

ANÁLISIS DE LA ASOCIACIÓN ENTRE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD: UNA  
APLICACIÓN A LOS HOSPITALES DEL SERVICIO ANDALUZ DE SALUD

**Autores:** CALZADO CEJAS, Yolanda  
GARCIA VALDERRAMA, Teresa  
LAFFARGA BRIONES, Joaquina  
LARRAN JORGE, Manuel

Universidad de Cádiz  
C/Dr. Marañón s/n (Edificio Policlínico)  
11002 CADIZ  
Email: [teresa.garcia@uca.es](mailto:teresa.garcia@uca.es)

## 1. INTRODUCCION.

Los objetivos de nuestro estudio se han centrado en el análisis de la eficiencia de los hospitales pertenecientes al Servicio Andaluz de Salud a través del modelo *Data Envelopment Analysis* (DEA). Para ello, hemos realizado tres aplicaciones diferentes del modelo, considerando tres fases fundamentales en los análisis de eficiencia en salud. En concreto, con la especificación de dichas fases pretendemos determinar, por un lado: aquellos factores relacionados con los resultados finales conseguidos en la atención hospitalaria, a partir de unos recursos materiales, humanos y económicos; por otro lado: comprender la relación de eficiencia atendiendo, tan sólo, a la actividad realizada en los hospitales, y que como tales consumirán, igualmente, recursos materiales, humanos y económicos; y, finalmente, analizaremos la eficiencia obtenida por los hospitales andaluces relacionando los resultados obtenidos en el cuidado de la salud con todas aquellas actividades desarrolladas en este tipo de organizaciones sanitarias.

Además, analizaremos el grado de correlación existente entre todos los modelos propuestos a través de la ordenación en eficiencia realizada por DEA, al objeto de determinar el comportamiento de todos los hospitales andaluces en cada una de las fases de eficiencia analizadas.

Por tanto, y relacionado con lo anterior, pretendemos obtener conclusiones acerca de las causas de ineficiencia entre hospitales, factores que podrán ser mejorados, en consecuencia, por aquellas unidades ineficientes según el modelo DEA. Una vez obtenida la relación de aquellos hospitales eficientes e ineficientes, procederemos a determinar qué factores explican mejor la eficiencia obtenida en cada modelo analizado. En este sentido, se analizarán qué factores determinan tanto el nivel de eficiencia-ineficiencia de cada hospital, como la pertenencia al grupo de hospitales eficientes o ineficientes.

En concreto, pretendemos medir la eficiencia de dichos hospitales, considerando la ponderación asignada a cada una de las variables outputs e inputs en la composición del ratio de eficiencia, realizando una comparación entre modelos de eficiencia para cada uno de los modelos DEA aplicados, midiendo la eficiencia, igualmente, independientemente del efecto de la escala en la que actúan los hospitales.

En cuanto a la estructura del trabajo, en primer lugar expondremos los fundamentos de la técnica DEA, para pasar a abordar el análisis de los trabajos que utilizan dicho modelo en el sector hospitalario. La segunda parte del trabajo, de naturaleza empírica, se estructura en definición de la muestra y de las variables, procedimiento y resultados.

2. EL MODELO DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) Y SU APLICACIÓN PARA LA MEDIDA DE LA EFICIENCIA EN HOSPITALES.

2.1. Fundamentos del DEA.

El modelo DEA, basado en el concepto de eficiencia de Pareto, traza una frontera de producción utilizando técnicas de programación lineal. Se realiza una comparación transversal de los diferentes inputs y outputs de cada unidad de decisión evaluada con todas las demás, permitiendo expresar los inputs y los outputs en cualquier unidad de medida, siempre y cuando mantengan su homogeneidad en todas las DMUs.

Pueden incluirse, igualmente, tanto variables binarias, o aquellas representativas de atributos cualitativos (categóricas) como son: tamaño, antigüedad, cuestiones relativas al entorno, como variables incontrolables por parte de los gestores que, lógicamente, podrían afectar a su nivel de eficiencia (Banker y Morey, 1986a y b).

Dos de los modelos que frecuentemente se asocian a la metodología DEA son el de Charnes, Cooper y Rhodes (1978) CCR y el Banker, Charnes y Cooper (1984) BCC. Así, suponemos que se evaluarán  $n$  DMUs, y cada una consume  $m$  inputs diferentes en producir  $s$  outputs diferentes. Específicamente, la unidad  $o$  consume una cantidad de inputs  $x_{io} > 0$  y produce una cantidad de outputs  $y_{ro} > 0$ .

La formulación de dicho modelo en forma de programación fraccional es la siguiente (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978):

$$\max_{(u,v)} h_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; \quad j=1, \dots, n.$$

$$u_r, v_i \geq 0, \quad i=1, \dots, m; \quad r=1, \dots, s.$$

Donde  $y_{rj}$  y  $x_{ij}$  son, respectivamente, los valores observados de los outputs e inputs de las "j" DMUs de la muestra;  $y_{ro}$  y  $x_{io}$  los valores de la DMU que sostenemos a prueba; así las variables de ponderación o soluciones del modelo serían  $u_r$  y  $v_i$ . La optimización produce un conjunto de valores positivos, o nulos, que denominaremos  $u^*$  y  $v^*$ , que generarán el óptimo  $h^* = 1$ , sólo si la unidad evaluada es eficiente. Así, la función objetivo siempre tomará valores entre 0 y 1, para las distintas unidades estudiadas.

El dual de la anterior ecuación puede expresarse matemáticamente de la

forma siguiente (Banker, Charnes y Cooper, 1984):

$$\text{Min } w_o - \varepsilon [\sum_{i=1}^m s_i + \sum_{r=1}^s s_r] \quad (2)$$

Sujeto a:

$$w_o x_{io} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i = 0,$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r = y_{ro},$$

$$r=1, \dots, s; \quad i=1, \dots, m; \quad \lambda_j, s_i, s_r \geq 0, \quad \forall i, j, r$$

En este caso, las soluciones del modelo son  $w_o^*$ ,  $s_i^*$ ,  $s_r^*$  y  $\lambda_j$ , donde  $s_i^*$  representa los valores obtenidos en el modelo para las holguras correspondientes a las desigualdades de los outputs, e igualmente,  $s_r^*$  las holguras correspondientes a las de los inputs. Así, si la unidad evaluada alcanza un valor  $w_o^* = 1$ , con variables de holgura cero, dicha unidad se considera eficiente. La variable  $\varepsilon$  asignará, en este caso, un valor por cada nivel de ineficiencia residual o la estimada a través de las variables de holgura (Ruggiero, 1996, pág. 556).

Una de las principales críticas al modelo de Charnes, Cooper y Rhodes (1978) fue el calcular la eficiencia bajo rendimientos de escala constantes. A este respecto, se han elaborado trabajos que abandonan este supuesto. En concreto, Banker, Charnes y Cooper (1984), añaden a la ecuación (2) la restricción

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

con el fin de calcular la eficiencia bajo rendimientos de escala variables. Con ello se consigue que las unidades sean comparadas con aquéllas que operan en una escala similar. A este tipo de eficiencia se la denomina eficiencia técnica pura, pudiendo ser calculada la eficiencia de escala a través de la ratio entre eficiencia global, o la calculada a través de la ecuación (2), y la eficiencia pura, con la introducción de dicha restricción (Banker, Chang y Cooper, 1996).

Por último, es posible calificar las unidades en un ranking de eficiencia a través del número de veces que una unidad eficiente, o con valores de eficiencia igual a 1, aparece de referente para las ineficientes (Sexton et al. 1986).

Por tanto, la información que proporciona DEA puede concretarse en la siguiente:

1. *Tantos de Ineficiencia*: Diferencia entre el valor observado y el proyectado. Esta medida permite realizar el control de aquellos aspectos que han generado ineficiencias o desviaciones importantes.

2. *Precios, o ponderaciones, de los outputs e inputs*: Indicarían la importancia de cada variable en la composición del ratio de eficiencia.

3. *Reducción proporcional de los inputs, para el caso de los modelos orientados a los inputs*. La reducción proporcional se expresaría como  $(1-w_o^*)$ . Esto equivaldría a la minimización de la distancia radial desde la unidad ineficiente a la frontera.

