus decisiones a órdenes de nivel superior (en este caso las competencias en materia bibliotecaria se halla en la Comunidad de Madrid), como las dotaciones de infraestructura tecnológica o los días de apertura, limitando su capacidad. Y en otros casos, por la imposibilidad de movilizar recursos que tienen un alto nivel de permanencia, como son los volúmenes, o el personal, este último supeditado en su mayoría a categorías funcionariales (83%, el resto laborales) de la que se predica lo anteriormente expuesto

Tabla 6: Prioridad para eliminar ineficiencias

	Entradas			
	PERS	VOLUM	EQUIPAM	DIA
ARQUITECTURA	-	-	-	-
CDE	-	-	-	-
CIENCIAS	-	-	-	-
CIENCIAS DE LA SALUD	-	-	-	-
DERECHO	2º	1º	2º	2º
DOCUMENTACIÓN	3º	2º	4º	1º
ECONÓMICAS –EMPRESARIALES	-	-	-	-
ESCUELA POLITÉCNICA	-	-	-	-
FARMACIA	-	-	-	-
FILOLOGIA	-	-	-	-
FILOSOFÍA Y LETRAS	2º	1º	3º	3º
MAGISTERIO	2º	1º	3º	3º
MULTIDEPARTAMENTAL	-	-	-	-
TRINITARIOS	3º	2º	4º	1º

PERS: Personal

EQUIPAM: Equipamiento

VOLUM: Volúmenes

DIA: Días de apertura

#### 4.1.4. Eficiencias de escala en la determinación de la eficiencia técnica.

Dentro de las posibilidades que nos ofrece esta técnica, una de ellas es la de poder contrastar el nivel en el que la eficiencia técnica global ( $TE_{CRS}$  o supuesto de rendimientos constantes de escala) es debida a la eficiencia técnica pura ( $TE_{VRS}$  o supuesto de rendimiento de escala variables), y a la eficiencia de escala y así establecer en aquellas que operan con ineficiencia, determinar si lo hacen con rendimientos crecientes de escala o rendimientos decrecientes de escala.

Se estima conveniente realizar una descomposición de la eficiencia técnica global en base a los rendimientos de escala variables, para dar un paso más allá en lo analizado hasta ahora y valorar más profundamente los efectos que intrínsecamente al modelo se han podido desenvolver para llegar a los puntos de ineficiencia observados.

La Figura 7 muestra la evolución en términos medios de cada uno de los componentes de la eficiencia, anteriormente citados, a lo largo del periodo estudiado.

<sup>7</sup> Para una mayor visualización del fenómeno de ajuste que implicaría este estudio, véase Apéndice 2, donde se estima la cuantía (en términos de porcentaje sobre el nivel preexistente de inputs) de la reducción que se debería acometer.

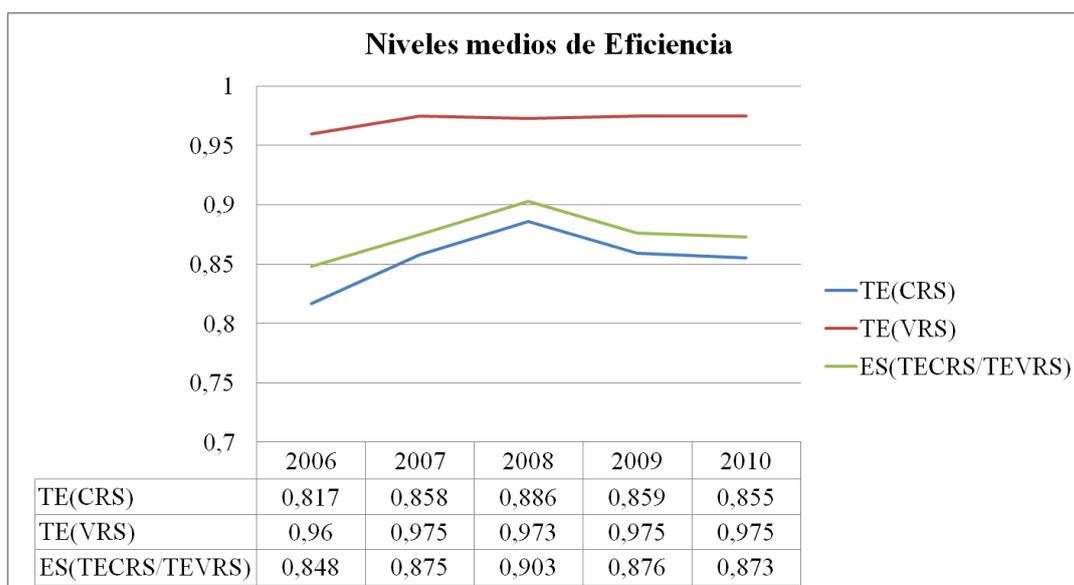


Figura 7 Eficiencia técnica, Eficiencia técnica pura y eficiencia de escala media (2006-2010)

Como se puede observar para el conjunto global de todas las bibliotecas de la Universidad de Alcalá, el efecto de escala influye significativamente en la eficiencia técnica global, tanto en los periodos expansivos como regresivos, pues los valores tanto de esta última como de la eficiencia técnica pura<sup>8</sup> son ligeramente divergentes pues la eficiencia técnica pura prácticamente se mantiene constante.

Los resultados pues, arrojan un alejamiento a la frontera eficiente debido a la ineficiencia de escala. Así, para el periodo 2006, el 4% del nivel de eficiencia técnica, cifrado en 0,817, se explica por la eficiencia técnica pura, mientras el 15,2% se halla determinado por la eficiencia de escala. En 2010, los porcentajes se hallan en el 2,5% y 12,7% respectivamente. Por tanto, las bibliotecas en cualquier caso, tienden a alejarse de la escala de operaciones de las bibliotecas líderes en eficiencia.

Las variaciones de escala-de existir- tanto de las bibliotecas que operan en la escala óptima, como el resto de bibliotecas, no difieren extraordinariamente a lo largo del tiempo, mostrando una senda de crecimiento hasta 2008, para disminuir desde entonces.

Luego se puede concluir, que los cambios en la eficiencia a lo largo de 2006-2010 se adscriben con cierta relevancia a cuestiones enmarcadas en deficiencias en el tamaño (escala) de operaciones y no tanto así, técnicas. Esto implica, que las empresas ineficientes podrían mejorar su eficiencia si variarían su escala de operaciones hasta la escala óptima (modelo CCR), definida por las empresas que son referentes; esto se traduce, en un mayor rendimiento de sus recursos, siendo más productivas. Aquellas que presentan rendimientos crecientes de escala, aumentarían la escala y a las que corresponda rendimientos decrecientes, la disminuirían.

Comparando las medidas de la eficiencia de escala y técnica pura de las bibliotecas ineficientes en 2010, se puede contrastar lo enunciado con carácter general previamente. Así tal como se indica en la tabla 7, la ineficiencia técnica global ampliamente va asociada al efecto de la escala en la que opera la biblioteca. Excepto en Derecho en el que la eficiencia técnica pura explica un 10,2% frente al 7,6% de la de escala, en el resto, la aparición de la ineficiencia derivada de un tamaño inadecuado opera en un 60,3% (Documentación), 18,2% (Filosofía), 36,1% (Magisterio) y un 55,2% (Trinitarios).

Algunas de las bibliotecas a las que se asocia una ineficiencia de escala mayor, como Documentación y Trinitarios son eficientes en términos de eficiencia técnica pura, por lo que toda la ineficiencia va asociada a una inadecuada escala. Están incurriendo en un grave déficit de output por cada unidad de input (deterioro de la productividad). Estas bibliotecas junto con la de Magisterio y la correspondiente a Filosofía y Letras, presentan

<sup>8</sup> A la vista de los datos visualizamos que los valores son bastante altos, dado que el supuesto de una tecnología productiva basada en rendimientos variables de escala es menos restrictivo, pues relaja el supuesto de eliminación gratuita de inputs, favoreciendo el incremento de la eficiencia de las DMU analizadas.

rendimientos de escala crecientes (IRS). Deberían aumentar su escala hasta llegar al óptimo de eficiencia, con lo que lograrían incrementos de hasta el 60,3% en el caso de Documentación. En la biblioteca de Derecho ocurre lo contrario, sus rendimientos son decrecientes (DRS), por lo que debería disminuir su escala operacional.

El proceso de mejora lleva implícito la necesidad de ajustar todos los recursos disponibles para tener un tamaño de escala que no exceda o quede muy por debajo del más productivo.

