

IMPACTO DE LOS DETERMINANTES SOCIALES EN LOS MODELOS DE EFICIENCIA EN SALUD

(MEDICION DE EFICIENCIA CON MODELO DEA EN 62 HOSPITALES
PUBLICOS DE CHILE¹)

DESAL-MINSAL

ABRIL DE 2018

¹ Este estudio fue realizado por Lucy Kuhn B., Rafael Urriola U. e Ismael Aguilera C., profesionales del Departamento de Economía de la Salud del Ministerio de Salud entre julio de 2017 y abril de 2018. Esta es la versión ampliada del trabajo. Las opiniones aquí vertidas no comprometen al Minsal.

Tabla de contenido

PARTE I	7
Capítulo I.- INTRODUCCIÓN GENERAL	7
Capítulo II.- EL CONCEPTO DE EFICIENCIA Y ASPECTOS METODOLOGICOS DE LA SELECCIÓN DE INDICADORES PARA SU MEDICIÓN	10
1. Eficiencia con equidad: el desempeño	10
2. Indicadores para medir eficiencia: La relación entre productos (<i>outputs</i>) e insumos (<i>inputs</i>) y los resultados (<i>outcomes</i>)	13
2.1. Dimensiones que componen la eficiencia	13
2.2. Definición de los indicadores para medir eficiencia	16
Capítulo III.- ESTUDIOS NACIONALES E INTERNACIONALES RECIENTES DE EFICIENCIA EN HOSPITALES.....	23
1. Estudios sobre eficiencia de hospitales de Chile.....	23
2. Estudios en la literatura internacional	26
2.1. Variables más usadas como <i>inputs</i> clínicos	26
2.2. Variables más usadas como <i>inputs</i> de entorno o contextuales	27
2.3. Variables más usadas como <i>outputs</i>	29
3. Otras recopilaciones y revisiones acerca de inputs y outputs en DEA.....	32
Capítulo IV.- MODELOS PARA MEDIR Y COMPARAR EFICIENCIA.....	38
1. Análisis de ratios	38
2. Modelos de regresión múltiple	38
3. Modelos no paramétricos: el DEA	41
PARTE II.....	50
Capítulo V.- ESPECIFICACIÓN DEL MODELO	50
1. Criterios finales para la selección de variables indicadores y el modelo	50
2. Etapas en el desarrollo del modelo DEA	51
2.1. Especificación del modelo	51
2.2. Identificación del modelo	56
Capítulo VI.- PRINCIPALES RESULTADOS DEL MODELO DEA (etapa 1)	58
1. Comparación Modelo Tradicional y Modelo Base con variable contextual sobre la eficiencia	58
1.1. Resultados de DEA con y sin variable contextual	58
1.2. Medición de eficiencia por hospitales	62
1.3. El concepto de súper-eficiencia	66
1.4. Análisis de holguras	67
2. Análisis de eficiencia comparativo entre el modelo base y modelo con dos outputs	70

Capítulo VII.- RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE LOS FACTORES EXPLICATIVOS DE LA EFICIENCIA (etapa 2)	75
1. Ecuaciones paramétricas para medir los determinantes de la eficiencia	75
Capítulo VIII.- CONCLUSIONES Y DISCUSION	79
BIBLIOGRAFIA	84
Anexo 1 Otras técnicas y métodos para medir eficiencia	92
1) Medición de Eficiencia a través de cadenas de abastecimiento	92
2) Medición de eficiencia a través de los gastos innecesarios	92

Índice de cuadros, gráficos y figuras

RECUADRO 1: EQUITAD E IGUALDAD _____	12
RECUADRO 2: LA VISIÓN DE LA OMS DEL DESEMPEÑO (WHO 2014) _____	15
CUADRO 1: INDICADORES DE CALIDAD _____	17
CUADRO 2: INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD HOSPITALARIA _____	18
CUADRO 3: INDICADORES DE PRODUCCIÓN DE SERVICIOS HOSPITALARIOS _____	19
CUADRO 4: INDICADORES HOSPITALARIOS SEGÚN LA NATURALEZA DE LA FUNCIÓN _____	19
CUADRO 5: INDICADORES PARA ANÁLISIS DE EFICIENCIA _____	20
FIGURA 1: DETERMINANTES DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LOS HOSPITALES _____	21
CUADRO 6: SÍNTESIS DE VARIABLES USADAS EN LOS ESTUDIOS DE SALUD CON DEA EN CHILE _____	24
RECUADRO 3: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DEL BANCO MUNDIAL 2016 SOBRE EFICIENCIA A NIVEL DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD EN CHILE _____	25
CUADRO 7: RESUMEN DE VARIABLES UTILIZADAS COMO INPUTS EN CADA PUBLICACIÓN POR AUTOR Y PAÍS DE ANÁLISIS EN LA LITERATURA INTERNACIONAL _____	28
CUADRO 8: RESUMEN DE VARIABLES UTILIZADAS COMO OUTPUTS EN CADA PUBLICACIÓN POR AUTOR Y PAÍS DE ANÁLISIS EN LA LITERATURA INTERNACIONAL _____	31
CUADRO 9: SELECCIÓN DE INPUTS Y OUTPUTS EN ANALISIS DEA (RUBIO ET AL., 2007) _____	32
CUADRO 10: INPUTS Y OUTPUTS PARA EL ANALISIS DEA (MARTÍN Y LÓPEZ DEL AMO, 2007) _____	33
CUADRO 11: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS HOSPITALES (MITROPOLOUS ET AL., 2013) _____	34
CUADRO 12: INDICADORES CONSIDERADOS EN DEA (EHRETH, 1994) _____	35
CUADRO 13: PRINCIPALES INDICADORES UTILIZADOS CON LA METODOLOGÍA DEA (RAHIMI ET AL., 2014) _____	36
RECUADRO 4: SELECCIÓN DE LAS OPCIONES DISPONIBLES PARA LOS DIRECTIVOS DE HOSPITALES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA PRODUCTIVA REMITIÉNDOSE A LOS PROCESOS OPERACIONALES _____	37
CUADRO 14: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN MODELO TOBIT _____	39
RECUADRO 5: INPUTS Y OUTPUTS DE MAYOR USO EN LA EVIDENCIA NACIONAL E INTERNACIONAL ____	50
CUADRO 15: DESCRIPCIÓN DE LOS INDICADORES INCLUIDOS EN EL MODELO DE EFICIENCIA TRADICIONAL _____	52
RECUADRO 6: CONCEPTO DE “COMPLEJIDAD DEL CASE MIX” _____	54
CUADRO 16: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS VARIABLES DEL MODELO TRADICIONAL Y BASE ____	57
CUADRO 17: RESULTADOS DE EFICIENCIA DE LOS MODELOS TRADICIONAL Y BASE _____	59
CUADRO 18: RESULTADOS DE INDICADORES DE EFICIENCIA PROMEDIO SEGÚN TIPO DE MODELO DEA- SBM ESTIMADO _____	60
GRAFICO 1: RESULTADOS COMPARADOS DE LA EFICIENCIA EN MODELOS CON Y SIN VARIABLE CONTEXTUAL _____	60
GRAFICO 2: DIFERENCIA DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA (SIN VARIABLE CONTEXTUAL Y CON VARIABLE CONTEXTUAL IDH) SEGÚN IDH POR HOSPITAL _____	62

CUADRO 19: RESULTADOS DE EFICIENCIA, OUTPUTS E INPUTS DE LOS MODELOS _____	62
CUADRO 20: RESULTADOS DE HOSPITALES EN LA FRONTERA DE EFICIENCIA Y DATOS BÁSICOS DE INPUTS Y OUTPUTS _____	64
CUADRO 21: RESULTADOS DE INDICADORES BÁSICOS DE PRODUCTIVIDAD SEGÚN GRUPOS DE HOSPITALES _____	64
CUADRO 22: LOS 10 HOSPITALES CON MENOR VALOR DE IDH _____	65
CUADRO 23: RESULTADOS DE SUPER-EFICIENCIA _____	66
CUADRO 24: ESTIMACIÓN DE LAS HOLGURAS EN LOS 47 HOSPITALES QUE NO ALCANZAN LA FRONTERA DE EFICIENCIA _____	68
CUADRO 25: COMPARACIÓN MODELOS CON UN OUTPUT Y CON DOS OUTPUTS* _____	71
CUADRO 26: CONTRASTACIÓN DE MEDIAS ENTRE LOS RESULTADOS DEL MODELO CON UN OUTPUT Y MODELO CON DOS OUTPUTS _____	73
GRAFICO 3.- REGRESIÓN ENTRE MODELO CON UN OUTPUT (EJE HORIZONTAL) Y MODELO CON DOS OUTPUTS (EJE VERTICAL) _____	74
CUADRO 27: DEFINICIONES DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS DEL MODELO DE REGRESIÓN _____	76
CUADRO 28: RESULTADOS DE LA REGRESIÓN _____	77

PRESENTACION

Este trabajo forma parte de los estudios que tienen por objeto analizar, evaluar y medir la eficiencia y la equidad en el sistema de salud de Chile, análisis que lleva a cabo el Departamento de Economía de la Salud (DESAL) de la División de Planificación Sanitaria de la Subsecretaría de Salud Pública del Ministerio de Salud de Chile.