La factibilidad del modelo Data Envelopment Analysis frente a los modelos

paramétricos en lo que a la medida de la eficiencia en el Sector Público se refiere, se fundamenta en las especiales características que presentan estas entidades, así como en las peculiaridades metodológicas de dichas técnicas. Unas y otras pueden concretarse en:

1. Ausencia de mercado e imposibilidad de medir el verdadero output.
2. Existencia de multitud de outputs e inputs, de distinta naturaleza y que pueden adoptar una gran variedad de formas.
3. Incertidumbre y desconcierto en torno a la producción pública, lo que no nos permite la determinación de una función de producción.
4. Posibilidad de medir la eficiencia sin necesidad de tener implantada una contabilidad de costes.
5. El modelo permite mezclar variables de distintas naturalezas.
6. Permite ponderar la importancia de cada output y cada input en la medida de la eficiencia.
7. Posibilita la evaluación a través del comportamiento de las mejores observaciones, lo que posibilita la cuantificación y el control de las causas de ineficiencia.

## 2.2. Revisión literatura empírica sobre la aplicación del DEA a Hospitales

De la revisión de la literatura realizada al respecto, resaltamos cuatro cuestiones fundamentales, y que van a ser analizadas a continuación: Muestra o unidades objeto de estudio; Inputs; Outputs y Objetivos perseguidos con los trabajos.

En cuanto al primero de los apartados, en la mayor parte de los estudios se pretende que las unidades objeto de estudio sean comparables, para lo cual dicha comparabilidad se establece en algunos casos en función del tamaño, área de pertenencia, propiedad del hospital, etc. La mayor parte de los estudios limitan el análisis a un ejercicio concreto, por lo que pudiéramos decir que el análisis efectuado es de tipo transversal (*Cross-Sectional* en terminología anglosajona). No obstante, en trabajos como el de Ehret (1994) y Barber y González (1996) se utilizan series temporales de tres años, para analizar la variación de la eficiencia en el tiempo, así como las posibles causas de dicha variación.

En cuanto a los inputs pueden ser financieros, recursos físicos o mixtos, dependiendo en algunos casos del objetivo del análisis, y en otros de la disponibilidad de información por parte del investigador. La introducción de recursos financieros lleva a estimar una mezcla de eficiencia técnica y asignativa, con lo que se pierde una de las principales ventajas potenciales de los modelos de Análisis Envolvente de Datos, respecto a la estimación de fronteras estocásticas de costes sin ecuaciones de tasas (Barber y González, 1996, p.33).

En general, las variables inputs en términos físicos se refieren:

Número de horas, o número de personas distribuidas por estamentos, normalmente utilizando la equivalencia a tiempo completo<sup>1</sup>.

Número de camas como una aproximación a la capacidad y tamaño, o al volumen de Activos Fijos.

En términos financieros, las variables inputs pueden ser, de acuerdo con

---

<sup>1</sup> Algunas variables, como el número de Médicos internos residentes, figuran simultáneamente como variable input y output al evaluar la eficiencia del hospital docente correspondiente, tal es el caso de los trabajos de Valdmanis (1990, 1992).

- los trabajos analizados, de la siguiente naturaleza:
- Costes de Personal, con mayor o menor nivel de desagregación<sup>2</sup>.
- Valor Activo Fijo
- Gastos distintos a los de Personal<sup>3</sup>.

En algunos casos, junto con las variables inputs se incluye algún índice de complejidad del hospital, en función de los servicios que comprende, tal es el caso de los trabajos de Ozcan et al. (1992, 1993).

En general, la tipología de inputs-outputs responden al modelo clásico de Recursos-Actividad<sup>4</sup>, tal es el caso de los trabajos de Valdmanis (1990, 1992); Yueh Guey et al (1992), Ley (1991), Prior y Solá (1993), Barber y González (1996), López et al. (1996), Morey et al. (1992) y Juras y Brooks (1993). No obstante, en otros trabajos puede existir una asociación entre inputs y outputs del tipo Recursos-Salud, donde se sustituyen las estancias por Altas y otros indicadores de Calidad, tal es el caso de los estudios de Ehreth (1994), Chilingerian (1995), Finkler y Wirstschafler (1993) y Borden (1988).

La otra modalidad de relación puede ser la de Actividad-Salud. En concreto, los trabajos de Pina y Torres (1996), y Regnier et al. (1993) analizan esta tipología de relaciones. Este último estudia los tres modelos de relación, no encontrando asociaciones significativas entre las mismas: (1) RECURSOS-SALUD; (2) RECURSOS-ACTIVIDAD y (3) ACTIVIDAD-SALUD

Lo anterior se fundamenta en que la producción de los servicios médicos de un hospital se ubican en dos fases, que siguiendo a Chilingerian y Sherman (1990, p.5) indican: En la primera, se pretende detectar las ineficiencias que proceden exclusivamente de la gestión del hospital; mientras que en la segunda, se intenta establecer la eficiencia o ineficiencia que los médicos realizan respecto a la utilización de los recursos para obtener el output clínico.

En clara referencia a los anterior, AECA (1997, p.20) divide en cuatro niveles las etapas del proceso productivo en los centro hospitalarios, tal como se muestra en la siguiente figura:

En cuanto a los inputs pueden ser lineales, recursos físicos o mixtos, dependiendo en algunos casos del objetivo del análisis, y en otros de la disponibilidad de información por parte del investigador. La información de carácter financiero lleva consigo una serie de ventajas y desventajas. En primer lugar, con lo que se puede contar es un tipo de información que puede ser utilizada para el análisis de actividades de salud, y en segundo lugar, con lo que se puede contar es un tipo de información que puede ser utilizada para el análisis de actividades de salud, y en tercer lugar, con lo que se puede contar es un tipo de información que puede ser utilizada para el análisis de actividades de salud, y en cuarto lugar, con lo que se puede contar es un tipo de información que puede ser utilizada para el análisis de actividades de salud.

<sup>2</sup> Esta opción debiera evitarse en la medida de lo posible, pues se estarían incluyendo en el análisis cuestiones relativas a la eficiencia asignativa, y por tanto, sesgando en cierta forma la evaluación de la eficiencia técnica.

<sup>3</sup> Aunque tiene los mismos problemas que el Coste de Personal expresado en unidades monetarias, es inevitable su utilización, dadas las dificultades de convertir este valor en cantidad y precio.

<sup>4</sup> Comparan generalmente médicos, camas, quirófanos, etc. con estancias, intervenciones, etc; al menos en el ámbito de los hospitales estudiados.

1er NIVEL	2° NIVEL	3er NIVEL	4° NIVEL
ESTRUCTURA SANITARIA	PROCESOS PRODUCTIVOS DE APOYO	PROCESOS PRODUCTIVOS PRIMARIOS	RESULTADOS
* CAMAS * QUIRÓFANOS * CONSULTAS * PERSONAL, ETC	* RADIOGRAFÍA * ANÁLISIS * MENÚ * LIMPIEZA	* INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS *CONSULTA MEDICA, ETC	* ALTAS

Figura 1: Adaptado de AECA (1997, pág. 30)

Las relaciones entre el primer nivel y el cuarto nivel explicarían o posibilitarían la medida de la eficiencia en términos Recursos-Salud. Por otra parte, la selección entre el primer nivel y el segundo con el tercer nivel, explicarían la eficiencia en términos Recursos- Actividad. Y la relación entre el segundo y tercer nivel con el cuarto, explicarían la eficiencia en términos Actividad-Salud. Finalmente, y en relación al cuarto nivel, habría que añadir que, si además se pretende establecer el producto final deseable, y el nivel de calidad correcto, el problema de medición de la eficiencia se agudizaría.

Por tanto, en este tipo de trabajos que analizan las relaciones ACTIVIDAD-SALUD, RECURSOS-SALUD y RECURSOS-ACTIVIDAD, se intenta separar la responsabilidad de los gestores y la de los médicos, intentado así maximizar la información suministrada por el modelo DEA.

En relación a los outputs, las variables más utilizadas son las altas y las estancias, desagregándose en algunas ocasiones por nivel de severidad. Dicho nivel de severidad se ha empleado, utilizando para ello distintos criterios. Por ejemplo, Sherman (1984) entiende la severidad en función de la edad, el criterio de tipo de servicio que atiende a la estancia es utilizado por Valdmanis (1992), Loy (1991), Prior y Solá (1993) y Barber et al. (1996). Igualmente, la clasificación por GDR (Group Diagnostic Related) es utilizada por Borden (1988), Torres y Pina (1996), y el nivel de gravedad por Chilingerian (1995).