Tabla 7 Eficiencia de escala y rendimientos de escala de las bibliotecas ineficientes

2010	E_Técnica global (TE <sub>CRS</sub> )	E_Técnica pura (TE <sub>VRs</sub> )	E_Escala (TE <sub>CRS</sub> /TE <sub>VRs</sub> )	Rendmtos_Escala
DERECHO	0,83	0,898	0,924	DRS
DOCUMENTACIÓN	0,397	1	0,397	IRS
FILOSOFÍA Y LETRAS	0,815	0,996	0,818	IRS
MAGISTERIO	0,48	0,751	0,639	IRS
TRINITARIOS	0,448	1	0,448	IRS

#### 4.2 .Evolución de la productividad: cambio técnico y variación en la eficiencia productiva

Las estimaciones correspondientes al cambio en la productividad total de los factores (tfpch), representado por el índice de Malmquist, y a su descomposición en cambio en la eficiencia técnica (effch) y cambio técnico (techch), se han realizado comparando períodos adyacentes.

En este punto se quiere poner en atención del lector, la incidencia especial que tiene el cambio tecnológico, en la progresión ascendente de la productividad<sup>9</sup> total de los factores, desplazando la frontera de eficiencia.

Para ello, se ha decidido realizar 3 grupos de Bibliotecas, en función del nivel de eficiencia alcanzado en cada uno de los cinco años (t) en los que se divide la muestra seleccionada. Así obtenemos:

- **GRUPO 1:** Bibliotecas ineficientes.  $te = 1, \forall t \gg 3$
- **GRUPO 2:** Bibliotecas medianamente eficientes.  $te = 1, \forall 1 \ll t < 3$
- **GRUPO 3:** Bibliotecas eficientes.  $te = 1, \forall t$

A partir de lo expuesto en la figura 8, lo primero que se observa es que no hay tendencia globalmente manifiesta de la evolución de los índices, tanto de cambio de eficiencia y cambio tecnológico entre las distintas bibliotecas, algo que era de esperar, dadas las características propias y distintivas de cada una.

<sup>9</sup> Productividad, no debe confundirse con eficiencia, si bien en la literatura económica el concepto de productividad media de un factor, se ha utilizado frecuentemente como sinónimo de eficiencia (Miller, 1984). Hay que entender que una DMU puede ser eficiente en su relación input-output bajo la escala en la que opera, respecto a otras y sin embargo, ser escasamente productiva, pues el rendimiento de los inputs no es el que permite generar el máximo output. Puede explicitarse pragmáticamente en la confluencia de rendimientos de escala crecientes o decrecientes.

**GRUPO 1**

TRINITARIOS	effch	techch	tfpch	DOCUMENTACIÓN	effch	techch	tfpch
2006-2007	1,11	1,159	1,287	2006-2007	0,81	1,296	1,049
2007-2008	1,597	0,947	1,511	2007-2008	1,239	0,879	1,088
2008-2009	0,889	0,803	0,714	2008-2009	0,751	0,804	0,604
2009-2010	1,124	0,956	1,075	2009-2010	0,865	0,956	0,827
<i>Media</i>	<b>1,154</b>	<b>0,958</b>	<b>1,105</b>	<i>Media</i>	<b>0,899</b>	<b>0,967</b>	<b>0,869</b>

MAGISTERIO	effch	techch	tfpch	DERECHO	effch	techch	tfpch
2006-2007	0,99	1,05	1,039	2006-2007	1,059	0,929	0,984
2007-2008	0,839	0,811	0,68	2007-2008	1,159	0,695	0,806
2008-2009	1,103	1,057	1,166	2008-2009	1	0,963	0,963
2009-2010	1,086	1,001	1,088	2009-2010	1,007	0,999	1,006
<i>Media</i>	<b>0,999</b>	<b>0,974</b>	<b>0,973</b>	<i>Media</i>	<b>1,054</b>	<b>0,888</b>	<b>0,936</b>

FILOSOFÍA	effch	techch	tfpch
2006-2007	0,96	1,072	1,03
2007-2008	1,018	0,916	0,932
2008-2009	0,952	1,073	1,021
2009-2010	0,908	0,957	0,868
<i>Media</i>	<b>0,959</b>	<b>1,002</b>	<b>0,960</b>

**GRUPO 2**

CDE	effch	techch	tfpch	MULTIDEPART.	effch	techch	tfpch
2006-2007	2,041	22,523	45,975	2006-2007	1,059	1,473	1,56
2007-2008	1	0,225	0,225	2007-2008	1	0,899	0,899
2008-2009	1	0,893	0,893	2008-2009	1	0,627	0,627
2009-2010	1	1,884	1,884	2009-2010	1	1,437	1,437
<i>Media</i>	<b>1,195</b>	<b>1,709</b>	<b>2,042</b>	<i>Media</i>	<b>1,014</b>	<b>1,045</b>	<b>1,060</b>

ECONÓMICAS	effch	techch	tfpch	ARQUITECTURA	effch	techch	tfpch
2006-2007	1,13	0,994	1,123	2006-2007	0,979	1,008	0,987
2007-2008	1,004	0,873	0,876	2007-2008	1,021	0,861	0,879
2008-2009	1	1,272	1,272	2008-2009	1	1,027	1,027
2009-2010	1	0,945	0,945	2009-2010	1	1,003	1,003
<i>Media</i>	<b>1,032</b>	<b>1,011</b>	<b>1,043</b>	<i>Media</i>	<b>1,000</b>	<b>0,972</b>	<b>0,972</b>

**GRUPO 3**

CIENCIAS	effch	techch	tfpch	POLITÉCNICA	effch	techch	tfpch
2006-2007	1	1,154	1,154	2006-2007	1	1,002	1,002
2007-2008	1	0,978	0,978	2007-2008	1	0,901	0,901
2008-2009	1	0,815	0,815	2008-2009	1	1,426	1,426
2009-2010	1	0,998	0,998	2009-2010	1	0,895	0,895
<i>Media</i>	<b>1,000</b>	<b>0,979</b>	<b>0,979</b>	<i>Media</i>	<b>1,000</b>	<b>1,036</b>	<b>1,036</b>

CC. SALUD	effch	techch	tfpch	FARMACIA	effch	techch	tfpch
2006-2007	1	0,97	0,97	2006-2007	1	0,941	0,941
2007-2008	1	0,539	0,539	2007-2008	1	0,635	0,635
2008-2009	1	0,963	0,963	2008-2009	1	0,891	0,891
2009-2010	1	0,975	0,975	2009-2010	1	1,033	1,033
<i>Media</i>	<b>1,000</b>	<b>0,837</b>	<b>0,837</b>	<i>Media</i>	<b>1,000</b>	<b>0,861</b>	<b>0,861</b>

FILOLOGÍA	effch	techch	tfpch
2006-2007	1	1,114	1,114
2007-2008	1	0,938	0,938
2008-2009	1	0,916	0,916
2009-2010	1	0,982	0,982
<i>Media</i>	<b>1,000</b>	<b>0,985</b>	<b>0,985</b>

Figura 8 Cambio productivo, cambio técnico, índice de Malmquist

Directamente se pasa a detallar la evolución en la productividad de cada una de las bibliotecas en los distintos periodos.

Cuadro 2 Análisis del cambio de la productividad total de los factores

(Grupo 1)

- **Trinitarios:** Con unas cifras dispares en cuanto a cambio en eficiencia, la productividad total de los factores se ve disminuida a su vez por unos valores negativos en cuanto a cambio tecnológico, lo que no ayuda a mejorar la situación inicial, estando en el periodo 2009-2010 por debajo de éste. En términos medios, se traduce en un aumento de la productividad del 10,5%, auspiciada por un incremento de la eficiencia en un 15,4% que no se materializa totalmente por el efecto regresivo del 4,2% del progreso tecnológico.
- **Magisterio:** Siempre con valores cercanos a 1, mostraría una secuencia casi constante si no fuese por los malos resultados del periodo 2007-2008, el cual minora la productividad en un 32%. En general, en el periodo se han producido decrementos de la productividad; en este caso, determinados por el decremento del efecto tecnológico en un 2,6%.
- **Documentación:** Muestra valores decrecientes en la mayoría de los valores, pero gracias a los buenos resultados en el cambio tecnológico del periodo 2006-2007, y el cambio en la eficiencia de 2007-2008, consigue durante esos periodos mantener la productividad total de los factores en niveles ligeramente superiores a 1. En media, se ha producido un deterioro del 13,1%, asociado en un 10,1% a l quiebro en la eficiencia técnica.
- **Derecho:** Concreta una variación de la eficiencia lineal en torno a 1 que no consigue mantener la productividad total de los factores por los malos resultados estimados en cuanto a cambio tecnológico. Esta situación parece que se solventa en el último periodo, con un acercamiento de los valores. La evolución media manifiesta una disminución de la productividad, en aproximadamente un 6%, por la existencia de efectos de signo contrario; por un lado un crecimiento de la eficiencia en 5 % y una disminución del avance tecnológico en un 11%.
- **Filosofía:** Manifiesta una tendencia estable, pero siempre alternando el efecto positivo del cambio de eficiencia y del cambio tecnológico entre periodos adyacentes consecutivos; excepto en el último periodo donde se produce un efecto negativo en ambos términos, lo que hace que la productividad total de los factores se aleje aún más. Es la única de las bibliotecas pertenecientes al grupo 1, cuyo valor de variación del progreso tecnológico es ligeramente positivo (2%); si bien no es suficiente para contrarrestar el efecto de la caída de la eficiencia, la cual se sitúa en torno al 4%.