El documento se pone a disposición de la comunidad en la página <http://desal.minsal.cl/>

El equipo de trabajo que elaboró este estudio estuvo conformado por Lucy Kuhn, jefa del Departamento de Economía de la Salud que coordinó el proyecto, Rafael Urriola e Ismael Aguilera con la colaboración de Andrea Arenas y Berenice Freile (profesionales del DESAL). Se agradece a Rodrigo Márquez, Coordinador del Informe Desarrollo Humano del PNUD, quien facilitó los cálculos del Índice de Desarrollo Humano a nivel comunal para 2015. Así también se agradece los aportes y participación en las reuniones de trabajo efectuadas en 2017 del Dr. Emilio Santelices, del Dr. Pedro Olivares y de Patricio Lagos y de los directivos y profesionales del MINSAL, Dr. Cristian Herrera, Dra. Verónica Rojas, Andrea Guerrero, Lorena Durán, Cristopher Lui, Silvana Santander, Mabel Pinilla, Alejandra Cordero, Christian Vásquez, Paulina Leighton y Enrique Araya.

El Departamento de Economía de la Salud del MINSAL licitó en octubre de 2017 el estudio “Medición de producción, productividad y eficiencia en los hospitales públicos”. En este documento se incorporan aportes de dicho estudio, que estuvo a cargo de Rubén Castro Landman.

Santiago, abril de 2018

PARTE I

Capítulo I.- INTRODUCCIÓN GENERAL

Este estudio tiene por objeto evaluar indicadores de eficiencia en 62 hospitales públicos de Chile con datos de 2015. Para este efecto, se parte de los modelos tradicionales con *Data Envelopment Analysis* (DEA) a los cuales se les ha agregado una variable social o contextual con el objeto de analizar si los efectos de la equidad, expresada a través de los determinantes sociales de la salud, influyen en los resultados de eficiencia técnica.

El presente trabajo se estructura en dos partes. La primera relacionada con la sistematización de los aspectos conceptuales y metodológicos y, la segunda, con la aplicación del modelo pertinente a 62 hospitales públicos de Chile. La primera parte consta del primer capítulo que es una introducción general; en el segundo capítulo se define, por una parte, el concepto de eficiencia y su relación con equidad y, por otra, se revisan aspectos conceptuales y metodológicos sobre la construcción y selección de indicadores para medir eficiencia; en el tercer capítulo se pasa revista a la literatura nacional e internacional sobre los indicadores de la función de producción hospitalaria que suelen incluirse en los modelos empíricos de medición de eficiencia; y, en el cuarto capítulo, se analizan diversos modelos y aproximaciones metodológicas para la medición comparativa de la eficiencia hospitalaria. El énfasis de este capítulo se centra en el modelo no paramétrico *Data Envelopment Analysis* (DEA), aplicado en este estudio.

La segunda parte está constituida por el quinto capítulo en que se delimita la muestra, se determinan las variables que caracterizan el comportamiento productivo de los hospitales y se especifican los diferentes modelos DEA a emplear; por el sexto capítulo en que se analizan y discuten los resultados obtenidos tras la aplicación de los diferentes modelos DEA formulados en el capítulo anterior; en el séptimo capítulo se modelan los factores explicativos de la eficiencia, y; finalmente, el octavo capítulo resume las principales conclusiones de esta investigación.

La justificación de esta investigación puede sintetizarse del siguiente modo:

- 1.- El constante crecimiento de los gastos en salud en la mayoría de los países del mundo, ha colocado en las prioridades de las agendas gubernamentales establecer mecanismos para evaluar el gasto en todas sus dimensiones, esencialmente en cuanto a eficiencia (técnica y distributiva).
- 2.- Las técnicas económicas y de programación matemática para maximizar un producto (*output*) usando el mínimo de insumos (*inputs*) se complejizan en el sector salud porque confluyen en los establecimientos sectoriales (especialmente hospitales) de manera simultánea y a veces entrecruzada, muchos productos e insumos.

3.- A fines de los años 70 se desarrolló la técnica estadística para evaluar eficiencia conocida como *Data Envelopment Analysis* (DEA) o Análisis Envolvente de Datos que se inscribe en los llamados modelos de frontera no paramétricos. El DEA se considera un enfoque flexible porque no requiere la estimación de una relación funcional entre las entradas y salidas, ni tampoco test estadísticos; puede aplicarse con diferentes unidades de medida (no exclusivamente precios); solo establece distancias a la frontera de eficiencia que la determina el propio modelo. Es decir, las variables pueden ser expresadas en unidades diversas. Por ejemplo, una puede ser medida en pesos, dólares o dólares PPP y la otra en número de camas, médicos de atención primaria, o altas anuales, etc. El modelo termina por integrar el cálculo de tales “distancias” para obtener un resultado que siempre variará entre 0 y 1. Existen múltiples programas computacionales para desarrollar esta técnica.

4.- Los estudios que utilizan DEA se han generalizado en los últimos años, especialmente en países de la OCDE. Según la *Web of Science database* hasta 1990 se habían publicado 225 artículos; en 2009 se llegaba a 4.597 y se espera que lleguen a 13.000 en 2020. Salud (especialmente la eficiencia hospitalaria) ocupaba 8,7% de los temas en que se aplica DEA (Liu et al 2013). Hay pocos estudios sobre la situación hospitalaria en Chile que usan DEA.

5.- La lógica de la eficiencia proviene de la economía y el uso de las técnicas duales (maximizar una función de producción con restricciones en los insumos (*inputs*). Por ejemplo, cuánto sería el máximo a producir teniendo como restricción un presupuesto que se puede distribuir en dos factores o *inputs* tales como capital y trabajo). El concepto de eficiencia implícito en el uso de DEA es que escoger las variables características (críticas) de los procesos característicos (críticos), puede arrojar los mismos resultados que disponer de una depurada sofisticación de costos de cada uno de los insumos que concurren a realizar cada uno de los productos (*outputs*) de un hospital.

6.- En consecuencia, el ejercicio de la elección de las variables que intervendrán como *inputs* o *outputs* requiere que representen: i) procedimientos o diagnósticos representativos; ii) un porcentaje significativo de los gastos hospitalarios; iii) procedimientos que sean el procedimiento principal dentro de una hospitalización (según casos quirúrgicos tipificados); y, iv) condiciones médicas bien identificadas (para casos médicos tipificados)².

² Koechlin et al especifican que los productos pueden clasificarse como "médicos" y "quirúrgicos", siendo los primeros aquellos casos para los que no se informó de procedimiento de sala de operaciones. Dado que la práctica clínica podría ser diferente entre los países y un procedimiento podría clasificarse como "médico" en un país y "quirúrgico" en un país diferente, el enfoque prevé el uso de la Agencia de los Estados Unidos para la Salud y Clases de procedimientos de calidad o la taxonomía DRG para agrupar los casos en cirugía y medicina.