Adicionalmente, en los trabajos se emplean como outputs otro tipo de variables, tales como urgencias atendidas, consultas externas, etc. Igualmente, en algunos estudios se recogen como variables outputs ciertos indicadores de calidad, tal es el caso de Pina y Torres (1996) y Juras y Brooks (1993).

En cuanto a los objetivos de los trabajos, van desde la simple aplicación empírica del DEA al sector hospitalario, hasta el estudio de las diferencias en la eficiencia hospitalaria en función de determinados factores, tales como: Aplicar o no la catalogación de casos tratados con base en los GDR; Carácter docente o no docente de los hospitales objeto de estudio; Tamaño; Carácter Público o Privado del Hospital y, finalmente, el coste unitario de la estancia diaria.

## 1. ESTUDIO EMPÍRICO

### 3.1. Las unidades objeto de Estudio.

Antes de definir las unidades objeto de evaluación en el presente trabajo, tendríamos que hacer algunas precisiones sobre el Sistema Sanitario Español, con objeto de encuadrar el estudio dentro de un determinado marco institucional. La característica más definitoria, y a diferencia de otros países como Estados

Unidos o el Reino Unido, sería que el sistema español es de cobertura universal, donde no existe mercado por ser de provisión pública, tanto desde el punto de vista del financiador como del suministrador de servicios sanitarios. Si bien el Sistema Nacional de Salud cubre todo el Estado, están parceladas las competencias a determinadas Comunidades Autónomas (Andalucía, Cataluña, País Vasco, Valencia, Galicia, Canarias, Navarra). En concreto, el Instituto Nacional de Salud (INSALUD) ofrece cobertura sanitaria a todo el territorio nacional, a excepción de aquellas comunidades con transferencias en materia de salud.

Para el caso concreto de Andalucía, que sería el espacio territorial y administrativo donde se ubican los hospitales objeto de estudio, se gestionan los recursos sanitarios a través del Servicio Andaluz de Salud (SAS). En concreto, con la ley 8/86 de 6 de mayo, se crea dicho Organismo para la gestión y administración de los servicios públicos de atención a la salud de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y como ente autónomo de carácter administrativo de la Junta de Andalucía adscrito a la Consejería de Salud.

La estructura hospitalaria en Andalucía, puede decirse que es básicamente pública. En concreto, las unidades objeto de estudio se distribuyen entre las ocho provincias andaluzas, dando cobertura a aproximadamente siete millones de personas, y constituidas por los 30 hospitales del SAS, los cuáles se clasifican en Regionales, de Especialidad y Comarcales<sup>5</sup>. En la siguiente tabla se recoge la totalidad de la población objeto de estudio:

TABLA 1: HOSPITALES DEL SERVICIO ANDALUZ DE SALUD.

HOSPITALES	NUMERO DE CAMAS	POBLACION ASISTIDA
<b>HOSPITALES REGIONALES:</b>		
H. Virgen del Rocío	1.624	633.632
H. Univ. V. Macarena	1.105	511.837
H. Cádiz	786	239.832
H. Virgen de las Nieves	1.168	276.122
H. Univ. Granada	709	267.641
H. Reina Sofía	1.490	491.942
H. Malaga	1.201	495.455
<b>HOSPITALES DE ESPECIALIDADES:</b>		
H. Valme	718	341.595
H. Jerez de la Frontera	564	351.546
H. Puerto Real	363	218.813
H. Univ. Málaga	669	397.129
H. General Huelva	484	196.141
H. Ciudad de Jaen	757	231.019
H. Torrecárdenas	737	347.235

<sup>5</sup> De acuerdo con el Real Decreto 105/86, BOE 25 de mayo de 1986, las diferencias entre los tres tipos de hospitales se deben a las áreas de salud a las que se adscriben, y las especialidades que atienden.

HOSPITALES COMARCALES:		
H. Osuna	174	140.349
H. Punta Europa	323	129.276
H. La Linea	180	91.192
H. Baza	147	135.209
H. Motril	182	126.813
H. Infanta Margarita	234	185.161
H. Pozoblanco	138	89.831
H. Antequera	105	102.817
H. Berranía Ronda	232	105.848
H. Axarquía	191	107.339
H. Infanta Elena	308	159.609
H. Riotinto	119	76.377
H. Linares	256	130.692
H. Úbeda	245	167.008
H. Princesa de España	193	103.798
H. Inmac. Huerca-Overa	125	99.264

Tabla: Hospitales del SAS

Fuente: Censo 1991 : Mapa Atención Primaria e INIHOS 1994.

### 3.2. Aplicación de DEA.

#### 3.2.1. Descripción y Selección de las variables.

La elección, tanto de variables inputs como outputs, ha estado condicionada por tres elementos:

1. La información disponible, que en nuestro caso particular se limita a la facilitada por la Consejería de Salud y el SAS. Dicha información se materializa en el Sistema de Información INIHOS y el Boletín Estadístico del Servicio Andaluz de Salud para los años 1993, 1994 y 1995; no pudiendo disponer, como así hubiera sido nuestro deseo\*, de información presupuestaria ni relativa a indicadores de calidad, tal como las tasas de infecciones nosocomiales y la estancia media preoperatoria. Esta última información sería de uso confidencial y recogida en el Sistema de Información de Equipos Directivos de Hospitales (SIED-H).

2. Se han recogido como variables las que con mayor frecuencia se utilizan en la literatura revisada al respecto en un apartado anterior; si bien, los niveles de severidad en las distintas actividades no han sido tenidos en cuenta por no disponer de dicha información.

3. La elección de las variables ha estado condicionada, igualmente, por el hecho de estudiar tres tipos de modelos, que serán explicados posteriormente, y que relacionan los siguientes aspectos: RECURSOS-SALUD; RECURSOS-ACTIVIDAD y ACTIVIDAD-SALUD

En función de lo anterior las, variables outputs relacionadas con la salud han sido las siguientes:

**ALTAS:** Altas de Pacientes de la unidad de especialización hacia fuera del hospital

Al menos para todos los años analizados.

**EXITUS<sup>7</sup>**: Pacientes que estando ingresados, fallecieron.

**LISTA DE ESPERA**: Pacientes en lista de espera para intervención quirúrgica por cada 10.000 habitantes.

**INDICE RESOLUCION HOSPITAL DIA**: Porcentaje de procesos resueltos en Hospital de día con respecto al total de procesos resueltos en el Hospital.

Las variables outputs relacionadas con la actividad<sup>8</sup>:

**ESTANCIAS TOTALES**: Suma censos diarios de camas ocupada durante el año objeto de estudio.

**URGENCIAS ATENDIDAS**: Número de pacientes externos que acudieron a la unidad de Urgencias para ser atendidos.

**INTERVENCIONES TOTALES**: Suma de intervenciones Programadas, Urgentes y Ambulatorias.

**ACTIVIDAD AMBULATORIA**: Número de Primeras y Segundas Visitas

Y las variables inputs relacionadas con los recursos:

**CAMAS**: Promedio del número de camas de dotación disponibles del período estudiado.

**HORAS DISPONIBLES CONSULTAS EXTERNAS**: El Número total de horas de despacho de que ha dispuesto cada unidad de especialización, las haya empleado o no en el año objeto de estudio.

**HORAS DISPONIBLES DE QUIROFANO**: Horas de quirófano para intervenciones programadas que ha dispuesto cada unidad de especialización quirúrgica, las haya empleado o no.

**PERSONAL MEDICO**: Media Ponderada de Personal Facultativo de enero a diciembre.

**PERSONAL DE ENFERMERIA**: Media ponderada de Personal de enfermería de enero a diciembre.

**OTRO PERSONAL**: Media ponderada de otro personal de enero a diciembre.

**CAPITULO I**: Gastos de Personal contraidos presupuestariamente en el año.

**GASTO DE FARMACIA SOBRE CAPITULO II<sup>9</sup>**: Porcentaje que representa el consumo de productos farmacéuticos con respecto a la totalidad de gastos corrientes (excluidos los de Personal).

### 3.2.2. Procedimiento.

Hemos aplicado cinco combinaciones diferentes de modelos DEA con el fin de determinar el comportamiento de los hospitales andaluces en términos de eficiencia, dada la elección de los indicadores, y la información contenida en ellos como causantes de ineficiencias. Estos modelos aparecen recogidos en la siguiente tabla:

**TABLA 2: MODELOS DEA APLICADOS.**

<sup>7</sup> Variable a minimizar, al igual que las listas de espera.

<sup>8</sup> Estas variables son consideradas como inputs en el modelo ACTIVIDAD-SALUD.