Cuadro 3 Análisis del cambio de la productividad total de los factores

(Grupo 2)

- **CDE:** En 2007 el cambio tecnológico hizo que experimentará un avance espectacular hasta situarse entre las bibliotecas más eficientes en el resto de los años. Esto se materializó en un aumento de sus outputs muy considerablemente, sin apenas grandes refuerzos a nivel de inputs, lo cual llevó disparar el rendimiento a niveles muy por encima del resto de las bibliotecas<sup>10</sup>. Desde ese momento, se generan niveles sostenidos de eficiencia técnica, lo que determina que los incrementos o decrementos de la tecnología a lo largo del periodo, hayan favorecido o diezmado la productividad.

<sup>10</sup> Dada la particularidad de este centro, el cual se halla muy alejado del resto de bibliotecas en sus valores tanto de entrada como de salida, hace que el resultado final tenga un carácter anómalo o divergente. Consecuencia, la productividad total se ha duplicado en su valoración media.

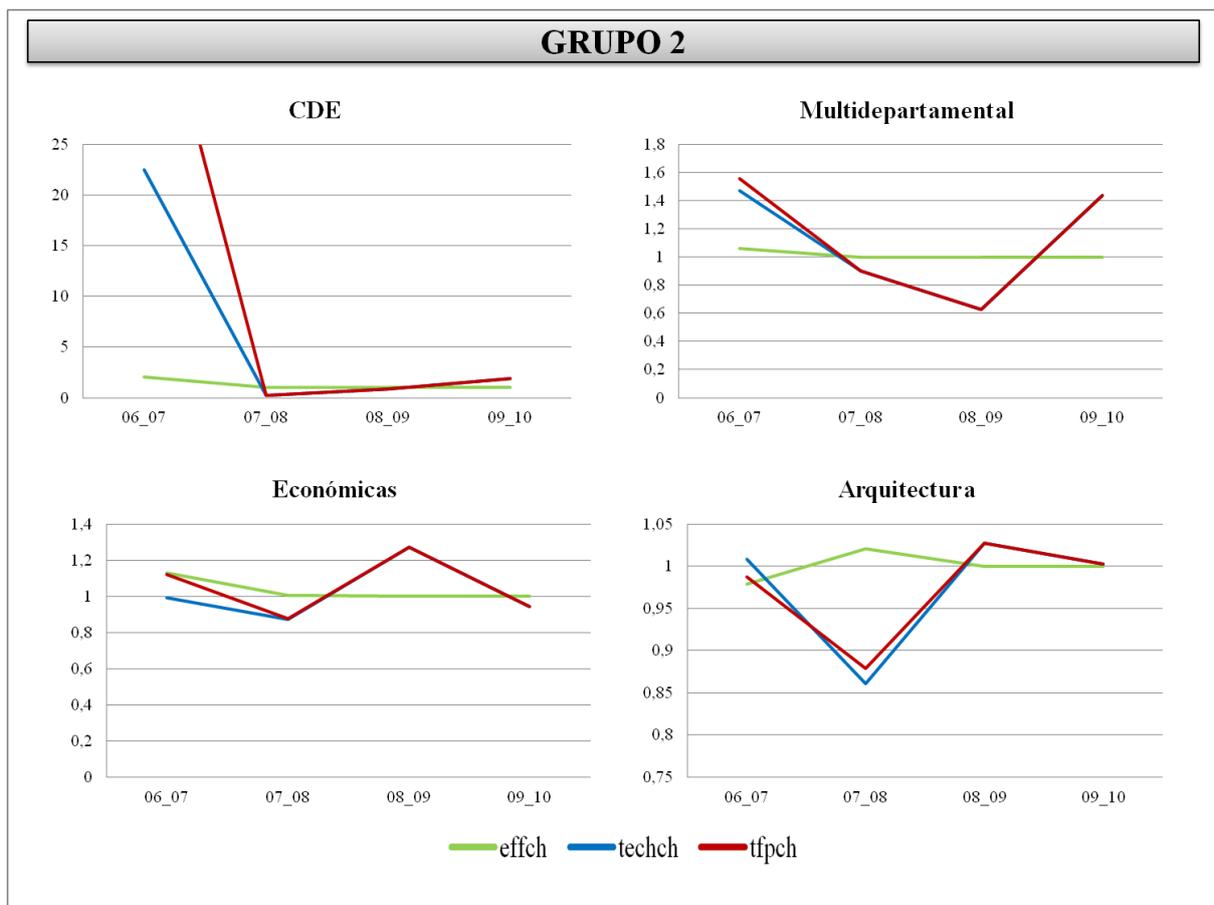
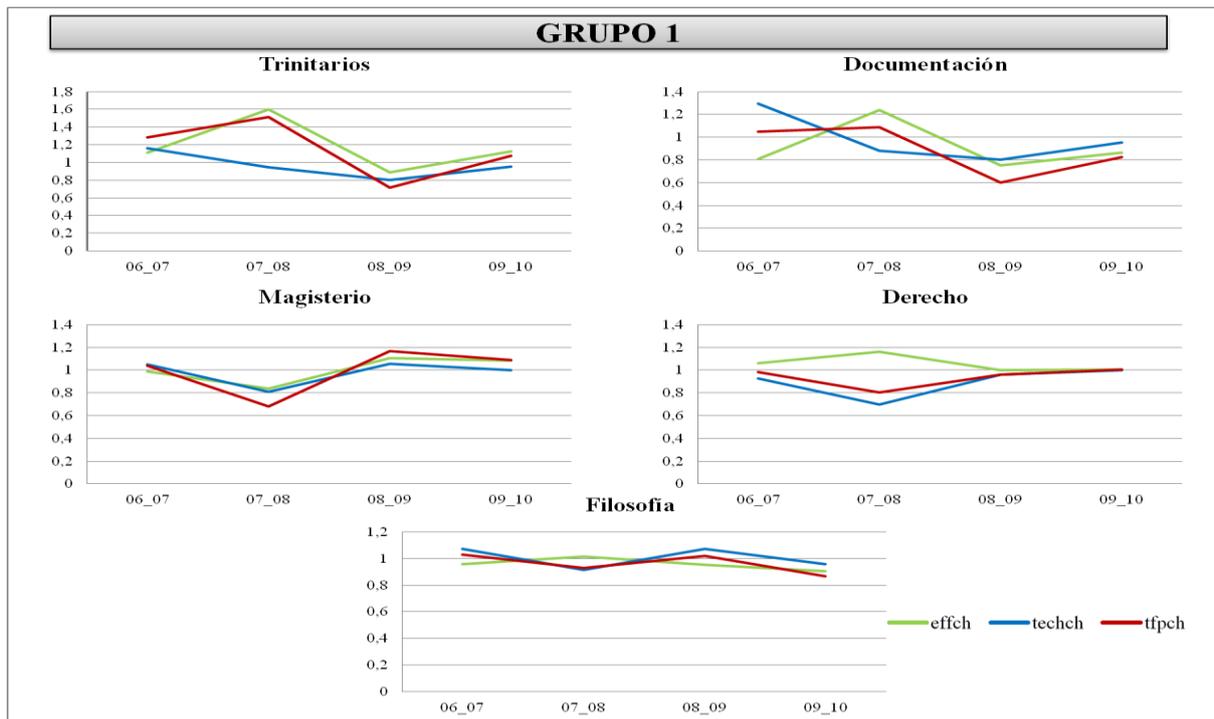
- **Económicas:** Se presenta con buenos resultados en general, así la productividad total aumenta en un 4,3%. La variable determinante de la fluctuación del valor de la productividad es el cambio en la eficiencia, que ha aumentado en media en un 3,2%; si bien es verdad, que en los últimos años se ha producido una cierta estabilidad. El progreso tecnológico tiene una especial incidencia en el periodo 2008-2009, contribuyendo en un 1,1%.
- **Multidepartamental:** Manteniéndose prácticamente constantes los valores del cambio en eficiencia, la productividad total de los factores ha aumentado un 6%, gracias a la influencia del cambio tecnológico que a pesar de ser decreciente entre 2007 y 2009, ha contribuido finalmente en un 4,5% en el aumento del rendimiento de los inputs.  
Junto con la biblioteca de Económicas y Empresariales, son las únicas bibliotecas que han experimentado un aumento tanto de los valores de la eficiencia técnica, como del progreso tecnológico, aunque su contribución ha sido diferente.
- **Arquitectura:** Se exponen valores contrapuestos entre los periodos 2006-2007 y 2007-2008 entre los valores de cambio en la eficiencia y cambio tecnológico, que sitúan la productividad en receso, para posteriormente volverse a recuperar gracias al empuje del progreso tecnológico. Con todo ello y a pesar de que la variabilidad en la eficiencia es nula en los últimos años, se proyecta una productividad media inferior en un 2,8%.