7.- La mayoría de los estudios que han evaluado eficiencia en el área de la salud en el mundo con el método DEA, no han incorporado la dimensión de la equidad que se expresa en que las personas tienen diferencias que pueden llevar a que su acceso a la salud sea desigual o que la atención de sus necesidades en salud requiera de la utilización de recursos diferentes. En parte, las comorbilidades son rescatadas por las severidades que se usan en los Grupos Relacionados de Diagnóstico (GRD) pero esto es aún insuficiente para explicar lo que en la literatura se conoce como los Determinantes Sociales de la Salud (DSS). En general, éstos se entienden como los aspectos socioeconómicos, ambientales, étnicos, de influencias psicológicas producidas por el entorno social (por ejemplo, discriminaciones) que expresan diferencias que caracterizan a los individuos y que influyen en sus estados de salud. De este modo, es posible mantener la hipótesis de que será más costoso atender a los grupos más vulnerables en la escala de los DSS, por lo que parece lógico incorporar entre los *inputs* una variable contextual o de entorno que los represente.

8.- Existen también los indicadores o variables relacionadas con los resultados de salud (*health outcomes*). Estos son los que se enfocan a la eficiencia desde la perspectiva societal en el ámbito sanitario, evaluando los resultados (*outcomes*) para la población para lo cual incluso los costos dejan de ser el referente principal. Estos indicadores se usan fundamentalmente en la comparación entre establecimientos en que no hay entrecruzamiento de pacientes (por ejemplo, comparaciones entre países).

Capítulo II.- EL CONCEPTO DE EFICIENCIA Y ASPECTOS METODOLOGICOS DE LA SELECCIÓN DE INDICADORES PARA SU MEDICIÓN

El objetivo de este capítulo es, en primer lugar, revisar el marco conceptual de la medición del desempeño a nivel de los hospitales públicos, desde la perspectiva de la eficiencia técnica incorporando los efectos que la (in)equidad tendría en la función de producción hospitalaria (Kuhn y Urriola, 2017). En segundo lugar, presentar los aspectos metodológicos para la identificación, selección y construcción de los indicadores que permiten medir la eficiencia, a partir de revisión de literatura y experiencias nacionales e internacionales.

1. Eficiencia con equidad: el desempeño

Medir la eficiencia de las organizaciones sanitarias es tan importante como difícil. Importante, porque los países gastan crecientes porcentajes de su Producto Interior Bruto (PIB) en servicios sanitarios. El impacto en los costos de cada elemento constitutivo de los gastos en salud puede variar según países o localidades pero, en cualquier caso, es común considerar que esto proviene del aumento de la expectativa de vida (cambios demográficos), de la mayor prevalencia de enfermedades crónicas (cambios epidemiológicos), de los costos de los procedimientos e insumos (cambios tecnológicos); mayores destrezas y especialidades (cambios en los costos relativos de la mano de obra); y de las preocupaciones de los individuos por tener una vida más larga y saludable (cambios culturales).

Difícil, porque las organizaciones sanitarias suelen perseguir múltiples objetivos y sus procesos productivos son difíciles de estandarizar. Adicionalmente, la medida de la eficiencia organizativa es sólo una de las variables de la función de producción de salud, que tanto a nivel individual como agregada presenta más incógnitas que certezas (Martin et. al. 2007).

Siguiendo a Martin (2007) y Culyer (2015), al nivel de las organizaciones sanitarias las técnicas existentes para la medición de la eficiencia pueden calificarse en tres tipos: técnica, asignativa y global. Cabe notar que estas definiciones fueron empleadas para calcular la productividad total de los factores, basadas en el uso de la programación lineal. Esto es lo que ofrece el método de envolvimiento de datos (DEA), basado en el trabajo seminal de Farrell (1957), pero que en realidad se empezó a difundir con el estudio de Charnes, Cooper y Rhodes (1978).

- **La eficiencia técnica:** Mide el uso de los recursos en la producción de *outputs* o productos, expresados ambos en unidades físicas, es decir dado un nivel determinado de *outputs* establecer el mínimo consumo de *inputs* o insumos requeridos; o bien, fijada una cantidad de *inputs*, determinar el máximo *output* que se podría obtener. Los recursos utilizados (capital, recursos humanos, equipamientos, etc.) se pueden relacionar con resultados intermedios (*outputs*)

como pacientes tratados, reducción de listas de espera, etc.; o con resultados finales (*outcomes*) como esperanza de vida, indicadores de morbi-mortalidad o Años de Vida Potencial Perdidos.

- **La eficiencia asignativa:** Mide la capacidad de una organización para utilizar los recursos en proporciones óptimas, dados sus respectivos precios y la tecnología de producción disponible.
- **La eficiencia global:** supone considerar simultáneamente la eficiencia técnica y asignativa.

Si bien, en la revisión de la literatura se examinaron los tres ámbitos -cuando existían- este trabajo solo terminará por examinar la eficiencia técnica.

Adicionalmente, para comparar resultados de salud es necesario incorporar el concepto y las variables que componen la equidad. En este sentido, se vuelve necesario definir lo que se entenderá por asignaciones o distribuciones igualitarias y equitativas (ver Recuadro 1), bajo la premisa de que la equidad debiese ser compatible con la eficiencia económica.

Este estudio aporta a la evidencia nacional e internacional con el análisis de los efectos que la incorporación de variables sociales o contextuales tienen sobre los modelos y resultados de la eficiencia hospitalaria estimada a través del método DEA. Estas variables contextuales son entendidas como aquellas que identifican o caracterizan el entorno socioeconómico en el que opera cada unidad hospitalaria, de manera de controlar por las diferencias entre los entornos externos, volviéndolos más comparables; y así ajustar las mediciones de eficiencia a los efectos que las desigualdades e inequidades sociales, expresadas en los determinantes sociales en salud, tienen en el uso de recursos clínicos destinados a la atención y resolución de problemas de salud de los individuos.

RECUADRO 1: Equidad e igualdad

Algunos economistas suelen plantear que existe *trade off* entre eficiencia y equidad, es decir, que habría que “sacrificar” un aspecto para mejorar el otro. En el área de la salud no es tan simple.

Hace más de 30 años que la igualdad y la equidad han sido abordadas en los estudios sobre salud. El artículo de M. Whitehead (1992) coloca el acento en que las inequidades son desigualdades evitables mediante el uso adecuado de los medios disponibles en salud. Con esto reconocía que hay desigualdades propias de los humanos (discapacidades, condicionantes genéticos, etc.) en cambio, las inequidades son un constructo social. El glosario de las desigualdades en salud de Kawashi et al (2002) profundiza en esta distinción. Arcaya et al (2015) avanzan en explicar las teorías en torno a la equidad que se han desplegado.

De la misma forma, recientemente Watkins (2017) reflexiona sobre el camino más eficiente en que los países puedan alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Señala que dichos compromisos deben incorporar a la equidad, entendida como igualdad con justicia, al centro de los ODS. Las inversiones en salud en materias de acciones de salud pública y de acceso a cuidados médicos salvan más vidas y son más costo-efectivas cuando se enfocan en los grupos más desfavorecidos, como los niños más pobres, concluyendo que “la equidad es buena para la eficiencia”.

Para efectos de este trabajo parece suficiente explicitar los conceptos de Culyer (2015) que indican lo siguiente:

- *Eficiencia y equidad no son inherentemente conflictivas*
- *Una asignación ineficiente puede ser equitativa*
- *Una asignación eficiente puede ser inequitativa*
- *Una asignación ineficiente puede ser eficiente si reduce las inequidades*
- *Lo equitativo, a menudo, requiere desigualdad en la distribución de recursos per cápita (la equidad en la atención sanitaria requiere que los pacientes que son similares en aspectos relevantes de sus necesidades de salud sean tratados de la misma manera; y que aquellos que son diferentes en aspectos relevantes sean tratados de manera distinta. En resumen, puede haber tratamientos desiguales para alcanzar resultados iguales. Esta aparente inequidad distributiva es para lograr equidad de resultados)*
- *La igualdad en salud puede requerir desigualdad en la asignación de recursos*
- *La igualdad en la asignación de recursos suele conducir a la desigualdad en la salud*

En consecuencia, se entiende por desigualdad en salud a que poblaciones distintas tengan estados de salud distintos y la inequidad se refiere a la asignación de recursos. Es evidente que en una sociedad coexisten grupos diferentes con estados de salud diferentes; entonces la igualdad en salud requiere desigualdad en la asignación de recursos para ser equitativa de acuerdo al principio de a cada uno según sus necesidades.