<sup>9</sup> Cuando este factor se muestra como ineficiente puede deberse a un exceso en el gasto en farmacia, o, en algunos casos, a un reducido capítulo II

MODELOS/VARIABLES	OUTPUTS	INPUTS
DEA 11	Y1. ALTAS Y2. EXITUS Y3. LISTA DE ESPERA Y4. INDICE RESOLUCION HOSPITAL DIA	X1. CAMAS X2. HORAS DISPONIBLES CONSULTAS EXTERNAS X3. HORAS DISPONIBLE QUIROFANO X4. PERSONAL MEDICO X5. PERSONAL ENFERMERIA X6. OTRO PERSONAL X7. % FARMACIA/CAPIT II
DEA 12	Y1. ALTAS Y2. EXITUS Y3. LISTA DE ESPERA Y4. INDICE RESOLUCIÓN HOSPITAL DIA	X1. CAMAS X2. HORAS DISPONIBLE CONSULTAS EXTERNAS X3. HORAS DISPONIBLES QUIROFANO X4. CAPITULO I X5. % FARMACIA/CAPITULO II
DEA 21	Y1. ESTANCIAS Y2. URGENCIAS ATENDIDAS Y3. INTERVENCIONES TOTALES Y4. ACTIVIDAD AMBULATORIA	X1. CAMAS X2. HORAS DISPONIBLE CONSULTAS EXTERNAS X3. HORAS DISPONIBLES QUIROFANO X4. PERSONAL MEDICO X5. PERSONAL ENFERMERIA X6. OTRO PERSONAL X7. % FARMACIA/CAPITULO II
DEA 22	Y1. ESTANCIAS Y2. URGENCIAS ATENDIDAS Y3. INTERVENCIONES TOTALES Y4. ACTIVIDAD AMBULATORIA	X1. CAMAS X2. HORAS DISPONIBLE CONSULTAS EXTERNAS X3. HORAS DISPONIBLES QUIROFANO X4. CAPITULO I X5. % FARMACIA/CAPITULO II
DEA3	Y1. ALTAS Y2. EXITUS Y3. LISTA DE ESPERA Y4. INDICE RESOLUCION HOSPITAL DIA	X1. ESTANCIAS X2. URGENCIAS ATENDIDAS X3. INTERVENCIONES TOTALES X4. ACTIVIDAD AMBULATORIA

Además de los anteriores modelos, se ha analizado la eficiencia en los modelos 1.2 y 3 añadiendo dos variables outputs adicionales de calidad como han sido las infecciones nosocomiales, y la estancia media preoperatoria. La primera variable hace referencia a las infecciones que se producen por cada enfermo ingresado en el hospital durante el período objeto de estudio; la segunda, sería el resultado de dividir el número de estancias preoperatoria de intervenciones programadas entre ingresos para intervenciones programadas. Cabe decir que estos modelos sólo se han aplicado para el año en que estaba disponible dicha información, en concreto para el 93.

El modelo DEA utilizado ha sido el orientado hacia los inputs, midiendo tanto la eficiencia técnica global, o aquella bajo el supuesto de rendimientos de escala constantes, como la eficiencia técnica pura, o bajo rendimientos de escala variables. Ellos nos van a permitir determinar los grados de ineficiencias debido al efecto de no operar en la escala más productiva.

Dado el comportamiento que tiene en este tipo de organizaciones el factor trabajo, hemos considerado como input tanto el total de coste de personal (modelos 1.2 y 2.2) como su desagregación en número de médicos, personal de enfermería y otro personal (modelos 1.1 y 2.1). Lo anterior nos permitiría separar los factores de ineficiencia provocados por la composición de dicho personal en cada hospital, e identificar, en el caso de que las hubiera, en que estamentos se producen ineficiencias en mayor medida.

Relacionado con lo anterior, el objetivo de llevar a cabo el análisis de eficiencia en estas tres etapas<sup>10</sup> ha sido el poder analizar, de forma diferenciada, los factores de ineficiencia claramente relacionados con el objetivo último de un sistema de salud<sup>11</sup>, como es la cura de los pacientes. Para ello, hemos comparado algunos indicadores indirectos de salud, con los recursos disponibles en cada hospital. Ello nos ha permitido analizar por qué algunos hospitales consiguen buenos resultados con un número de recursos disponibles inferior. No obstante, lo anterior puede estar directamente relacionado con la actividad desarrollada en cada uno de ellos, y que, por tanto, pueda estar dando lugar a dichas mejoras. Esta última sería la justificación del segundo modelo de eficiencia, ya que hemos intentado relacionar la actividad desarrollada con los recursos anteriormente analizados en el modelo 1, y determinar si los hospitales optimizaban sus recursos de acuerdo con la actividad desarrollada.

Finalmente, hemos querido comprobar si la eficiencia en las actividades realizadas por los hospitales daba lugar a buenos resultados en salud, siendo ésta la justificación del último modelo, o modelo 3.

En concreto, de forma gráfica, el procedimiento seguido en nuestro estudio sería el siguiente:

<sup>10</sup> Similar al seguido por Pina y Torres (1996) y Reigner et al. (1993), pero con diferentes variables inputs y outputs.

<sup>11</sup> Los indicadores de salud utilizados han sido los disponibles para la investigación:

- Índice de Infecciones nosocomiales (93)
- Estancia media preoperatoria (93)
- Índice de Resolución Hospital Día (93, 94 y 95).
- Altas (93, 94 y 95)
- Exitus (93, 94 y 95)
- Lista de Espera (93, 94 y 95).

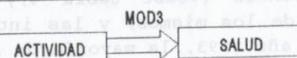
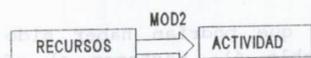
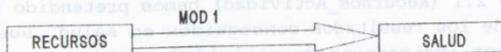
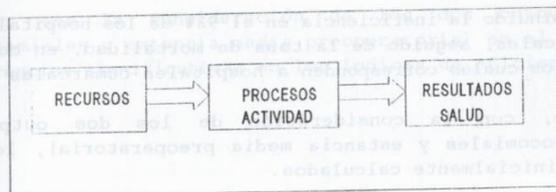


Figura 2: Adaptado de Donabedian, A. (1966) y (1980).

### 3.2.3.

#### Resultados.

Con el modelo 1.1 (Recursos\_Salud) hemos pretendido comprobar el impacto que sobre la eficiencia tiene la composición de dicho personal, sobre los resultados en salud. En este caso, entre las variables inputs a mejorar en el año 1993 (ver tabla 3) por la mayoría de los hospitales andaluces, destacan los gastos de farmacia con respecto al total de capítulo 2 en el año 1993, incluyendo además las camas y el personal médico como los factores de ineficiencia más frecuentes tanto en 1994 como en 1995.

Con respecto a las mejoras en los outputs por parte de los hospitales ineficientes (ver tabla 4), se observa que en 1993 el 81% deberían haber reducido sus listas de espera, y el 45% reducir la tasa de mortalidad. En el año 1994, el 100% de los hospitales deberían haber mejorado sus listas de espera, así como el 100% deberían haber mejorado en el índice de resolución hospital día. Finalmente, en el año 1995, vuelven a ser las listas de espera el output a mejorar por la mayor parte de los hospitales andaluces ineficientes, en concreto el 85%, mientras que el índice de resolución debería haber sido mejorado por parte del 41% de los mismos.

En el modelo 1.2 (Recursos\_Salud), se observa que el coste de personal no ha tenido realmente influencia sobre la eficiencia de los hospitales (ver tabla 5), siendo el input más valorado el gasto en farmacia con respecto al capítulo 2 para la mayoría de los hospitales en los tres años analizados (tabla 3).

Cabe destacar que vuelven a ser las listas de espera y la tasa de mortalidad los dos outputs que podrían haber sido mejorados por la mayoría de los hospitales ineficientes. Sin embargo, en el año 1994, se une a la eficiencia derivada de las excesivas listas de espera, el índice de resolución hospital día. Finalmente, en el año 1995, vuelven a ser las listas de espera el output que

podría haber disminuido la ineficiencia en el 92% de los hospitales ineficientes, la mayoría comarcales, seguido de la tasa de mortalidad, en concreto por parte del 71%, 60% de los cuales corresponden a hospitales comarcales (véase tabla 4).

Finalmente, con la consideración de los dos outputs adicionales (infecciones nosocomiales y estancia media preoperatoria), los resultados no difieren de los inicialmente calculados.