Cuadro 4 Análisis del cambio de la productividad total de los factores

(Grupo 3)

- **Ciencias:** La variación de la productividad queda condicionada a la expansión o disminución del cambio tecnológico, pues esta es una de las bibliotecas que mantienen constantemente su nivel de eficiencia. El cambio tecnológico sigue una tendencia decreciente que se rompe en el último periodo, determinándose una media en el cambio en el rendimiento productivo ligeramente inferior al 100%.
- **Ciencias de la Salud:** Esta biblioteca muestra una tendencia al contrario que la anterior, creciente en la evolución del progreso tecnológico acaecido, a excepción del primer periodo, donde partía de un nivel positivo, que luego disminuye acusadamente. La evolución general, implica una caída de la productividad del 16,7%, sobre todo propiciada por el fuerte descenso del progreso tecnológico del periodo 2007-2008.
- **Politécnica:** Los valores del cambio en eficiencia se mantienen estables dentro de la eficiencia dependiendo una vez más los cambios de la productividad del valor del cambio tecnológico, que sufre un alto repunte en 2008-2009, para luego volver a disminuir si bien, con más acuse. El caso de esta biblioteca, es destacable, pues es la única (dentro del grupo 3) que muestra un valor positivo del cambio tecnológico en cómputo global, lo que constata un aumento de la productividad del 3,6%.
- **Farmacia:** Muestra un patrón de cambio en eficiencia constante, lo más reseñable es el crecimiento de la productividad en un 3,3% en el periodo 2009-2010, a expensas de la progresión favorable de la tecnología. Aún así, es de las que cuentan con un descenso de la productividad total del 13,9% por el quiebro de 2007-2008.
- **Filología:** Siendo la más eficiente en todos los años como del estudio de eficiencia se desprende, se observa que sólo en el periodo 2006-2007 el cambio tecnológico empuja la frontera, permitiendo valores de productividad superiores en un 11,4%. En el resto de los periodos se muestran unos valores en decrecimiento, que repuntan en el último periodo. Dicha regularidad en el tiempo, la lleva a alcanzar uno de los valores de productividad que han experimentado un menor descenso, cifrado en un 1,5%.

Los gráficos de la figura muestran la evolución de los parámetros analizados en el período estudiado.



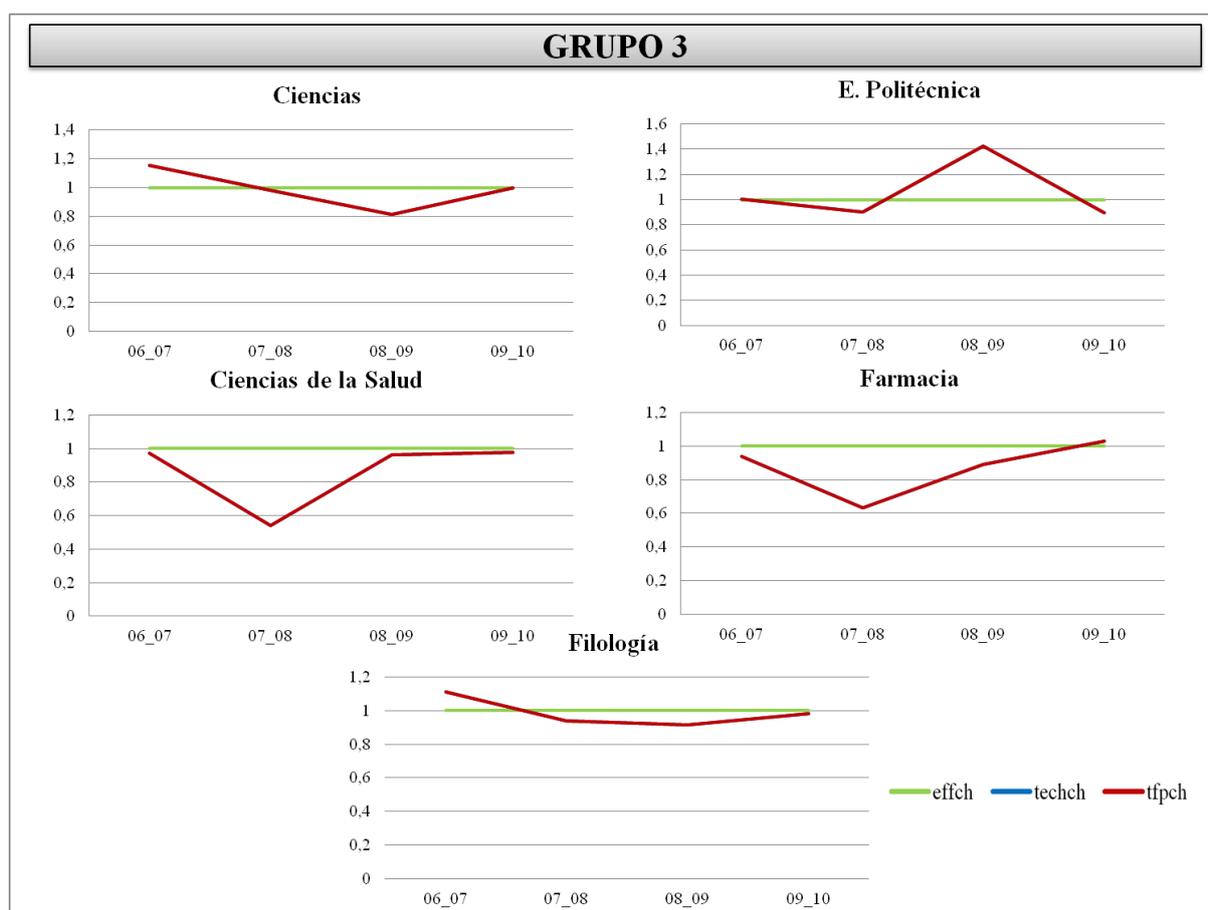


Figura 9 Evolución índice de Malmquist

Del análisis proyectado según los índices de Malmquist, se puede remarcar a grandes rasgos que la etapa de mayor crecimiento experimentada, fue la de 2006-2007. Concretamente fue en esta cuando el cambio tecnológico realizó su mayor despliegue sobre el cambio de la eficiencia en términos medios. Del 41,8% que aumentó la productividad, un 34,2% se debió al progreso tecnológico. En 2007-2008, se produce un fuerte quiebro. El descenso pronunciado del progreso tecnológico, hizo disminuir la productividad en un 21%, desplazando la frontera, lo que hizo que algunas bibliotecas se hicieran eficientes o se aproximaran a ella (véase tabla 3), y ésta en términos medios aumentara un 5,1% aproximadamente, lo que no fue suficiente para contrarrestar el efecto negativo proyectado por el retroceso tecnológico. Posteriormente la situación no mejora, el progreso tecnológico cae, aunque en menor medida que en la etapa anterior y la eficiencia también decrece, lo que va en consonancia con lo señalado en el primer subapartado de resultados. En el último periodo la situación remonta, proyectándose una mejora del 5% en el progreso tecnológico y el empuje de éste que es siempre mayor, que el de la eficiencia, hace que la productividad ascienda en un 4,8%; en cambio los niveles de productividad no llegan a superar los observados en 2007.

Los resultados<sup>11</sup> muestran en global una mejora de la productividad, aunque ligeramente se haya visto minorada en algunos momentos del espacio temporal analizado, asociado a una serie de contingencias (reducción de la dotación presupuestaria, eminentemente; disminución de usuarios asociados a la menor demanda de grados, etc).