En términos concretos, desde el punto de vista de la evaluación económica en salud, la equidad supone que cada intervención puede tener costos diferenciados según

estratos socioeconómicos de la población³. De forma que el “costo base” debiese ajustarse considerando efectos de localización y de comorbilidades, a través de ponderadores que reflejen las diferencias. Por ejemplo, el estudio de Epstein et al (2009), incorpora los temas de equidad a las evaluaciones de eficiencia atribuyendo resultados a las intervenciones; midiendo y valorando los resultados; incorporando consideraciones de equidad e identificando costos y consecuencias intersectoriales. Asimismo, el modelo de Dolan –explicitado en el texto de Epstein- establece ponderadores de equidad en los análisis de costo-efectividad.

Los ajustes de equidad han sido incorporados en varios de los trabajos que se examinan en este documento.

Los ajustes de *case mix* intentan dar cuenta de los factores a nivel de paciente, utilizando la variación a nivel de hospital para comparar el desempeño del hospital en relación con, por ejemplo, los patrones de práctica o la disponibilidad de recursos hospitalarios (Ash et al 2012).

Un segundo nivel corresponde a la ponderación por factores calificados como DSS (estatus socioeconómico, nivel de educación, exposición ambiental, entornos sociales o capital social, entre otros).

2. Indicadores para medir eficiencia: La relación entre productos (*outputs*) e insumos (*inputs*) y los resultados (*outcomes*)

A efectos de valorar la eficiencia técnica, midiendo la relación entre el uso de recursos y el logro de productos o resultados, es necesario definir las variables que componen los productos hospitalarios relevantes (bienes y servicios de salud) y los insumos o recursos que caracterizan a esa producción. Sin embargo, con el objeto de establecer un ordenamiento conceptual, conviene antes revisar las posibles dimensiones que componen la eficiencia en un hospital. El solo hecho que haya numerosos productos -y aún más insumos- exige revisar estas dimensiones para encontrar los indicadores más pertinentes en cada caso, es decir, qué productos o resultados de la actividad hospitalaria son relevantes – y necesarios – de medir en términos de su desempeño y qué insumos son los principales a utilizar en la producción hospitalaria a evaluar.

2.1. Dimensiones que componen la eficiencia

En cuanto a las dimensiones que componen la eficiencia, la Organización Mundial de la Salud (OMS), señala Veillard et al. (2005), diseñó a mediados de la primera década del siglo XXI la “Herramienta de evaluación para la mejora de la calidad en los hospitales (PATH)”. Este instrumento tiene como objetivo apoyar a los hospitales en la evaluación de su desempeño.

³ El concepto de determinantes sociales establece diferencias en las prevalencias y en comorbilidades según estratos las cuales se confirman en las encuestas nacionales de salud realizadas en Chile.

Se construyeron más de 100 indicadores de rendimiento y se realizó una encuesta en 20 países europeos. Finalmente, el proyecto identificó seis dimensiones de evaluación del desempeño hospitalario:

i) La eficiencia clínica que es una dimensión del rendimiento, en la que un hospital, en línea con el estado actual de los conocimientos, de forma adecuada y competente ofrece cuidados clínicos o servicios, y logra los resultados deseados para todos los pacientes.

ii) La eficiencia en el uso óptimo de insumos por parte del hospital para obtener resultados máximos, dados sus recursos disponibles.

iii) La calificación del personal que es el grado en que el personal del hospital está debidamente calificado para prestar la atención necesaria al paciente; tiene la oportunidad de seguir aprendiendo y capacitarse; trabaja en condiciones positivas y está satisfecho con su trabajo.

iv) La gobernabilidad responsable que es el grado en que un hospital responde a las necesidades de la comunidad, asegura la continuidad y coordinación de los cuidados, promueve la salud, es innovador y proporciona atención a todos los ciudadanos independientemente de sus características raciales, físicas, culturales, sociales, demográficas o económicas.

v) La seguridad que es la dimensión en la cual el hospital tiene la estructura apropiada y utiliza procesos de atención que prevengan o reduzcan de manera cuantificable el daño o riesgo para los pacientes, para los proveedores de salud y para el ambiente.

vi) La centralidad en el paciente que es la evaluación de los centros de atención y prestación de servicios en relación a si prestan especial atención a las necesidades, expectativas, autonomía, acceso a redes de apoyo hospitalario, comunicación, confidencialidad de los pacientes.

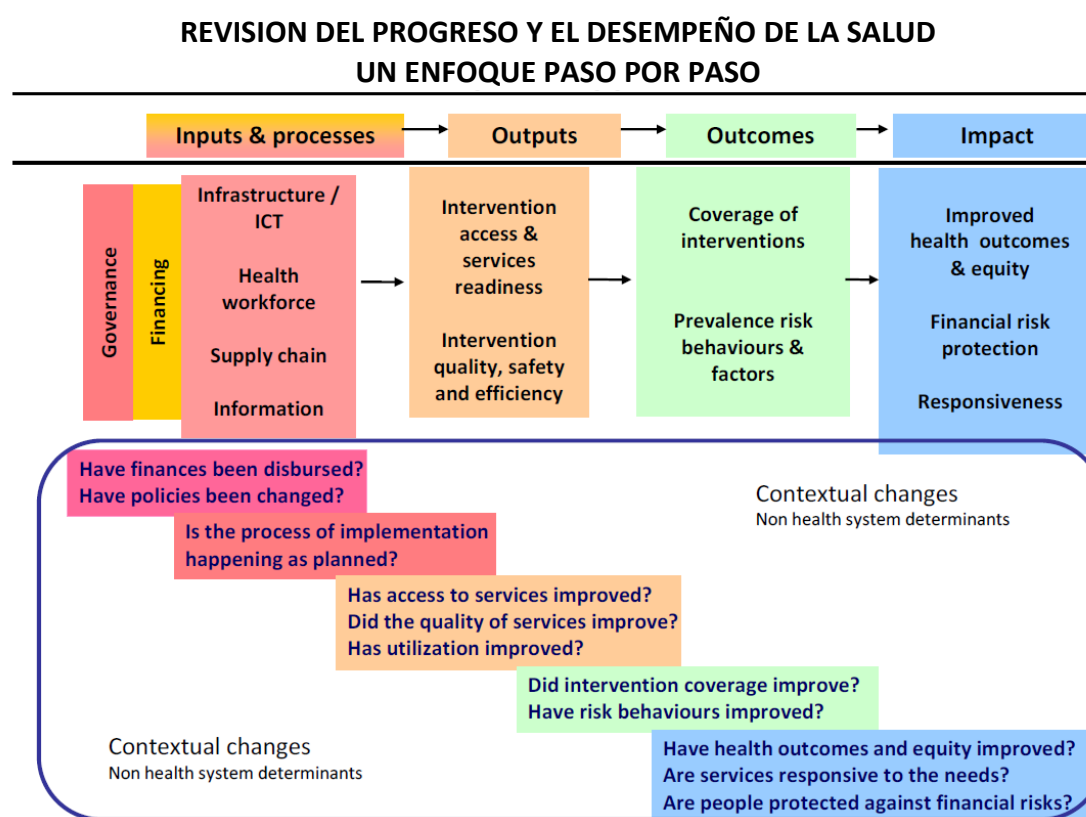
En esta sección se ha revisado parte de la literatura que incorpora el concepto de eficiencia y los marcos teóricos explícitos o subyacentes de estas visiones. Existen diversos marcos conceptuales para evaluar desempeño (performance) en la salud y que por cierto, están muy próximos a las evaluaciones de eficiencia. Otro marco analítico y conceptual -diferente a los de este documento- es proporcionado por la Organización Mundial de la Salud (Recuadro 2).

RECUADRO 2: La visión de la OMS del desempeño (WHO 2014)

Este reporte “proporciona orientación a los países e instituciones para fortalecer el monitoreo, la evaluación y la revisión de los planes y estrategias nacionales de salud. En él se describen los principales atributos y características de una plataforma sólida de seguimiento del progreso y del desempeño del sector salud como base para la información y la rendición de cuentas”.

“El monitoreo y la evaluación incluyen un marco integral que aborda la selección de indicadores, las fuentes de datos relacionados, prácticas de análisis y síntesis, incluyendo evaluación de la calidad, revisión del desempeño...”.