Con el modelo 2.1 (Recursos\_Actividad) hemos pretendido medir la eficiencia independientemente de los resultados conseguidos en salud, sustituyendo, en este caso, los outputs por indicadores de actividad.

Con respecto a los outputs que podrían haber sido mejorados en los hospitales ineficientes (véase tabla 4), destacan el número de urgencias atendidas (el 55% de los mismos) y las intervenciones totales. En este caso, correspondiente al año 1993, la mayoría de los hospitales han sido regionales. Con respecto al año 1994, volvemos a observar los mismos factores de ineficiencia. En este año, sin embargo, el mayor porcentaje de hospitales que deberían haber mejorado en intervenciones corresponden a hospitales de especialidad. Finalmente, en el año 1995, observamos que se repiten los mismos factores de ineficiencia; en este caso, el número de hospitales que deben mejorar en urgencias atendidas (83% de los ineficientes) aumenta con respecto a los años anteriores, incrementando también en intervenciones totales.

En el modelo 2.2 (Recursos-Actividad) se detecta que los factores de ineficiencias más frecuentes entre los hospitales andaluces - ver tabla 4- han sido el número de camas con respecto a la actividad desarrollada, analizada a través de los indicadores de outputs incluidos en este modelo. El capítulo 1 ha sido factor de ineficiencia, pero uno de los menos valorados en los tres años analizados.

Por último, los hospitales ineficientes que podrían haber incrementado su eficiencia a través de la mejora de las urgencias atendidas y las intervenciones totales vuelve a ser el dato significativo también en este modelo, destacando, además, en los años 1993 y 1994, la actividad ambulatoria como la tercera actividad a mejorar por la mayoría de los hospitales andaluces ineficientes, de entre los cuáles destacan los comarcales (ver tabla 4).

Finalmente, en el modelo 3 (Actividad\_Salud) se ha detectado que los factores de ineficiencia más frecuentes entre los hospitales andaluces (ver tabla 3), ha sido, en 1993, el número de urgencias atendidas; en 1994, para los modelos bajo rendimientos de escala constantes, las urgencias atendidas y las intervenciones totales, y para el modelo bajo rendimientos variables, vuelven a ser la urgencias atendidas. Por último, en el año 1995, vuelven a ser las urgencias atendidas, junto a la actividad ambulatoria, los factores de ineficiencia más frecuentes entre los hospitales andaluces.

Con respecto a los outputs que deberían haber mejorado (ver tabla 5), vuelven a ser las listas de espera y el índice de resolución hospital día. Así, el tanto por ciento de hospitales ineficientes que debe mejorar las listas de espera en 1993 es del 82%, la mayoría regionales; y con respecto al índice de r.h.d., es el 70% de los ineficientes los que deben mejorar, la mayoría regionales. En los años 1994 y 1995, se vuelven a dar los mismos factores de mejora. En concreto, en el 94, el 82% de los hospitales debe mejorar en ambos resultados por igual, seguido de la tasa de mortalidad. En el 95 ha sido el índice de resolución hospital día. el output a mejorar por la mayoría de los hospitales, en concreto por el 90% de los ineficientes, la mayoría comarcales. Finalmente, cabe destacar el buen valor obtenido en las altas en todos los hospitales andaluces en los tres años analizados.



TABLA 3: FACTORES DE INEFICIENCIA MAS FRECUENTES ENTRE LOS HOSPITALES ANDALUCES (INPUTS).

	MD11		MD12		MD21		MD22		MD31	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
1993	FARMACIA	FARMACIA	FARMACIA	FARMACIA	CAMAS	MEDICOS Y CAMAS	CAMAS	CAMAS	URGENCIAS ATENDIDAS	URGENCIAS ATENDIDAS
1994	FARMACIA, CAMAS Y MEDICOS	FARMACIA, HORAS DISPO. QUIROFANO Y MEDICOS	FARMACIA	FARMACIA	CAMAS Y MEDICOS	CAMAS Y MEDICOS	CAMAS	CAMAS	URGENCIAS ATENDIDAS E INTERVENCIONES TOTALES	URGENCIAS ATENDIDAS
1995	FARMACIA, CAMAS Y MEDICOS	FARMACIA, HORAS DISP. QUIROFANO Y OTRO PERSONAL	FARMACIA	FARMACIA	CAMAS	CAMAS Y MEDICOS	CAMAS	CAMAS	URGENCIAS Y ACTIVIDAD AMBULATORIA	URGENCIAS ATENDIDAS

TABLA 4: FACTORES DE INEFICIENCIA MAS FRECUENTES ENTRE LOS HOSPITALES ANDALUCES (OUTPUTS).

	MD11		MD12		MD21		MD22		MD31	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
1993	LISTAS DE ESPERA, EXITUS	LISTAS DE ESPERA, EXITUS	URGENCIAS ATENDIDAS, INTERVENCIONES TOTALES.	LISTAS DE ESPERA, INDICE R.H.D.	LISTAS DE ESPERA, INDICE R.H.D.					
1994	LISTAS DE ESPERA, INDICE R.H.D.	LISTAS DE ESPERA, INDICE R.H.D.	URGENCIAS ATENDIDAS E INTERVENCIONES TOTALES.	LISTAS DE ESPERA, INDICE R.H.D.	LISTAS DE ESPERA, INDICE R.H.D.					
1995	LISTAS DE ESPERA, INDICE R.H.D.	LISTAS DE ESPERA, INDICE R.H.D.	URGENCIAS ATENDIDAS E INTERVENCIONES TOTALES.	INDICE R.H.D. Y LISTAS DE ESPERA.	INDICE R.H.D. Y LISTAS DE ESPERA.					

TABLA 5: PORCENTAJE DE HOSPITALES EFICIENTES EN CADA MODELO.

AÑOS	MD11		MD12		MD21		MD22		MD31	
	CRS	VRS								
1993	64	64	67	67	80	80	84	84	44	57
1994	54	54	64	64	70	70	74	74	44	57
1995	56	54	64	64	84	84	84	84	34	50

Tabla 6: % TIPO DE HOSPITALES INEFICIENTES.

Modelo	MD11	MD12	MD21	MD22	MD31
1993	71% R 42% E 10% C	58% R 43% E 18% C	28% R 26% C	28% R 25% C	85% R 85% E 31% C
1994	84% R 67% E 31% C	84% R 43% E 31% C	28% R 14% E 38% C	14% R 14% E 38% C	86% R 86% E 31% C
1995	71% R 43% E 37% C	71% R 43% E 37% C	14% R 42% E 18% C	14% R 42% E 25% C	86% R 86% E 50% C

- R: Hospitales Regionales.
- E: Hospitales Especialidad.
- C: Hospitales Comarcales.

3.3. Asociación entre Eficiencia y Efectividad.

Con objeto de evaluar las posibles analogías o diferencias entre los distintos modelos aplicados en el estudio, hemos procedido a analizar la asociación que existe entre los niveles de eficiencia alcanzados de acuerdo con cada uno de los modelos. En concreto, analizaremos si el comportamiento de los hospitales analizados es igual en términos de evaluación de la eficiencia en la producción de servicios y de salud (efectividad).

Con objeto de evitar problemas de falta de normalidad en las variables, hemos convertido los índices de eficiencia en rangos, cuyos valores estarían comprendidos entre 1 y 30, lo cual quiere decir, que para cada modelo hemos clasificado los hospitales de más a menos eficientes. Para aquellos hospitales con niveles de eficiencia igual a uno, la clasificación se ha realizado en función del n° de hospitales en los que aparece como una referencia para compararse.

Calculados sobre los rangos, los coeficientes de Pearson, que sería lo mismo que haber aplicado coeficientes de Spearman sobre los índices de eficiencia iniciales, obtendríamos los siguientes resultados:

Tabla 7: Matriz de Correlaciones entre Índices de Eficiencia para los distintos modelos.