La productividad de las bibliotecas de la Universidad de Alcalá aumenta un 1,9%, favorecida en un 1,6% por la eficiencia técnica, y en un 0,3% por el progreso tecnológico que ha expandido la frontera, permitiendo mayores niveles de output. Las bibliotecas más eficientes han ido incrementando su productividad, y paralelamente han ido desplazando la frontera de producción (cambio técnico), perpetrando un cierto efecto de arrastre sobre el resto de bibliotecas, sobre todo de las bibliotecas catalogadas como medianamente eficientes (grupo 2), que se han ido adaptando en mayor medida a los nuevos procesos (e.g.: mejora infraestructuras tecnológicas, evaluación de la calidad), y los cambios organizativos (e.g., reestructuración de las relaciones de puestos), entre otros. Se puede decir que ha habido una evolución paralela entre eficientes y no eficientes, y que aún las más

<sup>11</sup> Véase Apéndice 3

ineficientes no se han quedado estancadas o las líderes han ejercido un efecto muy negativo, lo que induce a pensar, que las decisiones centralizadas del gestor de este servicio de la UAH, se han ejercido con cierto rigor, teniendo en cuenta las peculiaridades de cada una de las bibliotecas y de los estudios a los que se asocian, y por ende, su demanda.

#### 4.3. Nueva modelización de la operativa de la biblioteca universitaria. Contraste de la eficiencia.

A continuación se expone de modo breve, una ampliación del análisis efectuado, incorporando un nuevo modelo que permita arrojar luz sobre la eficiencia con la que la BUAH, está aplicando el nuevo concepto CRAI (Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación).

El objetivo no es proyectar un estudio es profundidad de la nueva modelización, sino presentar de manera sintética y visual los resultados aportados por el programa DEAP 2.1. en términos exclusivamente de los niveles de eficiencia técnica que les corresponde a cada una de las bibliotecas, y la nueva composición que emana de ello. Se busca ante las modificaciones realizadas, nuevas aportaciones que podrán suponer refrendar lo ya expuesto hasta este punto, o invalidar algunas afirmaciones, poniendo en evidencia la sensibilidad de este modelo a las variaciones que se incorporen en las variables de entrada (inputs) y de salida (outputs).

El nuevo modelo incorpora dentro del cómputo total de variables de entrada y salida, el número de entradas o visitas a las bibliotecas de la UAH (output), y el número de puestos de lectura (input)<sup>12</sup>, manteniendo la proporción 3:4 de outputs e inputs respectivamente que se incorporaron al análisis en un principio. Para la mejor visualización del nuevo paradigma, se presenta el siguiente esquema.

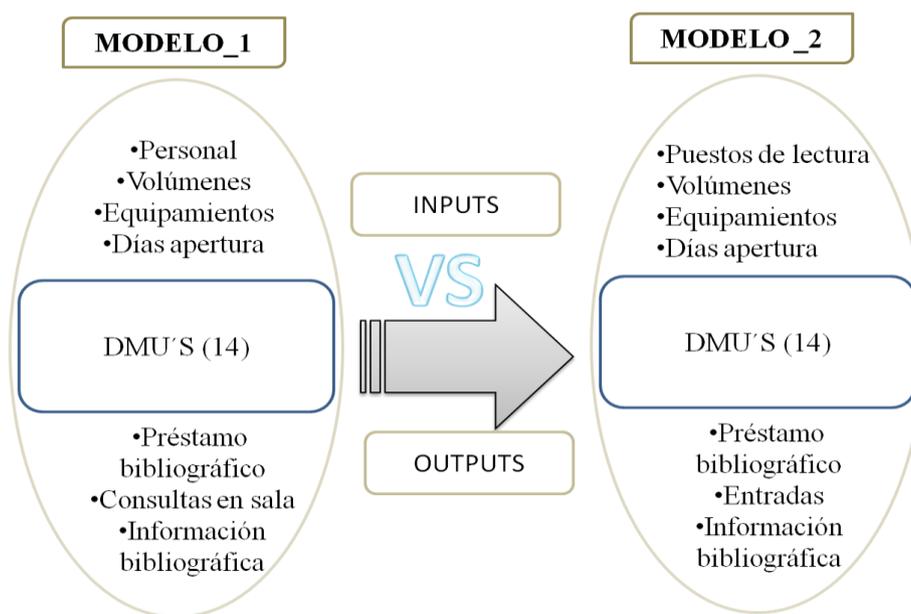


Figura 10 Esquema de contraste de dos modelos representativos del performance bibliotecario

Los resultados obtenidos en contraste con el modelo inicial, tal como se muestran en la tabla 8, llevan a determinar que teniendo en cuenta las variables antes enunciadas, son sensiblemente mejores, si bien algunas de las bibliotecas mantienen sus niveles de eficiencia (extrapolable a aquellas que son siempre eficientes, lo cual ahonda en su mayor relevancia como puntos de referencia, como algunas por otra parte, que no los son, véase Documentación, y Filosofía y Letras).

Desde la perspectiva temporal, se observa que excepto en 2008, donde la eficiencia técnica se ve minorada en 1,6%, en el resto de los años existen incrementos que oscilan entre el 12,4% (2006) y el 1,6% (2010), respecto a al modelo 1. Esto configura una nueva orientación en la evolución de la eficiencia tal que, mientras

<sup>12</sup> Esta decisión recae en la consideración de que la consulta en sala se haya ciertamente contenida en las entradas, siendo este último concepto más amplio, por lo que puede aproximarse mejor a la usabilidad de los servicios bibliotecarios en toda su extensión (obtención de documentos, uso de equipos, formación de usuarios, etc). La eliminación del personal aboga en el menor control que se puede ejercer sobre el mismo a nivel gerencial respecto al resto, lo que interfiere el mayor pragmatismo que se pudieran de los resultados.

anteriormente se establecía una evolución más o menos creciente hasta el periodo 2008-2009 donde se evidenciaba un claro punto de inflexión que hacía caer la eficiencia considerablemente, ahora en particular, desde el nuevo enfoque que se ha querido analizar, se puede reflejar que el periodo más destacable es el de 2007-2008, por la regresión de la eficiencia en un 7,02%, volviéndose a recuperar en el siguiente, para volver a descender en 2010 en 1,8%. También es destacable el hecho de que los crecimientos son mucho más moderados.

Desde la perspectiva de cada biblioteca vemos explicado ciertamente lo reflejado anteriormente. La eficiencia técnica experimenta en algunos casos un notable aumento dentro de la muestra. Casualmente algunas de las que resultaron más ineficientes en el modelo\_1 ahora incrementan espectacularmente su eficiencia media. Este es el caso de Trinitarios ( $\Delta$  97,7%), Magisterio ( $\Delta$  66,94%) o Derecho ( $\Delta$  13,9%), muy vinculadas a la recepción de alumnos de otras carreras que la acogen como sala de estudio o depósito librario. Así como existen notables incrementos, en aras de una mejora de la eficiencia, también se observa considerables decrementos excepcionales, como el del CDE, que experimenta un empeoramiento de un 25,19% aproximadamente, dado el descenso en su uso, lo que sin duda ratifica el quiebro sufrido en 2008. En otras bibliotecas, la pertinente incorporación de las entradas y los puestos de lectura les hacen alcanzar la eficiencia en todos y cada uno de los periodos considerados, permitiéndolas ser consideradas dentro de la categoría siempre eficientes, como Arquitectura y el Multidepartamental.

Tabla 8 Contraste de Eficiencia Modelo\_1 y Modelo\_2

Eficiencia Mod_1 vs Mod_2		2006	2007	2008	2009	2010	Siempre Eficiente	Eficiencia Promedio
ARQUITECTURA	Te_1	1,000	0,979	1,000	1,000	1,000	No	<b>0,996</b>
	Te_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
CDE	Te_1	0,490	1,000	1,000	1,000	1,000	No	<b>0,898</b>
	Te_2	1,000	1,000	0,272	0,304	0,783	No	<b>0,672</b>
CIENCIAS	Te_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
	Te_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
CIENCIAS DE LA SALUD	Te_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
	Te_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
DERECHO	Te_1	0,814	0,863	1,000	0,825	0,830	No	<b>0,866</b>
	Te_2	0,934	1,000	1,000	1,000	1,000	No	<b>0,987</b>
DOCUMENTACIÓN	Te_1	0,609	0,493	0,610	0,458	0,397	No	<b>0,513</b>
	Te_2	0,609	0,493	0,610	0,458	0,397	No	<b>0,513</b>
ECONÓMICAS-EMPRESARIALES	Te_1	0,881	0,996	1,000	1,000	1,000	No	<b>0,975</b>
	Te_2	0,906	1,000	1,000	1,000	1,000	No	<b>0,981</b>
ESCUELA POLITÉCNICA	Te_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
	Te_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
FARMACIA	Te_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
	Te_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
FILOLOGÍA	Te_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
	Te_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
FILOSOFÍA Y LETRAS	Te_1	0,965	0,927	0,944	0,898	0,815	No	<b>0,910</b>
	Te_2	1,000	0,927	0,937	0,898	0,786	No	<b>0,910</b>
MAGISTERIO	Te_1	0,482	0,477	0,400	0,442	0,480	No	<b>0,456</b>
	Te_2	0,728	0,869	0,669	1,000	0,542	No	<b>0,762</b>
MULTIDEPART.	Te_1	0,944	1,000	1,000	1,000	1,000	No	<b>0,989</b>
	Te_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Sí	<b>1,000</b>
TRINITARIOS	Te_1	0,253	0,281	0,448	0,398	0,448	No	<b>0,366</b>
	Te_2	0,684	0,836	0,715	0,725	0,654	No	<b>0,723</b>
<b>Eficiencia Promedio</b>	Te_1	<b>0,817</b>	<b>0,858</b>	<b>0,886</b>	<b>0,859</b>	<b>0,855</b>		
	Te_2	<b>0,919</b>	<b>0,938</b>	<b>0,872</b>	<b>0,885</b>	<b>0,869</b>		