La plataforma propuesta por la OMS incluye diferentes niveles de seguimiento de las actividades de los sistemas de salud. Estas pueden resumirse en el esquema siguiente:



Fuente: WHO (2014)

Como puede observarse en el esquema, las relaciones conceptuales difieren de las que se usan en este documento, en particular en lo relacionado con *outcomes* que, en el marco conceptual de desempeño (eficiencia con equidad), estaría más bien conformada por los impactos. La lógica conceptual de la OMS no busca la aplicación de medidas con modelos generales como en el caso de los proyectos de eficiencia con DEA. De cualquier modo, el uso de la metodología OMS es útil y complementaria con otras mediciones, por ejemplo aquellas en los artículos de Martínez et al (2011) o de Castillo et al (2017) que evalúa el desempeño de los seguros de salud en Chile.

2.2. Definición de los indicadores para medir eficiencia

Con respecto a la definición de indicadores para medir eficiencia, éstos se construyen a partir de temas como costos unitarios, duración de la estadía, proporción de la cirugía diurna en relación al total de cirugías, proporción de los cambios anuales en los costos ponderados de las actividades producidas por los hospitales con respecto a los cambios anuales en los recursos reales utilizados por los hospitales, acceso a la atención hospitalaria, entre otros. De su parte, el objetivo de la medida de rendimiento (lo que el indicador mide) es controlar las variaciones en este rendimiento. Por lo tanto, tiene sentido recopilar primero la información de lo que es controlable por los tomadores de decisiones de políticas (o los gestores de los establecimientos) antes de formular indicadores (Bankauskaite y Dargent 2007).

La selección de indicadores debe apuntar a relevar y sistematizar las variables que mejor interpreten el desempeño de los hospitales. De alguna manera estos indicadores debiesen coadyuvar a la medición de desempeño, pero también debiesen permitir identificar globalmente las fortalezas y las debilidades de la gestión hospitalaria (incluyendo las capacidades humanas y las instalaciones y equipamientos que resultan necesarios para su buen desempeño) y las áreas del quehacer que requieren mayor apoyo para fortalecer los resultados de salud en la población beneficiaria.

En términos globales, estos indicadores debieran permitir:

- Comprender como funciona el sistema y cómo puede ser mejorado
- Evaluar desempeño: es decir, monitorear el comportamiento del sistema en relación a estándares acordados
- Rendir cuentas (*accountability*): permite a los funcionarios, los usuarios, el gobierno y los contribuyentes tener información de lo que se hace con los recursos destinados a la organización y sus resultados

Los indicadores necesitan ciertos requisitos para ser seleccionados. CEPAL (2007) refiriéndose al sistema de indicadores para el seguimiento de la cohesión social plantea que los indicadores deben ser “i) capaces de captar la esencia del problema y tener una interpretación normativa clara; ii) sólidos y validados; iii) sensibles a las intervenciones de política, pero no susceptibles de manipulación; iv) comparables entre Estados y practicables de acuerdo con los estándares internacionales; v) oportunos y revisables; y, vi) abordables para los Estados”. Estos principios sirven para la selección de los indicadores en el presente documento.

Asimismo, Smith (2002) sostiene que la eficacia de los mecanismos de medición del desempeño en el sistema de salud depende de cuatro factores clave: de que las medidas de desempeño elegidas reflejen fielmente los objetivos del sistema de salud; de la naturaleza y la calidad de los datos; de los incentivos para que los médicos

examinen y actúen sobre los datos; y, de la cultura de la organización dentro de la cual se despliegan los datos.

Los principales retos metodológicos están relacionados con la elección de variables y la definición de indicadores. De los indicadores es importante el control de su variabilidad, así como con la integración de los indicadores en un indicador compuesto cuando parezca pertinente y establecer puntos de referencia.

Un primer abordaje del desempeño del hospital podría agruparse en dos grandes ámbitos: i) la perspectiva del usuario (derecho ciudadano a la atención sanitaria para su bienestar) y ii) la perspectiva del gestor enfocada en la eficiencia técnica que relaciona esencialmente inputs con outputs⁴.

- En el ámbito del usuario las variables que parecen mejor definir la eficiencia serían una atención oportuna (empezando por el control de las listas de espera), de calidad estandarizada (por ejemplo, gerencia de riesgo según Carreño, 2008) y sin obligaciones financieras que transformen la atención en una catástrofe económica.
- En el ámbito de la gestión se encuentran: los índices de producción (incluso a través de cadenas de abastecimiento); los índices de costos; los índices de productividad (especialmente los referidos a estadías medias y a profesionales por intervenciones) y los índices de pérdidas por deshechos.

Por su parte, Carreño (2008) realiza una síntesis de los indicadores y las fórmulas de cálculo más adecuadas que pueden utilizarse para medir calidad, productividad y producción en el ámbito hospitalario. Estos pueden clasificarse en los siguientes:

CUADRO 1: INDICADORES DE CALIDAD		
Ámbitos de calidad	Nombre Indicador	Fórmula de cálculo
Calidad técnica:	Tasa de reingreso hospitalaria	<i>Número de reingresos en los primeros 20 días posteriores al egreso</i> /Total de egresos x 100
	Tasa de mortalidad intrahospitalaria después de 48 horas	<i>Número total de pacientes que mueren después de 48 horas del ingreso</i> /Total de pacientes hospitalizados x 100.
	Tasa de eventos adversos	<i>Número de eventos adversos que se presentaron en el servicio de hospitalización</i> /Total de pacientes hospitalizados x 100
	Tasa de infección intrahospitalaria	<i>Número de casos con infección intrahospitalaria</i> /Total de pacientes hospitalizados x 100

⁴ Podría evaluarse la inclusión de un tercer actor de este proceso que sería la visión de los proveedores de los bienes y servicios de salud.

Oportunidad:	Oportunidad en la realización de cirugía programada	<i>Sumatoria de días transcurridos entre la solicitud de la cirugía programada y la asignación de fecha para la cirugía programada</i> /Total de usuarios con cirugía programada
	Oportunidad en la atención en servicios de apoyo diagnóstico	Imagenología: <i>Sumatoria del número de días transcurridos entre la solicitud y la prestación del servicio de radiología</i> /Total usuarios atendidos en radiología
	Consulta especializada en medicina interna	<i>Sumatoria del número de días transcurridos entre la solicitud de consulta especializada y la atención por parte del especialista en medicina interna</i> /Total de usuarios atendidos por medicina interna
	Oportunidad en la atención en consulta especializada en ginecoobstetricia:	<i>Sumatoria del número de días transcurridos entre la solicitud de consulta especializada y la atención por parte del especialista en ginecoobstetricia</i> /Total de usuarios atendidos por ginecoobstetricia.
	Oportunidad en la atención en consulta especializada en pediatría:	<i>Sumatoria del número de días transcurridos entre la solicitud de consulta especializada y la atención por parte del especialista en pediatría</i> /Total de usuarios atendidos por pediatría.
	Oportunidad en la atención en consulta especializada cirugía:	<i>Sumatoria del número de días transcurridos entre la solicitud de consulta especializada y la atención por parte del especialista en cirugía general</i> /Total de usuarios atendidos por cirugía.
	Oportunidad en la atención de urgencias:	<i>Sumatoria del número de minutos transcurridos entre la solicitud de consulta de urgencia y la atención por parte del médico</i> /Total de usuarios atendidos en el servicio de urgencias.
	Proporción de cancelación de cirugía programada:	<i>Número total de cirugías canceladas</i> /Total de cirugías programadas x 100.
Satisfacción:	Tasa global de satisfacción de los usuarios.	Grado de satisfacción alto: <i>Número de usuarios con satisfacción alta</i> /Número de encuestados x 100.

Fuente: Elaboración propia en base a Carreño (2008).

CUADRO 2: INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD HOSPITALARIA

En su texto original, Carreño nombra a la productividad hospitalaria como eficiencia, la cual

se cuantifica mediante el cociente entre los resultados y el valor de los recursos empleados. La OMS ha establecido indicadores para medir la eficiencia global hospitalaria (*Hospital Efficiency Index*), entre ellos: rotación día cama / cama, día paciente, índice de rotación, porcentaje de ocupación, número de ingresos por año, promedio de estancia hospitalaria.

Sin embargo, esta no es la única forma de medir la productividad hospitalaria, y como no hay normatividad al respecto se puede comparar los promedios anuales de los siguientes indicadores:

Nombre Indicador	Definición
Porcentaje de ocupación	Porcentaje de ocupación durante todo el año.
Rotación cama total por mes	Número de veces que una cama es ocupada por un paciente por mes.
Promedio de estancia	Número de días que en promedio permanece un paciente hospitalizado.