	11C	11V	12C	12V	21C	21V	22C	22V	3C	3V
000100										
000110	1									
00011V	0.95	1								
000120	0.87	0.81	1							
00012V	0.65	0.69	0.69	1						
000210	0.38	0.41	0.26	0.4	1					
00021V	0.43	0.45	0.37	0.51	0.72	1				
000220	0.35	0.40	0.41	0.62	0.62	0.42	1			
00022V	0.33	0.42	0.31	0.59	0.70	0.80	0.68	1		
00030	0.35	0.31	0.35	0.38	-0.20	-0.04	-0.03	-0.11	1	
0003V	0.42	0.40	0.37	0.42	-0.13	-0.03	0.002	-0.04	0.91	1

Del análisis de correlaciones anterior, se desprenden los siguientes resultados:

1. Una relación significativa para cada modelo con la consideración de rendimientos de escala constantes y variables. No obstante, la relación es mayor en los modelos donde la variable output es la salud (modelos 1.1 y 3) que en el resto.
2. En general, hay una fuerte asociación entre los modelos 1.1. y 1.2 y entre los modelos 2.1. y 1.2, lo cual indica que el hecho de desagregar o no el capítulo 1 en categoría de personal, no lleva a calificaciones de ineficiencia dispares.
3. La relación entre los modelos 2.1. y 2.2. (Recursos- Actividad), con aquéllos que miden la eficiencia en términos de salud con bajas, especialmente en el caso del modelo actividad-salud, donde la correlación incluso es negativa.

Para reforzar los resultados anteriores hemos aplicado un Análisis Exploratorio de Datos (Análisis Factorial), siendo el método de factorización el Análisis de los Componentes Principales. El procedimiento de extracción de factores ha sido a través del Criterio de Kaiser, y en cuanto al criterio para seleccionar las variables que "cargan" (saturan) en cada factor el de Stevens. Para transformar las soluciones se ha efectuado una Rotación Varimax.

En cuanto a los Resultados, destacaríamos lo siguiente (véase tabla 8 y 9):

- a. Aparecen dos factores.
- b. La matriz es interpretable y homogénea, siendo el test de adecuación muestral de 0.70. La matriz es estadísticamente significativa (Test de Barlett; DF=54, y la  $\chi^2 = 334.85$  con  $p=0.0001$ )
- c. En cuanto a los autovalores y proporción de la varianza (factores potencialmente extraíbles, destacaríamos lo siguiente:

**TABLA 8: Varianza Explicada por cada Factor.**

	Magnitud del Autovalor	Porcentaje de varianza
F1	5.005	50%
F2	2.531	25,3%
F3	0.907	9,1%
F4	0.633	6,3%
F5	0.378	3,8%

**TABLA 9: Saturaciones en cada factor (Solución ortogonal "Varimax"):**

	F1	F2
MD11C	0.474	0.76
MD11V	0.528	0.725
MD12C	0.438	0.741
MD12V	0.596	0.64
MD21C	0.869	-0.042
MD21V	0.829	0.101
MD22C	0.759	0.147
MD22V	0.889	0.042
MD3C	-0.281	0.838
MD3V	-0.222	0.865

3.1. El Factor 1 explicaría el 50% de la varianza de la matriz de correlaciones. Es estadísticamente independiente del Factor 2 (ortogonalidad). Sobre él saturan las variables MD21C, 21V, 22C y 22V. Tienen en común el mismo modelo de evaluación de la eficiencia: Recursos-Actividad. Estos modelos están más relacionados entre sí, que con los otros modelos.

3.2. El Factor 2 explicaría el 25% de la varianza de la matriz de correlaciones. Sobre él saturan dos grupos de variables. de un lado MD11C, MD11V, MD12C y MD12V. Por otro: MD3C y MD3V. Los Modelos Recursos-Salud y Actividad-Salud. están más relacionados entre sí, que con respecto a Recursos-Actividad.

3.3. En términos generales, se observa una relación entre los hospitales eficientes según el modelo Recurso-Salud y Actividad-Salud. Esto es consistente con la literatura; la relación más estrecha entre los componentes del modelo de Donabedian (1980) se da entre las actividades y los resultados (Mejoría de la salud). Los recursos determinan mejoras de salud, al igual que las actividades. Se darían casos de hospitales que son eficientes según el modelo Recursos-Actividad, y no en Recursos-Salud o Actividad-Salud. En general, aquellos hospitales mejor situados en términos de efectividad, son menos eficientes.

#### 3.4. Factores Relacionados con el Nivel de Eficiencia-Ineficiencia de los Hospitales.

Para analizar qué factores inciden en el nivel de eficiencia -ineficiencia, hemos utilizado un modelo lineal de regresión múltiple para cada una de las aplicaciones del modelo DEA aplicados con anterioridad, considerando los tres años objetos de estudio, por lo que el número de casos observados ha sido de 90.

La variable independiente en cada modelo será el nivel de eficiencia -ineficiencia que haya alcanzado cada hospital para cada año en el modelo DEA correspondiente. Por tanto, la variable dependiente será continua con valores comprendidos entre cero y uno.

Dicha variable dependiente será el nivel de eficiencia bajo rendimientos de escala variables, con objeto de evitar las posibles ineficiencias derivadas de no trabajar cada hospital en su escala más óptima.

Las variables independientes, en primera instancia, parten, tanto de las que se han utilizado en trabajos previos, como las que utilizamos en función del análisis de los resultados previos de aplicación del DEA.

En concreto, los modelos a utilizar serían los siguientes:

$$y_{it} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + b_8x_8 + b_9x_9$$

Y11, Y12, Y21, Y22, Y3 serían los valores  $h_0$  de eficiencia obtenidos para

$$y_{12} = a + \sum_{i=1}^9 b_i x_i$$

$$y_{22} = a + \sum_{i=1}^9 b_i x_i$$

$$y_3 = a + \sum_{i=1}^9 b_i x_i$$

$$y_{21} = a + \sum_{i=1}^9 b_i x_i$$

cada hospital y año, en cada uno de los cinco modelos DEA aplicados con anterioridad.

Las variables independientes son nueve en total, que serían subrogados de tamaño, tipo de hospital y año. En concreto, serían:

- X1: Variable dicotómica que toma valor 1 si el hospital es regional o cero en el caso contrario.
- X2: Variable dicotómica que toma valor 1 si el hospital es de especialidad o cero en el caso contrario.
- X3: Variable dicotómica que toma valor 1 si el hospital es comarcal o cero en el caso contrario.
- X4: Número de camas.
- X5: Número de Ingresos.
- X6: Frecuentación hospitalaria = Ingresos / población asistida \* 10.000.
- X7: Estancia media.
- X8: Año (1,2,3)
- X9: Número de Médicos.

Los estadísticos descriptivos, para las nueve variables anteriores, las mostramos en la siguiente tabla:

	Media	Desviación Standard
Regionales	0.23	0.43
Especialidades	0.20	0.40
Comarcales	0.57	0.50
Número camas	516	423.11
Número Ingresos	18061.69	12905.44
Frecuentación Hospitalaria	799.71	341.41
Estancia media	7.47	1.61
Año	2	0.82
Número médicos	370.97	446.35

Tanto en la realización de esta parte del trabajo, como en la última, hemos utilizado para el tratamiento estadístico de los datos el programa SPSS/PC+, el cual ofrece tres procedimientos para seleccionar las variables *Forward Selection*, *Backward Elimination* y *Stepwise Selection*

El último de los procedimientos ha sido el empleado en esta parte del

trabajo - mostrando en la tabla 11, parcialmente, los resultados de aplicar esta técnica - destacando los siguiente:

1. A mayor estancia media, menor será la eficiencia del hospital, tanto en términos de Recursos- Salud, como Recursos-Actividad, al tener dicha variable un valor para la variable t negativo.
  2. El hecho de que el hospital sea comarcal, se asocia negativamente con la eficiencia en términos Recursos-Salud. Por el contrario, el hecho de que el hospital sea de especialidad, se asocia con una mayor eficiencia en términos de Recursos-Actividad.
  3. La eficiencia en términos Actividad-Salud, se asocia negativamente con el volumen de Ingresos, y positivamente con el hecho de ser un hospital regional.
  4. La única variable significativa de las que hemos empleado como subrogado del factor tamaño, ha sido el volumen de Ingresos, y solamente para el modelo 3. El resto de los subrogados, tales como Camas y número de Médicos no aparecen como significativas en ningún modelo.
- Así mismo, la frecuentación hospitalaria y el año no explican, de forma significativa, el nivel de eficiencia-ineficiencia de los hospitales.

En un primer momento se realizó un análisis de regresión múltiple, considerando como variables dependientes los indicadores de eficiencia y como variables independientes los factores mencionados anteriormente. Los resultados de este análisis se muestran en la tabla 11. Como se puede observar, los coeficientes de los factores explicativos son negativos, lo que indica que a mayor valor de estos factores, menor será el nivel de eficiencia. Sin embargo, el signo de los coeficientes puede estar afectado por el uso de logaritmos en la transformación de las variables, por lo que no se puede interpretar directamente el signo de los coeficientes.