Como consecuencia del modelo\_2, se predispone una nueva configuración del benchmark interno del servicio de la biblioteca de la UAH. En lo pertinente a ello, hay que destacar que en el periodo analizado la de Filología (13 veces) se mantiene como la biblioteca referente por excelencia (13 veces), seguida de la del Multidepartamental (7), que en el anterior análisis era referente con muy escasa frecuencia. Tras ella la de Escuela Politécnica (6), Ciencias de la Salud y Arquitectura (5), y por último es remarcable la de Derecho (hasta 4 veces), que no aparecía en el modelo\_1, consecuencia de su evidente mejora.

A juicio del contraste realizado, se puede afirmar que existe una considerable sensibilidad de los resultados teniendo en cuenta diferentes perspectivas o enfoques, dadas las limitaciones que se reservan en la cuantía y elección de variables. Luego es de considerar ésta una técnica muy válida para dibujar un panorama más o

menos próximo a la realidad de la eficiencia con la que se trabaja en cada una de las bibliotecas de la UAH, pero que sin duda, debe ser complementada desde otras perspectivas.

Hay que observar que sin duda alguna, el uso de las bibliotecas cada vez más se está sosteniendo en base a la idea de un centro de recursos que apoyan al alumnado primordialmente, en sus tareas de estudio y aprendizaje, siendo facilitadores de verdaderas salas de estudio a nivel individual y también colectivo<sup>13</sup>, dentro del nuevo paradigma de Bolonia, y la autonomía del estudiante para lograr obtener las competencias necesarias que le encaminen con éxito al mundo laboral, convergiendo además hacia la eficiencia. En este sentido, la BUAH ha incorporado nuevos servicios focalizando recursos a la mayor satisfacción del usuario y en conjunto, añadiéndose a los ya existentes, han contribuido al aumento del uso de la biblioteca y de sus recursos haciendo a la misma más vigente y operativa que nunca y que son un claro síntoma de la continua reorientación de este tipo de entidades que viene marcado desde REBIUN, y el propio Consorcio Madroño al que se suscribe la Universidad (i.e. cursos sobre competencias en la información, préstamo de ordenadores portátiles, autopréstamo de libros, creación y mantenimiento de un repositorio institucional de archivos abiertos (OAI), etc.).

A pesar de la variabilidad de los presupuestos que no se ha escapado a una mayor racionalidad, sobre todo en 2007 y 2009, donde no se incrementó respecto a los años anteriores, y que coinciden con los años donde existe una menor eficiencia, unido a las mayores exigencias de Bolonia, no se puede negar que el panorama enmarcado en este nuevo modelo, determina una mejor gestión de los recursos.

## 5. Conclusiones

El análisis de eficiencia y productividad efectuado a una muestra de las 14 bibliotecas que conforman la Biblioteca de la Universidad de Alcalá de Henares en un análisis dinámico de los años 2006 a 2010, ha logrado de forma aproximada establecer un marco de evolución de la eficiencia y el rendimiento productivo.

En particular, se ha observado que los niveles de eficiencia en promedio son bastante altos, oscilando entre un 82% y un 89%. A pesar de ello, observando las estimaciones individuales, una serie de bibliotecas han sostenido considerables niveles de ineficiencia, como son: la biblioteca de Trinitarios, Magisterio, Documentación, Derecho o Filosofía y Letras. Estas en 2010 fueron las que quedaron enmarcadas como más ineficientes en tal orden (de mayor a menor grado de ineficiencia mostrado), lo que ha determinado una tendencia en las variaciones en la eficiencia decrecientes, sin que pudieran ser neutralizadas por los crecimientos experimentados por otras bibliotecas, como la CDE y Económicas y Empresariales, que encontraron las mejores progresiones. El periodo 2008-2009 fue el que mostró la caída más pronunciada, asociado a las limitaciones que el nuevo marco económico impuso a nivel presupuestario.

Por otra parte, hay que decir que el mantenimiento de unos niveles óptimos de eficiencia a lo largo del periodo de estudio, ha permitido configurar a las bibliotecas de Filología, Ciencias, Ciencias de la Salud, y Escuela Politécnica (en orden de mayor a menor número de veces referenciada), como las que desarrollan su actividad mejor, siendo consideradas un benchmark o modelos a imitar para el resto de las bibliotecas, siendo la de Filología el caso paradigmático de entre las cuatro. Al tratarse de una biblioteca asociada a la rama de conocimiento humanístico, un ámbito de letras, se desmonta con carácter excepcional la vinculación que a esta área del conocimiento se pudiera sostener en base a menores niveles de eficiencia. De cualquier modo no se puede afirmar una relación entre eficiencia y ámbito de estudio, pues la eficiencia se considera que va más allá, asociándose al nivel de ajuste que de los recursos se haga en orden a las necesidades que existan en la biblioteca, independientemente del tipo de estudio al que vaya asociada tal biblioteca en cuestión.

El ajuste que deben realizar aquellas bibliotecas que todavía no han alcanzado su nivel óptimo de recursos en relación con los servicios que ofrecen tienen que centrarse fundamentalmente en la gestión de sus respectivos niveles de fondos y los días de apertura para no desperdiciar o mantener recursos ociosos. Para ello se deben examinar las políticas de gestión de colecciones y de apertura, dentro de las limitaciones que operan (presupuesto limitado, injerencia política, indivisibilidad de recursos, merma considerable de la calidad del servicio, etc), considerando la mayor o menor disponibilidad de alumnos potenciales, como se ha observado en Documentación, o de las necesidades de la metodología docente en el mayor uso de la misma, o de las propias

---

<sup>13</sup> Aquí es destacable la labor de la UAH, y del Servicio de Salud Laboral y Prevención por evaluar el nivel de ruido en las salas de lectura, y proponer mejoras para su eliminación y amortiguación que establezcan las condiciones idóneas para la labor de estudiantes e investigadores.

necesidades bibliográficas de los departamentos. Condiciones que pueden variar en el tiempo y que pueden caracterizar en mayor o menor medida un determinado ámbito, rama o área de estudio.

Se ha podido observar también que tales bibliotecas ineficientes se hallan ciertamente vinculadas a un tamaño de escala que no les permite obtener el nivel óptimo de inputs, dados los outputs existentes (orientación input), puesto que no existe la tecnología adecuada, la que les permita la obtención de rendimientos de escala constantes. La mayor parte de las bibliotecas en este sentido, deben incrementar su escala de operaciones hasta la escala óptima definida por las bibliotecas que son eficientes, y que se muestran como referencia a seguir. Para ello, se cree necesaria una revisión de todos los procesos considerados de apoyo, a los servicios a los usuarios (i.e. tecnologías de la información y la comunicación, gestión de la infraestructura, gestión de recursos humanos y económicos, organización y funcionamiento) que se traduzca en un incremento de la productividad.

Para poner en evidencia el fenómeno de la variación de la productividad a lo largo del periodo, los índices de Malmquist calculados para el conjunto muestral, han puesto de manifiesto la gran significatividad que ha tenido el cambio tecnológico, tanto en los momentos de expansión, pero sobre todo en los de retroceso, desplazando la frontera; esto es, aumentando o disminuyendo las posibilidades de alcanzar reducciones de inputs con los que lograr mejores niveles de rendimiento operativo.