Fuente: Elaboración propia en base a Carreño (2008).

CUADRO 3: INDICADORES DE PRODUCCIÓN DE SERVICIOS HOSPITALARIOS	
	Indicadores
Se compara las sumatorias anuales de los siguientes indicadores:	Total anual de egresos hospitalarios.
	Total de intervenciones quirúrgicas (electivas y urgentes).
	Total de partos atendidos (cesáreas y naturales).
	Total de consultas de urgencia realizadas.
	Total de consultas externas realizadas.
	Total de exámenes de laboratorio clínico realizados.
	Total de imágenes diagnósticas realizadas.
	Total de terapias realizadas
	Capacidad instalada: Promedio anual de camas instaladas.

Fuente: Elaboración propia en base a Carreño (2008).

La clasificación recién revisada, puede agruparse de manera diferente según insumos (indicadores de dotación y de personal) y productos (indicadores de funcionamiento o de técnicas de diagnóstico y asistenciales), tal como lo plantea García (1997) al ordenar los eventuales indicadores de desempeño o eficiencia, según función, lo cual se ilustra en el Cuadro 4. A su vez, el Cuadro 5 resume un listado de los indicadores de mayor uso que García (1997) identifica para la evaluación de la eficiencia hospitalaria.

CUADRO 4: INDICADORES HOSPITALARIOS SEGÚN LA NATURALEZA DE LA FUNCIÓN			
INSUMOS		PRODUCTOS	
Indicadores de dotación	Indicadores de personal	Indicadores de funcionamiento	Indicadores de técnicas de diagnóstico y asistenciales
Camas, incubadoras, quirófanos, paritorios y salas de radiografía en funcionamiento	Personal de cada categoría por cada 100 camas en funcionamiento	Porcentaje de ocupación	Estudios de RX, muestras de laboratorios, ecografías, citologías, biopsias, etc. para pacientes ingresados atendidos en régimen

respecto a las instaladas			ambulatorio y de urgencias
Quirófanos, paritorios, sala de rayos X, salas de consulta en funcionamiento por cada 100 camas	Personal de empresas de servicios concertados por cada 100 camas en funcionamiento	Estancia media	Actos quirúrgicos, partos, cesáreas, etc. Proporción de recién nacidos, fallecimientos y acropsias ocurridas en el hospital
	Índice de médicos por especialidad respecto a 100 camas en funcionamiento	Índice de rotación (altas/camas en funcionamiento)	
	Personal por cama utilizada	Índice de primeras consultas (primeras consultas/consultas totales)	

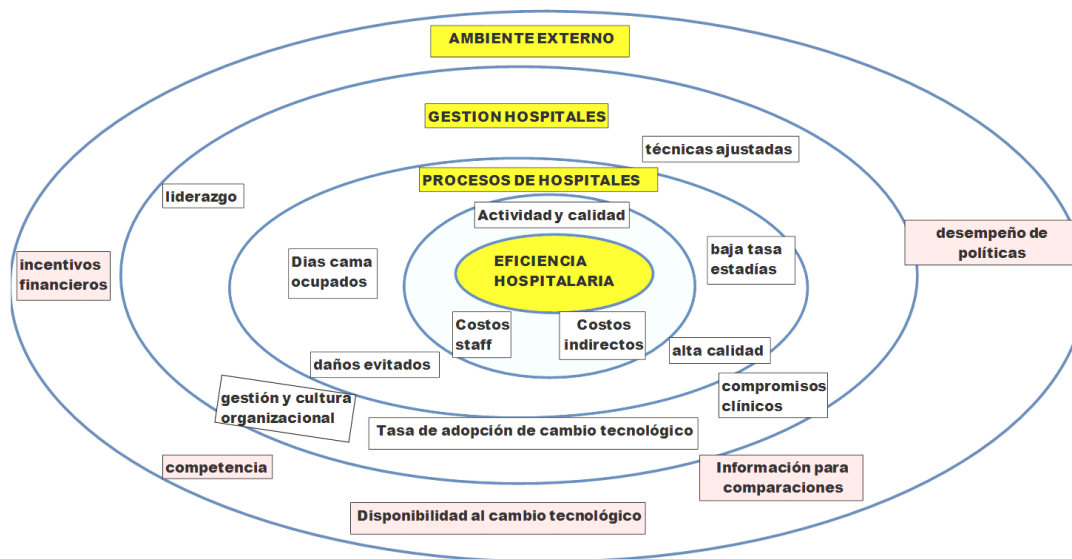
Fuente: García (1997).

CUADRO 5: INDICADORES PARA ANÁLISIS DE EFICIENCIA			
Indicadores de actividad	Lista de espera	Índice personal/cama	Ratios de eficiencia por áreas asistenciales
Estancia media	Promedio de pacientes en lista de espera por hospitalización	Índice de personal/cama global	En consulta externa: - Consultas nuevas/médico y día - Consultas sucesivas (médico y día) - Consultas totales (médico y día)
Índice de ocupación	Promedio de pacientes en lista de espera para consultas externas		Área quirúrgica: Intervenciones programadas por quirófano disponible y día
Índice de consultas (sucesivas/primeras)			
Presión de urgencias (N° de ingresos por urgencia/N° de ingresos totales)			

Fuente: García (1997).

Desde otra perspectiva adicional, cabe incluir en esta revisión el diagrama de Rumbold et al (2015) que establece una serie importante de variables que determinan la eficiencia hospitalaria desde diversos ámbitos tanto internos o propios de los procesos y gestión hospitalaria, como del ambiente externo en el que opera la entidad.

FIGURA 1: Determinantes de la eficiencia productiva en los hospitales



Fuente: Rumbold et al (2015)

Por otra parte, en una mirada más específica sobre la definición de productos u *outputs* y de resultados u *outcomes*, cabe detenerse en comprender sus diferencias, las cuales no son siempre evidentes. Los *outputs*, según el CIHI (2012), serían los productos que ayudan a los individuos a tener mayor atención sanitaria, con promoción y prevención, con servicios de calidad entregados con eficiencia y efectividad y, con satisfacción usuaria. En cambio, los *outcomes* según la misma fuente, se refieren a resultados societales que apuntan a mejorar el estado de salud de la población; mejorar las capacidades de respuesta del sistema de salud y mejorar la eficiencia global del sistema mediante la relación entre los estados de salud y la capacidad de respuesta del sistema. Es el logro de estos dos objetivos en comparación con los recursos (*value for money*). En todo caso, una discusión acerca de la ambigüedad relativa que puede haber entre *outputs* y *outcomes* se encuentra en Medeiros y Schwierz (2015).

Usualmente los estudios de eficiencia en el ámbito sanitario se centran en medir la producción en términos de los *outputs* más que de los *outcomes*. Por ejemplo, Bilsen y Davutyan (2011) señalan que de los 317 estudios revisados por Hollingsworth, sólo el 9% utiliza medidas de resultado como el cambio en el estado de salud, la mortalidad o la calidad de la atención.

El tipo de indicador que se utilice para medir ya sea *output* o *outcome* puede generar diferencias relevantes a la hora de comparar estudios e incluso permitir que evaluaciones que apunten a las mismas mediciones de eficiencia o desempeño tengan resultados diversos y contradictorios.

Se puede ver entonces, que existen múltiples maneras de construir los indicadores, los que a su vez dependen de diversas variables, constructos o determinantes. El marco de los constructos parece ser imprescindible para avanzar en esta línea.

Tal como sugiere Amartya Sen, discutir sobre los indicadores implica razonar sobre los fines últimos de una sociedad (en Olini 2017). La decisión sobre los indicadores es una etapa crucial, y no solo una tarea técnica. En efecto, establecer “qué se mide” tiene influencia en los resultados y, en la práctica, en las políticas que se usarán.

En este marco, se entiende que con las variables se conforman indicadores y que éstos pueden incluso agruparse para configurar constructos, índices o determinantes, como se explicitó en Kuhn y Urriola (2018) para los DSS.

Por ejemplo, Koechlin et al (2010) sugieren agrupar en casos tipificados (*case types*) los productos hospitalarios para efectos de la comparación. Los casos tipificados “se refieren a clases de servicios hospitalarios que son similares desde una perspectiva clínica. Esto conduce a una mayor homogeneidad de tipos de casos”.