Modelo	Variable	Coefficiente	t	Signif.
Modelo 1	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 2	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 3	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 4	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 5	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 6	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 7	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 8	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 9	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 10	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 11	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 12	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 13	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 14	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 15	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 16	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 17	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 18	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 19	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23
Modelo 20	Comarcal	-0.0001	-1.5	0.13
	Especialidad	0.0002	1.2	0.23

TABLA 10: Resultados del Análisis Lineal Multivariante.

Modelos	Adjuncted R <sup>2</sup>	F	Sig. F	Variables in the equation	t	Sig.t
Modelo 1.1	24.075	15.11	0.0000	Estancia media Comarcales	- 5.013 - 2.688	0.0000 0.086
Modelo 1.2	23.69	13.50	0.0000	Estancia Media Comarcales	- 4.921 - 2.963	0.0000 0.0039
Modelo 2.2.	18.33	7.66	0.0001	Ingresos Estancia Media Especialidades	4.519 - 3.839 2.646	0.0000 0.0002 0.0097
Modelo 3	12.87	7.5711	0.0009	Ingresos Regionales	- 3.670 2.135	0.0004 0.0356

**3.5. Factores Relacionados con la Clasificación de los Hospitales en Eficientes e Ineficientes.**

Con objeto de evitar algunas limitaciones derivadas del análisis lineal multivariante, como sería la asunción de normalidad multivariable de las variables independientes, y la identidad de las matrices de varianzas-covarianzas en los dos grupos, hemos aplicado otra técnica de análisis multivariable, como sería el modelo de regresión logística, el cual no requiere de la asunción de normalidad e igualdad de las matrices de covarianzas, lo cual reduce las posibilidades de llegar a una predicción óptima.

En nuestro caso particular hemos utilizado como variables independientes, las mismas que hemos señalado en el caso del análisis multivariante lineal. Si bien, ahora la variable dependiente tomará el valor 1 cuando el hospital es eficiente y cero cuando es ineficiente o toma valores  $h_0$  en DEA inferiores a la unidad.

Por tanto, la aplicación de esta técnica nos permitiría, más que analizar qué factores están más relacionados con los índices de eficiencia, dar en términos probabilísticos qué factores son capaces de clarificar correctamente a cada hospital en un grupo de referencia, que en este caso serían dos: hospitales eficientes (que alcanzan valor 1 en el DEA) y hospitales ineficientes (que toman valores inferiores a 1).

Para cada uno de los modelos DEA aplicados, el porcentaje de hospitales eficientes e ineficientes en la totalidad del horizonte temporal (años 93, 94 y 95) sería:

	% Hospitales eficientes	%Hospitales ineficientes
Modelo 1.1	63	37
Modelo 1.2	63	37
Modelo 2.1	79	21
Modelo 2.2	80	20
Modelo 3	54	46

El procedimiento utilizado para la selección de las variables independientes fue tanto el *Backward Stepwise* como el *Forward Stepwise*, mostrándose los resultados de cada una de ellos en las tablas 11 y 12, separadamente:

Al igual que en las aplicaciones de la regresión lineal múltiple, la estancia media aparece como significativa en todos los modelos de eficiencia, y con independencia del método de selección de las variables, salvo para el modelo cuando se aplica el método Backward.

En general, a mayor estancia media, menor probabilidad de que el hospital se clasifique como eficiente, con independencia de los términos en que se haya definido la eficiencia.

En los modelos Recursos-Actividad se observa que la probabilidad que un hospital pertenezca al grupo de los eficientes depende:

- a. De forma positiva del volumen de Ingresos.
- b. De forma negativa con la frecuentación hospitalaria o nivel de demanda.
- c. Igualmente, el hecho de ser hospital regional condiciona de forma negativa ser eficiente.

En los modelos Actividad-Salud, si partimos de los resultados de los dos procedimientos aplicados para seleccionar las variables, tendríamos que, la probabilidad de pertenecer a los hospitales eficientes se asocia negativamente con la Estancia Media, el número de Camas, la Frecuentación Hospitalaria y el hecho de pertenecer a hospitales del grupo de especialidades. Al igual que en el caso de la Regresión Múltiple, las variables número de Médicos y Año, nunca se muestran como significativas.

**TABLA 11: Resultados Regresión Logística (Backward Stepwise).**

	%HC	%HI	%HE	-2log likeliho od	Goodness of Fit	Variables in the equation	Sig.	R
Modelo 1.1	72.22	54.55	82.46	96.237	86.420	Estancia media Especialidades	0.0000 0.0824	-0.3697 0.0927
Modelo 1.2	67.78	42.44	82.46	101.687	85.427	Estancia media	0.0002	-0.3125
Modelo 2.1	88.22	36.84	94.37	67.259	68.673	Frecuentación hospitalaria Ingresos Estancia media Regionales	0.0633 0.0006 0.0023 0.0108	-0.1249 0.3242 -0.2805 -0.2201
Modelo 2.2	83.33	33.33	95.83	66.899	65.486	Camas Estancia media Regionales	0.0012 0.0013 0.0219	0.3075 -0.3046 -0.1900
Modelo 3	72.22	68.85	77.55	102.899	88.619	Camas Frecuentación hospitalaria Especialidades	0.0676 0.0741 0.0107	-0.1039 -0.0979 0.1907

**TABLA 12: Resultados Regresión Logística (Forward Stepwise).**

Modelo	%HC	%HI	%HE	-2log likelihood	Goodness of Fit	Variables in the equation	Sig.	R
Modelo 1.1	72.22	51.52	84.21	97.48	84.77	Estancia media	0.0001	-0.344
Modelo 2.1	82.22	36.84	94.37	67.25	68.67	Frecuentación hospitalaria Ingresos Estancia media Regionales	0.0633 0.0006 0.0023 0.0108	-0.124 0.324 -0.208 -0.220
Modelo 2.2	81.11	22.22	95.83	66.159	64.144	Frecuentación hospitalaria Ingresos Estancia media Regionales	0.0758 0.0011 0.0021 0.0382	-0.111 0.311 -0.207 -0.189
Modelo 3	65.65	60.98	69.39	108.901	88.998	Estancia media	0.0003	-0.290

**4. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.**

1. Cuando la eficiencia se mide relacionando los recursos disponibles por los hospitales con ciertos resultados asociados, directa o indirectamente, con el nivel de salud de la población asistida, se observa en general, que las actuaciones a seguir por los dirigentes sanitarios deberían ser las siguientes:

Desde el lado de los inputs, habría que controlar el gasto de farmacia, dado que, con independencia del modelo y año utilizado, siempre aparece como el input más valorado. Por otro lado, y en relación a la productividad del personal, habría que estudiar especialmente la eficiencia del Personal Facultativo.

Para mejorar la eficiencia, y en relación a los outputs, se deberían reducir las listas de espera, así como los índices de resolución hospital día, especialmente en los hospitales regionales.

2. En relación al punto anterior, habría que añadir que la reducción de las listas de espera es una de las preocupaciones mayores, tanto del INSALUD como del Servicio Andaluz. En el caso de este último, resulta curioso observar como sistemáticamente los hospitales que caen dentro de su ámbito, tienen porcentajes de ocupación inferiores al 90%, y no obstante, en un porcentaje muy significativo de ellos el output más valorado, en términos de reducción, serían las listas de espera.

3. La evaluación de la eficiencia a través de la comparación de Recursos-Actividad, pone de manifiesto que hay un aumento en los niveles de eficiencia con respecto al resto de los modelos, y también:

La necesidad de reducir el gasto farmacéutico y vigilar la productividad del personal facultativo, así como la capacidad ociosa de los hospitales, resultando como input a valorar el número de camas.

En relación a los outputs, los más valorados por el modelo, en términos de mejora, han sido las urgencias atendidas y las intervenciones.

4. De todos los modelos utilizados, el que aporta un mayor nivel de ineficiencia sería el que relaciona la Actividad con los Resultados en Salud, indicándose entre los inputs, a las mejoras de las urgencias atendidas por encima de cualquier otro input utilizado en el trabajo, y con respecto a los outputs, especialmente las listas de espera.

Lo anterior indica que la admisión de enfermos a través del servicio de urgencia del hospital puede representar un foco distorsionante en cuanto a la política de admisiones, puesto que, en ocasiones, es utilizado como una forma de evitar la lista de espera, transformándose en una tercera vía de admisión programada entre el médico y el paciente.