A pesar de la volatilidad de la evolución, incluyendo periodos donde los efectos de las variaciones eran de signo contrario (2007-2008 y 2009-2010), en promedio se ha experimentado un aumento de la productividad del 1,9%, promovida por dos fuerzas del mismo sentido; un aumento de la eficiencia y el progreso tecnológico en un 1,6% y 0,3% respectivamente. Esto denota que el nivel centralizador de la política de gestión de la bibliotecaria es positiva y que los cambios que se han producido tendentes a lograr mayores niveles de calidad y liderados por aquellas bibliotecas más productivas han tenido una respuesta altamente favorable, permitiendo obtener mejoras muy considerables, máximas en aquellas bibliotecas que se hallaban a medio camino de la eficiencia, como la de Económicas y Empresariales, Multidepartamental o la CDE como caso extraordinario. Por otra parte, se evidencia la necesidad de seguir profundizando en una mayor orientación tecnológica que asienten las bases para lograr una biblioteca digital que aquilate la nueva ordenación bibliotecaria.

La nueva ordenación bibliotecaria se preceptúa en la asociación al concepto CRAI o centro de recursos al servicio del aprendizaje y la investigación. Teniendo en cuenta esta visión contemporánea de la biblioteca, y a través de la especificación de un nuevo modelo que pudiera sostener tal concepción, se incluyen las entradas como output y los puestos de lectura como input, variables que teniendo en cuenta las restricciones de información, se consideran como proxies que pueden aproximarse al nivel de uso que se hacía de las dotaciones y servicios bibliotecarios en las tareas de estudio y apoyo a la formación y la investigación.

La eficiencia que se logra llega a niveles cercanos al 100% en promedio, que ligeramente se ven denostados en el periodo 2007-2008 por la caída exponencial de la CDE, siendo en particular bibliotecas tan ineficientes anteriormente, como Trinitarios y que aumenta algo casi el doble, Magisterio y Derecho, las que experimentan una evolución muy favorable, teniendo un papel destacado en la reconfiguración del nuevo proceso de benchmarking esta última; si bien Filología sigue marcando la referencia.

Esta reorientación demuestra que la BUAH puede encontrar su mayor potencial en la prestación de un amplio servicio que no sólo se concentrara en el tradicional préstamo de libros, aumentando así su cobertura y alcance, para traducirse en un muy positivo desempeño de los recursos de los distintos centros, a la vez que le adapta a las nuevas exigencias imperantes en el marco de Bolonia con una mayor racionalidad económica en su funcionamiento.

Por último se remarca la utilidad de la técnica, como instrumento de benchmarking que puede servir para iniciar un seguimiento del impacto de las acciones de mejora que se realicen en la BUAH y en las bibliotecas universitarias en general. Extrapolar el estudio a otras bibliotecas de la Comunidad de Madrid (e.g. bibliotecas del Consorcio Madroño) o para el entorno nacional, podría ser muy interesante, de cara a poder establecer nuevas experiencias, promotoras de nuevos retos y mejoras de la calidad y el rendimiento.

De cualquier manera en el empleo del DEA hay que tener muy presente el número de observaciones, el número de las variables input y output a elegir y cuáles de ellas contribuyen a definir mejor el proceso que se está analizando en la determinación del verdadero output final, lo que nunca estará exento de subjetividad y que tal como señala Griliches (1992), para el caso de los servicios públicos, depende de la calidad misma del

consumidor, del valor añadido aportado al mismo; aspecto que no se ha tenido en cuenta en el análisis efectuado y que podría ser objeto de posteriores investigaciones.

Se considera una buena referencia para ahondar en esta perspectiva, el trabajo desarrollado por Simon et al., 2010, que descompone las variables en inputs, outputs intermedios, outputs finales y resultados con la utilización del programa FEAR 1.12.

También, podría ser interesante realizar un estudio paramétrico de las bibliotecas utilizando la técnica Stochastic Frontier Analysis (SFA), que incluyera variables del entorno no controlables como el gasto que proviene de la dotación presupuestaria y que influye considerablemente en la gestión de la política bibliotecaria. Lo que se conoce como cálculo de la eficiencia asignativa y que ante las restricciones presupuestarias que se están produciendo, puede ser ampliamente operativo y esencial. O bien, se podría extrapolar el estudio a elementos que operen en un orden cualitativo (e.g. formación del personal; rapidez de respuesta en el servicio, proyección social, visibilidad, etc) para poder formular un juicio más crítico y fidedigno.

## 6. Bibliografía

- Adeke H., KAZANCOGIA, Y. (2006) *Efficiency in Turkish State Libraries a Data Envelopment Analysis Application*. International Conference on Human and Economic Resources. Izmir
- Alonso Arévalo J., Martín Cerro S. (2000): *Benchmarking: una herramienta para gestionar la excelencia en las bibliotecas y los servicios de información* III Jornadas BUCLE "Bibliotecas universitarias hoy: nuevos espacios, nuevas soluciones" Burgos, 16-17 de noviembre de 2000
- Alonso Arévalo, J., Echeverría Cubillas, M.J. y S. Martín Cerro (1999): *La gestión de las bibliotecas universitarias: indicadores para su evaluación. Indicadores en la universidad: información y decisiones*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura, 479-491
- Álvarez, A. (coord.) (2001): *La medición de la eficiencia y la productividad*. Ediciones Pirámide. Madrid
- Ampit, C.R.; TAN-CRUZ, A. (2007) *Cost Efficiency Estimation of State Universities and Colleges in Region XI*. 10th National Convention on Statistics. University of Southeastern Philippines.
- Area Moreira M et al.(2004) *De la Biblioteca Universitaria a los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la investigación(CRAI)*.Informe final. De la Biblioteca Universitaria al Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación. Elaboración de una guía sobre la organización y gestión de un CRAI en el contexto de las Universidades Españolas. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, 55-73
- BerioG.C. (2007) *La calidad en las bibliotecas universitarias: El Plan de mejoras*. Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios, Vol. 22, Núm. 86-87, enero-junio, 55-77
- BUAH. Biblioteca de la Universidad de Alcalá de Henares (2011) *Memoria de Solicitud del Sello de Excelencia Europea 400+*. [Consultado a fecha 15/4/2012]. Disponible en [http://www.uah.es/biblioteca/documentos/memoria\\_sello400.pdf](http://www.uah.es/biblioteca/documentos/memoria_sello400.pdf)
- BUAH. Biblioteca de la Universidad de Alcalá de Henares (2011) *Reglamento de Biblioteca de la Universidad de Alcalá* [Consultado a fecha 15/4/2012]. Disponible en [http://www.uah.es/biblioteca/documentos/Reglamento\\_BCA.pdf](http://www.uah.es/biblioteca/documentos/Reglamento_BCA.pdf)
- BUAH.Biblioteca de la Universidad de Alcalá de Henares (2008) *Plan Estratégico 2008-2011*[Consultado a fecha 15/4/2012]. Disponible en [http://www.uah.es/biblioteca/documentos/Plan\\_2008-2011.pdf](http://www.uah.es/biblioteca/documentos/Plan_2008-2011.pdf)
- BUAH.Biblioteca de la Universidad de Alcalá de Henares. *Memorias 2006, 2007, 2008, 2009, 2010*. [Consultado a fecha 15/4/2012] Disponible en [http://www.uah.es/biblioteca/biblioteca/memorias\\_bca.html](http://www.uah.es/biblioteca/biblioteca/memorias_bca.html)
- Bousofiane, A.; Dyson, R. G.; Thanassoulis, E. (1991) *Applied data envelopment analysis*. European Journal of Operations Research, 52 (1), 1-15.
- Carrión, M (1993): *Planificación y organización de bibliotecas*. Manual de Bibliotecas. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez., 550-589.
- Caves, D. W.; Christensen, L. R.; Diewert, W. E. (1982) *The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity*. Econometrica, 50 (6): 1393-1414.
- Coelli, T. J.( 2006) *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, CEPA Working Paper 96/8, Department of Econometrics, University of New England, Armidale NSW Australia.