Los outputs, además de comparables, debiesen ser representativos, aunque, como señalan Koechlin et al (2010), es muy difícil lograr exhaustividad en esta materia.

Capítulo III.- ESTUDIOS NACIONALES E INTERNACIONALES RECIENTES DE EFICIENCIA EN HOSPITALES

En este capítulo se efectúa una revisión bibliográfica que recopila la información disponible a nivel nacional e internacional y que tiene por objeto revisar los indicadores de producción hospitalaria que se han incluido en los modelos empíricos de eficiencia. En este sentido, se pasa revista al “estado del arte” identificando los aspectos relevantes a tomar en cuenta para la aplicación del modelo como se hará en la Segunda Parte.

Se debe tener presente que ninguno de los estudios que se han mencionado anteriormente o que se presentan en la presente sección, es exhaustivo para clasificar indicadores en cada una de las posibles dimensiones o agrupaciones en que podría distribuirse la actividad hospitalaria. Por el contrario, cada autor(a) elige las variables según su particular marco teórico y también según la disponibilidad de estadísticas comparativas. Asimismo, cada autor(a) argumenta en favor de los indicadores que debiesen dar mayor significación al análisis.

1. Estudios sobre eficiencia de hospitales de Chile

En esta sección se presentan los cinco estudios que se han encontrado en relación con la evaluación de eficiencia hospitalaria en Chile. En concordancia con lo anterior, los estudios encontrados para Chile sobre eficiencia hospitalaria con el modelo DEA consideran las variables que se resumen en el Cuadro 6.

Como puede observarse, pese a que la mayoría de los estudios de eficiencia realizados en Chile usan el mismo modelo estadístico (DEA), los *inputs* y *outputs* empleados son diferentes en cada caso. Incluso R. Castro usa diferentes *inputs* en dos documentos diferentes, pero que cada uno intenta evaluar la eficiencia hospitalaria. En el primero (2004) usa como *inputs* gasto total del hospital y número de camas por hospital, mientras que en el segundo (2007) usa: Porcentaje de gasto en personal; Porcentaje de gasto en funcionamiento; Porcentaje de gasto en farmacia; Aporte total en dólares. Asimismo, como *outputs* en 2004 aplica como indicadores: Promedio de días de estadía y Número de consultas de especialidad y de urgencia. Mientras que en 2007 los indicadores de *output* son: tasa de consultas médicas por cada 1000 habitantes; cumplimiento en actividad general; y, proporción de nacidos vivos con bajo peso al nacer.

CUADRO 6: SÍNTESIS DE VARIABLES USADAS EN LOS ESTUDIOS DE SALUD CON DEA EN CHILE					
Autor(es)	R. Castro (2004)	Barahona (2011)	Santelices et al (2013)	Barros, O & Aguilera, I. (2013)	Banco Mundial (doc interno Minsal 2015)
Año de la muestra	1999-2002	1997 y 2006	Mayo a octubre de 2011	Octubre 2011 a septiembre 2012	2013
Ámbito	54 hospitales públicos	Regiones	28 hospitales públicos	40 hospitales públicos	29 Servicios de Salud
Outputs	Promedio de días de estada, el número de consultas de especialidad y de urgencia.	Egreso hospitalario	egresos totales ponderados por el peso relativo de los IR-GRD	Egresos totales ponderados y diferenciados por nivel de complejidad	AVVP, mortalidad prematura por causas evitables
Inputs	Gasto total (personal, medicamentos y otros suministros), número de camas por hospital	Médicos, enfermeras, matronas, camas disponibles	Camas disponibles, dotación de “personal de leyes médicas y del estatuto administrativo”, y el gasto en bienes y serv. Subtítulo 22 del Clasificador Presupuestario.	Médicos, camas	Gasto público total
Variables contextuales en el modelo	NO	NO	NO	NO	% pobreza (Fonasa A), % habitantes área rural, % indígenas

Fuente: elaboración propia

RECUADRO 3: Metodología del estudio del Banco Mundial 2016 sobre eficiencia a nivel de los Servicios públicos de Salud en Chile

Si bien esta metodología no difiere esencialmente de las usadas en los documentos anteriores que usan DEA, merece ser examinada con mayor detalle porque incorpora con mayor precisión las llamadas variables contextuales que son parte importante de los objetivos de este estudio.

Cabe mencionar que, en general, no es posible usar las mismas variables en universos de análisis diferentes. Es decir, un estudio comparativo por países, por regiones al interior de los países o por comunas, necesariamente deberán buscar las variables que se ajusten a esas realidades. Esto además porque un hospital no recibe necesariamente pacientes de un determinado sector geográfico.

El estudio que el Banco Mundial realizó en Chile en 2016 para 29 Servicios de Salud consideró un *input* y dos *outputs* (siendo éstos más bien *outcomes* o *resultados en salud*). Los insumos se midieron con una variable de gasto combinado: gasto público per cápita en hospitales, atención primaria de salud y servicios comprados al sector privado. También se incluyeron como variables contextuales tres variables de nivel poblacional para controlar variaciones en el entorno externo (proporción de personas Fonasa A; personas que habitan áreas rurales y proporción de población indígena). Los resultados se midieron con un indicador de la accesibilidad de los servicios de salud: años potenciales de vida perdidos (PYLL o AVPP) de causas tratables de muerte y, la tasa de muerte prematura por causa tratable.

Posterior al modelo DEA, el Banco Mundial estableció indicadores para evaluar factores explicativos de la ineficiencia mediante un análisis de regresiones: los factores relacionados con la salud de la población, y los relacionados con la gestión del sistema. Los factores de salud de la población incluyeron: el porcentaje de la población de FONASA por Región que fuma, el porcentaje que recibe tratamiento para la hipertensión y el porcentaje en tratamiento por diabetes. Los factores del sistema de salud incluyen la distribución del financiamiento (el porcentaje del gasto total asignado a la atención primaria de salud, o a servicios privados a través de la MLE) y varios indicadores de eficiencia hospitalaria, incluyendo duración de la estadía, tasas de readmisión e indicadores de complejidad. Además, se consideran indicadores relacionados con la densidad de recursos humanos en salud como la proporción de médicos generales sobre el total de médicos, que representa un proxy de las inversiones en atención primaria de salud.

El gasto hospitalario corriente incluye gastos salariales, bienes y servicios de consumo, gasto administrativo, consumo de capital fijo (estimado), intereses e impuestos pagados por los tres niveles de complejidad hospitalaria (alta, media y baja). Para el propósito de este estudio se excluyó el gasto de capital, que se refiere a la inversión en bienes de capital, tales como infraestructura, equipo (salud y mobiliario de oficina), muebles, vehículos, sistemas de información y tierra.

2. Estudios en la literatura internacional

Con el objeto de resumir los hallazgos de la revisión de la literatura se explicitan solamente los *inputs* y *outputs* usados, mencionando el país de aplicación y las autorías de los textos revisados en cada caso al final de cada apartado.

2.1. Variables más usadas como *inputs* clínicos

- i. Bahrein: en el estudio que comparó 15 hospitales se usó: número de días cama, número de doctores, y número de personal de salud (Bahrein: Minwir Al-Shammari 1999).
- ii. Canadá: Gastos hospitalarios, en servicios médicos, en fármacos, en centros de atención residencial (Canadá: CIHI 2014).
- iii. China: El trabajo y el capital fueron considerados variables de entrada importantes en la prestación de servicios de salud. Suelen utilizarse tres variables de personal (es decir, mano de obra): (1) número total de personal médico, incluyendo el número de médicos y enfermeras; (2) número total de otros técnicos a saber, farmacéuticos, técnicos de laboratorio clínico, tecnólogos de imágenes médicas y otros miembros del personal técnico médico; y, (3) el número total de miembros del personal no médico, a saber, personal administrativo, personal cualificado en el terreno y otros trabajadores técnicos. Para el capital, la mayoría de los estudios consideran el número de camas como un *proxy* de los insumos de capital (China: Zhaohui Cheng 2016).
- iv. España, Valencia: Número de médicos; número de camas usadas en el período por cada unidad (España: Caballer et al. 2010).
- v. España: En el estudio para los hospitales generales del Sistema Nacional de Salud (SNS) español (2010-2012) se incluyeron como *inputs*: Camas instaladas, Personal facultativo, Otro personal sanitario, Personal no sanitario, compras y servicios exteriores (España: Perez Romero et al. 2017).
- vi. EE.UU.: En un estudio de hospitales federales en EE. UU. se usó como *inputs*: i) Gastos de funcionamiento diferentes a número de empleados a tiempo completo (ETC); ii) Camas de hospital: indicador aceptado como proxy de inversión de capital; y, iii) ETC: El trabajo es una faceta importante de un consumo de recursos de la organización (EE. UU.: Harrison y Meyer 2014).
- vii. Grecia: Camas por hospital, médicos y otros profesionales de la salud (Grecia: Flokou 2017).