Al igual que en el primer modelo, las mayores ineficiencias, en términos relativos en este caso, se dan en los hospitales regionales.

5. Otra cuestión detectada en el trabajo es la falta de asociación entre los distintos modelos y disfunciones de eficiencia utilizados en el estudio, como también lo puso de manifiesto **Regnier et al. (1993)**. En concreto, un número considerable de hospitales eficientes, en términos de Recursos-Actividad, se convierten en ineficientes cuando el output son los resultados en salud, y en mayor medida, cuando el input es la actividad, que cuando son los recursos disponibles.

También habrá que considerar que la ineficiencia es mayor en el modelo Actividad-Salud que en el Recursos-Salud, lo cual puede estar indicando cierto despilfarro en la producción de servicios en relación a los resultados obtenidos. Resulta curioso observar como en los modelos de regresión multivariable se detecta que, a mayor presión de la demanda en los hospitales, más ineficientes son, tanto en términos de producción como de resultados en salud.

6. Tanto en la predicción del nivel de eficiencia-ineficiencia de un hospital, o el grupo al que pertenece (eficiente-ineficiente), la variable más significativa es la estancia media. En general, a mayor estancia media, menor eficiencia del hospital, y mayor probabilidad de que pertenezca al grupo de hospitales ineficientes. Por tanto, este indicador parcial de la productividad, se convierte en un candidato idóneo para ser el subrogado por excelencia de la productividad global del centro, tanto en el caso de medir la eficiencia en términos de Recursos-Actividad, como Recursos-Salud y Actividad-Salud.

7. En relación a los hospitales regionales y de especialidades, son bastante más ineficientes en términos Actividad-Salud que Recursos-Actividades, por lo cual, deberían ser objeto de atención y estudio especial. Por el contrario, en los hospitales comarcales no hay diferencias tan significativas entre eficiencia y efectividad.

8. Tanto en los modelos lineales multivariados utilizados, como en la regresión logística, se pone de manifiesto que un factor que condiciona, al igual que la estancia media, el nivel de eficiencia la pertenencia al grupo de hospitales eficientes, de una forma significativa, sería el número de ingresos. En este

sentido, si tomamos el número de ingresos como subrogado del tamaño, dado que en ocasiones los modelos sustituyen los ingresos por número de camas, se observa que los hospitales, conforme aumentan sus servicios disponibles, mejoran la eficiencia en términos Recursos-Actividad, y son más ineficientes en los de Actividad-Salud.

9. Los Contratos-Programas establecidos entre el Servicio Andaluz de Salud y los hospitales comienzan en 1993 como una forma de mejorar la gestión, asociando la asignación presupuestaria con la fijación de ciertos objetivos a cumplir. Sin embargo, no se aprecia variaciones de eficiencia en los modelos en los que se ha utilizado el factor año, por tanto, la implantación de la medida anterior no ha provocado cambios significativos en el comportamiento hospitalario.

#### 5. BIBLIOGRAFIA.

- Actividad Asistencial en Atención Especializada (1994).** Servicio Andaluz de Salud.
- Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresa (AECA) (1997):** La Contabilidad de Gestión en los Centros Sanitarios. Propuesta del Documento 14 de Principios de Contabilidad.
- Banker, R.D.; Changn, H. y Cooper, W.W. (1996):** "Equivalence and Implementation of Alternative Methods for Determining Returns to Scale in Data Envelopment Analysis". *European Journal of Operational Research*, vol.89, pp. 473-481.
- Banker, R.D.; Charnes, A. y Cooper, W.W. (1984):** "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in DEA". *Management Science*, vol. 30, n° 9, pp. 1.078-1.092.
- Banker, R.D. y Morey, R.C. (1986a):** "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs". *Operations Research*, july-august, pp. 513-521.
- Banker, R.D. y Morey, R.C. (1986b):** "The Use of Categorical Variables in DEA". *Management Science*, vol. 32, n° 12, pp. 1.613-1.627.
- Barber, P. y González López-Valcarcel, B. (1996):** "La Eficiencia Técnica de los Hospitales Públicos Españoles". Aparecido en Política y Gestión Sanitaria: La Agenda Explícita. Ed. Menew, R. and Ortín, V. SG Editores. Barcelona.
- Borden, J.P. (1988):** "An Assesment of the Impact of Diagnosis-Related Group (DRG)-Based Reimbursement on the technical Efficiency of New Jersey Hospitals Using Data Envelopment Analysis". *Journal of Accounting a Public Policy*, pp. 77-95.
- Charnes. A.; Cooper. W.W. and Rhodes, E. (1978):** "Measuring the efficiency of decision-making units". *European Journal of Operational Research*, n°3, pp. 429-444.
- Chilingerian, J.A. and Sherman, H.D. (1990):** "Managing phisician efficiency and efectiveness in providing hospital services"*Health Services Management Research* 3/1, pp.3-15.
- Chilingerian, J.A. (1995):** "Evaluation Phisican Efficiency in Hospitals: A Multivariate Analysis of Best Practices". *European Journal of Operational Research*, pp. 548-574.
- Donabedian, A. (1966):** A guide to medical administration. New York. American Public Health Association.
- Donabedian, A. (1980):** The definition od Quality: A conceptual exploration. En Donabedian, A.: Exploration in quality assessment and monitoring: The definition

- of quality and approaches to its management. Vol. 1. Health Administration Press.
- Ehrheth, J.L. (1994): "The Development and Evaluation of Hospital Performance Measurement for Policy Analysis". Medical Care, 32(6), pp. 568-587.
- Finkler, M.D. y Witschafter, R. (1993): "Cost-Effectiveness and Data Envelopment Analysis". Health Care Management Review", vol. 18, n°3, pp.81-88.
- Juras, P.E. y Brooks, C.A. (1993): "Supporting Operational Decision Making". Health Care Supervisor, 12(2), pp. 25-31.
- Kamakura, W.A. (1988): "A note on the use of Categorical variables in DEA". Management Science, vol. 34, n° 10, pp. 1.273-1.276.
- Ley, E. (1991): " Eficiencia Productiva: Un Estudio Aplicado al Sector Hospitalario". Investigaciones Económicas, XV, 1, pp. 71-88.
- Merey, R.C.; Fine, D.J. y Loree, S.W. et al (1992): " The Trade-off between Hospital Cost and Quality of care". Medical Care, agosto, pp. 677-698.
- López del Olmo, M. ; Otero, A. y Martin, J.J. (1996): "*Eficiencia y Estrategias de Reducción de Coste en los Hospitales del Servicio Andaluz de Salud*". XVI Jornadas de Economía de la Salud. Valladolid.
- Ozcan, Y.A.; Luke, R.D. y Haksever, C. (1992): " Ownership and Organizational Performance". Medical Care, septiembre, pp. 781-794.
- Ozcan, Y.A. y Luke, R.D. (1993): "A National Study of the Efficiency of Hospitals in Urban Markets". Health services Research, febrero, pp. 719-739.
- Pina V. y Torres, L. (1996): "Methodological Aspects in Efficiency Evaluation Of Public Hospital" Financical Accountability and Management, Febrero.
- Prior Jimenez, D. y Solá i Tey, M. (1993): "*L'eficiència dels Hospitals de Catalunya. Comparació entre els Hospitals Públic i els Privats*". Generalitat de Catalunya.
- Regnier, J.; Michelon, P.; D'hoope, N. y Tilquin, C. (1993): "Etude comparative de l'efficacite des hopitaux du Quebec a l'aide de la methode DEA. Rappaport Technique.
- Ruggiero, J. (1996): "On the Measurement of Technical Efficiency in the Public Sector". European Journal of Operational Research, vol. 90, pp. 553-565.
- Seiford, L. (1990): A Bibliography of Data Envelopment Analysis. University of Massachusetts.
- Hexton, T.R.; Silkman, R.H. y Hogan, A. (1986): "Data Envelopment Analysis: Critique and Extensions". En Measuring Efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis Public, n° 32. Silkman Edit, San Francisco.
- Sherman, H. D. (1984): "Hospital Efficiency Measurement and Evaluation". Medical Care. vol. 22, n° 10.
- Valdmanis, V. (1990): "Ownweship ans Thecnical Efficiency of Hospitals". Medical Care, junio, pp. 552-561.
- Valdmanis, V. (1992): "Sensitivity Analysis for DEA Models. An Empirical Example Using Public V. NPT Hospitals". Journal of Public Economics, vol. 48.