- CONSORCIO MADROÑO (2009) *I Plan Estratégico 2009-2013* [Consultado a fecha 14/5/2012] Disponible en <https://www.consorcioamadrono.es/.../EstrategicoMadronoEjecutivaDEF.pdf>
- De Jorge, J. y Suarez, C. (2007): *Evaluación de la eficiencia y la productividad de las empresas de distribución minorista en el período 1996-2002*. Tribuna de Economía ICE, 2008, nº 841, 185-187
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Lovell, C. A. K. (1994). *Production Frontiers*. Cambridge. University Press. Cambridge.
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Yaisawarng, S.; LI, S.K.; WANG, Z. (1990). *Productivity growth in Illinois electric utilities*. Resources and Energy, 12 (4): 383-398.
- Gómez Hernández, J.A (2002): *Gestión de bibliotecas: la planificación y el marketing*. Murcia: DM, 53-62
- Griliches, Z. (1992): Introduction. In: Z. Griliches (ed.), *Output measurement in the service sector* (pp. 1-22). NBER and University of Chicago Press
- Hammond, C. J. (2002) *Efficiency in the provision of public services: a data envelopment analysis of UK library systems*. Applied Economics, 34 (5), 649-657.
- Pacios A. R.(1997): *La administración de las Unidades de Información: Una aproximación a su concepto y evolución*. Documentación de las Ciencias de la Información, 20, 225-248
- Pastor, J.M. (1995): *Eficiencia, cambio productivo y cambio técnico en los bancos y cajas de ahorro españolas: Un análisis de la frontera no paramétrico*. Revista española de economía. Vol 20, nº 1
- Pina V, Torres L. (1995): *Indicadores de <<output>> para el análisis de eficiencia de las entidades no lucrativas. Aplicaciones en el sector público español*. Revista Española de Financiación y Contabilidad, vol 24, nº 85 abril-junio, 969-989
- REBIUN (2006) *II Plan Estratégico 2007-2009* [Consultado a fecha 20/5/2012]. Disponible en <https://www.rebiun.org/doc/plan.pdf>
- Reichmann, G. (2004) *Measuring University Library Efficiency Using Data Envelopment Analysis*. Graz University. Institute of Information Science. Austria.
- Sharma, K. R.; Leung, P.; Zaleski, H. M. (1999) *Performance Measurement of Hawaii State Public Libraries: An Application of Data Envelopment Analysis (DEA)*. Northeastern Agricultural and Resource Economics Association, 28 (2), 190-198.
- Shim, W. (2003) *Applying DEA technique to library evaluation in academic research libraries*. Library Trends, 51 (3), 312-332
- Simón de Blas, C.; Arias Coello, A.; Simón Martín, J. (2007) *Aplicación de la técnica DEA en la medición de la eficiencia de las bibliotecas de la Universidad Complutense de Madrid*. Revista Española de Documentación Científica.
- Simon, J.; Simon, C.; Arias, A.(2010) *Changes in productivity of Spanish university libraries*. Omega 39.
- Stancheva, N; Angelova, V. (2004) *Measuring the Efficiency of University Libraries Using Data Envelopment Analysis*. INFORUM 2004: 10<sup>TH</sup> conference on Professional Information Resources.
- Vitaliano, D. F (1998) *Assessing public library efficiency using data envelopment analysis*. Annals of Public and Cooperative Economics, 69 (1), 107-122.
- Wang, Y.M.; Chin, K.S.; Yang, J.B (2007) *Measuring the performances of decision-making units using geometric average efficiency*. Journal of the Operational Research Society.
- Worthington, A. (1999) *Performance indicators and efficiency measurement in public libraries*. The Australian Economic Review, 1999, 32 (1), 31-42

## Apéndice 1. Resumen descriptivo de las variables utilizadas en los modelos 1 y2

		2010				
		VARIABLES	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESV_TIPICA
ENTRADAS	PERS (n° personal)		0	7	4,36	2,47
	ENTRD(n° entradas)		59	696.108	168.806,14	186.812,04
	VOLUM (n° volúmenes)		6.370	71.488	29.910,79	20.762,26
	EQUIPAM(uds equipamiento)		3	75	29,14	20,14
	DIA (n° días anuales de apertura)		212	284	231,50	28,67
SALIDAS	PREST (n° préstamos)		80	16.580	9.058,71	5.604,71
	PUSTOS(n° puestos de lectura)		12	520	194,57	141,97
	CNSTA (n° consulta en sala-libros+revistas)		28	39.099	12.712,29	10.989,28
	INFBIBL( n° solicitudes de info bibliográfica)		0	490	211,57	173,42
		2009				
		VARIABLES	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESV_TIPICA
ENTRADAS	PERS (n° personal)		0	7	4,36	2,47
	ENTRD(n° entradas)		61	527.496	165.892,50	159.549,35
	VOLUM (n° volúmenes)		7.078	71.865	30.605,07	21.281,33
	EQUIPAM(uds equipamiento)		4	72	27,43	18,87
	DIA (n° días anuales de apertura)		210	323	239,50	43,74
SALIDAS	PREST (n° préstamos)		51	19.611	9.223,43	5.945,67
	PUSTOS(n° puestos de lectura)		12	520	196,21	140,55
	CNSTA (n° consulta en sala-libros+revistas)		26	42.434	14.320,86	11.929,48
	INFBIBL( n° solicitudes de info bibliográfica)		0	495	176,00	172,49
		2008				
		VARIABLES	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESV_TIPICA
ENTRADAS	PERS (n° personal)		0	7	4,36	2,47
	ENTRD(n° entradas)		50	498.744	194.291,79	164.153,78
	VOLUM (n° volúmenes)		6.822	70.274	29.572,71	20.927,71
	EQUIPAM(uds equipamiento)		2	64	22,00	17,44
	DIA (n° días anuales de apertura)		216	336	267,36	48,31
SALIDAS	PREST (n° préstamos)		65	20.828	8.797,14	5.755,30
	PUSTOS(n° puestos de lectura)		12	437	187,29	127,10
	CNSTA (n° consulta en sala-libros+revistas)		14	32.016	13.902,07	9.978,17
	INFBIBL( n° solicitudes de info bibliográfica)		0	496	200,57	182,81
		2007				
		VARIABLES	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESV_TIPICA
ENTRADAS	PERS (n° personal)		0	7	4,36	2,47
	ENTRD(n° entradas)		250	393.124	168.927,71	125.141,76
	VOLUM (n° volúmenes)		6.467	72.015	28.254,79	21.810,49
	EQUIPAM(uds equipamiento)		2	56	20,50	15,59
	DIA (n° días anuales de apertura)		210	310	256,57	37,89
SALIDAS	PREST (n° préstamos)		148	15.425	8.194,64	5.157,97
	PUSTOS(n° puestos de lectura)		12	436	185,21	124,36
	CNSTA (n° consulta en sala-libros+revistas)		72	35.242	15.376,57	10.977,29
	INFBIBL( n° solicitudes de info bibliográfica)		0	2.263	44,44	34,08
		2006				
		VARIABLES	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESV_TIPICA
ENTRADAS	PERS (n° personal)		1	8	4,43	2,50
	ENTRD(n° entradas)		272	386.695	190.758,00	131.749,65
	VOLUM (n° volúmenes)		5.026	70.088	27.037,43	21.635,30
	EQUIPAM(uds equipamiento)		3	39	19,00	11,96
	DIA (n° días anuales de apertura)		210	307	251,79	36,77
SALIDAS	PREST (n° préstamos)		143	15.922	7.515,36	5.160,74
	PUSTOS(n° puestos de lectura)		143	105.215	14.614,29	26.578,02
	CNSTA (n° consulta en sala-libros+revistas)		20	37.073	14.704,50	10.300,87
	INFBIBL( n° solicitudes de info bibliográfica)		0	1.863	415,57	491,63

**Apéndice 2. Porcentaje (%) de reducción de los inputs para alcanzar el nivel óptimo de eficiencia en 2010**

	Inputs (%)			
	PERS	VOLUM	EQUIPAM	DIA
ARQUITECTURA	0%	0%	0%	0%
CDE	0%	0%	0%	0%
CIENCIAS	0%	0%	0%	0%
CIENCIAS DE LA SALUD	0%	0%	0%	0%
DERECHO	-17%	-40%	-17%	-17%
DOCUMENTACIÓN	-68%	-79%	-60%	-87%
ECONÓMICAS- EMPRESARIAL	0%	0%	0%	0%
ESCUELA POLITÉCNICA	0%	0%	0%	0%
FARMACIA	0%	0%	0%	0%
FILOLOGÍA	0%	0%	0%	0%
FILOSOFÍA Y LETRAS	-39%	-65%	-18%	-18%
MAGISTERIO	-53%	-64%	-52%	-52%
MULTIDEPARTAMENTAL	0%	0%	0%	0%
TRINITARIOS	-59%	-82%	-55%	-83%

**Apéndice 3. Cambio productivo, cambio técnico, índice de Malmquist, periodo a periodo (2006-2010)**

	effch	techch	tfpch
2006-2007	1,057	1,342	1,418
2007-2008	1,051	0,752	0,790
2008-2009	0,962	0,954	0,917
2009-2010	0,998	1,050	1,048
<b>Media</b>	<b>1,016</b>	<b>1,003</b>	<b>1,019</b>