- viii. Estudio de países de la OCDE: Se comparó la eficiencia de los sistemas de atención sanitaria enfrentando dos modelos: uno incorporando principalmente insumos que se consideran dentro del control discrecional del sistema de salud (es decir, la densidad de los médicos, la densidad de camas hospitalarias y el gasto sanitario), y otro incluyendo principalmente insumos fuera control de los sistemas de salud (variables contextuales) (Hadad et al. 2013).
- ix. Países OCDE: En el estudio se usó como *inputs* los medios financieros invertidos en un sistema de salud y sus recursos básicos, a saber: gasto sanitario total expresado en proporción del PIB; número de médicos por 1.000 habitantes; número de camas de hospital por cada 1.000 habitantes (países OCDE: Kujawska 2015).
- x. Unión Europea: En el estudio para 30 Estados europeos se seleccionaron tres variables de entrada: número de médicos, número de camas de hospital y gastos de salud pública como porcentaje del PIB (Unión Europea: Asanduluia et al. 2014).

El cuadro 7 resume las variables usadas como *inputs* en los estudios revisados.

2.2. Variables más usadas como *inputs* de entorno o contextuales

- i. Canadá: Medida poblacional de la educación; la proporción de la población migrante en los últimos 10 años; y la proporción de la población que no se identificó como aborigen (Canadá: CIHI, 2014).
- ii. Países OCDE: PIB, consumo de frutas y hortalizas (Hadad et al 2013).

CUADRO 7: RESUMEN DE VARIABLES UTILIZADAS COMO INPUTS EN CADA PUBLICACIÓN POR AUTOR Y PAÍS DE ANÁLISIS EN LA LITERATURA INTERNACIONAL											
País-Región:		Bahrein	Canadá	China	España	España	EE. UU.	Grecia	OCDE	OCDE	UE
Autor:		Minwir Al-Shammari 1999	CIHI 2014	Zhaohui Cheng 2016	Caballer et al 2010	Perez Romero et al 2017	Harrison y Meyer 2014	Flokou 2017	Hadad et al 2013	Kujawska 2015	Asanduluia et al 2014
Tipo de Input:											
		input1		input1	input1	input1	input1	input1	input1a	input1	input1
Médicos											
Enfermeras											
Otros profesionales de salud											
Personal no médico											
Camas											
Día cama											
Compras y servicios exteriores											
Otros gastos											
Servicios ofrecidos											
Gasto sanitario											
Medios financieros											
Gasto en Hospitales											
Gasto Servicios médicos											
Gasto en Fármacos											
Gasto en Centros de atención residencial											
Variables usadas como inputs de entorno											
Nivel de Educación											
Población migrante											
Población no aborigen											
PIB											
Consumo de frutas y hortalizas											

Fuente: Elaboración propia en base a Zhaohui Cheng 2016, Flokou 2017, Caballer et al 2010, Perez Romero et al 2017, Harrison y Meyer 2014, Minwir Al-Shammari 1999, Hadad et al 2013, Laura Asanduluia et al 2014, Kujawska 2015 y CIHI 2012.

2.3. Variables más usadas como *outputs*

En cuanto a *outputs* se recopila lo siguiente:

- i. Bahrein: Las medidas de *outputs* empleadas por Minwir Al-Shammari (1999) fueron pacientes por día, número de operaciones menores y número de operaciones mayores.
- ii. Canadá: AVPP (Canadá: CIHI, 2014)
- iii. China: Los *outputs* fueron representados por dos indicadores: "el número de visitas ambulatorias y de emergencia (O1)", incluyendo el número de pacientes que solicitan servicios de diagnóstico ambulatorio y de emergencia y "el número de pacientes internados (O2)", un resultado mejor que los días de hospitalización según los autores (China: Zhaohui Cheng 2016)
- iv. España, Valencia: Ingresos ponderados: (ingreso por case-mix). Número de admisiones ponderadas por la mezcla de casos para considerar la complejidad de los casos. Consultas: (primeras consultas). Consultas sucesivas. Intervenciones quirúrgicas: número de intervenciones quirúrgicas (España: Caballer et al. 2010).
- v. España: Altas totales ajustadas por casuística, consultas externas, Urgencias no ingresadas, Procedimientos de cirugía mayor ambulatoria (España: Perez Romero et al. 2017).
- vi. En EE.UU. como *outputs* se usó: i) Días de hospitalización: Los días de hospitalización son una medida de la productividad hospitalaria federal y es una medida ampliamente aceptada de carga de trabajo para pacientes hospitalizados. ii) Procedimientos quirúrgicos, como medida de salida hospitalaria. iii) La carga de trabajo para pacientes ambulatorios como medida de la producción hospitalaria federal. Los días de hospitalización, los procedimientos quirúrgicos y la carga de trabajo para pacientes ambulatorios proporcionan una medida completa de la productividad hospitalaria (EE.UU.: Harrison y Meyer 2014).
- vii. Grecia: Tres **case mix** por hospital, cirugías y visitas ambulatorias (Grecia: Flokou 2017)
- viii. Países OCDE: La expectativa de vida y la tasa de supervivencia infantil fueron consideradas como *outputs* en este modelo (Hadad et al., 2013).

- ix. Países OCDE: Cuatro variables se utilizaron para caracterizar los resultados de los sistemas de salud: Tasa de mortalidad infantil, número de muertes de niños menores de un año, AVPP, Expectativa de vida al nacer (países OCDE: Kujawska 2015).
- x. Unión Europea: El estudio de 30 países de la UE usó tres variables de *output*: esperanza de vida al nacer, esperanza de vida ajustada por salud y tasa de mortalidad infantil (Asanduluia et al. 2014).

El cuadro 8 resume las variables usadas como *outputs* en los estudios revisados.

CUADRO 8: RESUMEN DE VARIABLES UTILIZADAS COMO OUTPUTS EN CADA PUBLICACIÓN POR AUTOR Y PAÍS DE ANÁLISIS EN LA LITERATURA INTERNACIONAL

País-región:	Bahrein	Canadá	China	España	España	EE. UU.	Grecia	OCDE	OCDE	UE
Autor:	Minwir Al-Shammari 1999	CIHI 2014	Zhaohui Cheng 2016	Caballer et al 2010	Perez Romero et al 2017	Harrison y Meyer 2014	Flokou 2017	Hadad et al 2013	Kujawska 2015	Asanduluia et al 2014
Tipo de Output:										
Pacientes ingresados			<i>output1</i>	<i>output1</i>	<i>output1</i>					
Ajuste por casemix				<i>output1</i>	<i>output1</i>		<i>output 1, 2 y 3</i>			
Pacientes ambulatorios, de emergencia y con diagnóstico			<i>output2</i>							
Pacientes por día	<i>output1</i>									
Días de hospitalización						<i>output1</i>				
Primeras consultas				<i>output2</i>						
Consultas sucesivas				<i>output3</i>						
consultas externas					<i>output2</i>					
Urgencias no ingresadas					<i>output3</i>					
Intervenciones quirúrgicas	<i>output2</i>			<i>output4</i>	<i>output4</i>					
Procedimientos quirúrgicos	<i>output3</i>					<i>output2</i>				
Carga de trabajo para pacientes ambulatorios						<i>output3</i>				
Esperanza de vida								<i>output1</i>	<i>output1</i>	<i>output1</i>
Esperanza de vida ajustada por discapacidad										<i>output2</i>
AVPP		<i>output1</i>							<i>output 2 y 3</i>	
Tasa de supervivencia								<i>output2</i>		
Tasa de mortalidad infantil									<i>output4</i>	<i>output3</i>

Fuente: Elaboración propia en base a Zhaohui Cheng 2016, Caballer et al 2010, Perez Romero et al 2017, Harrison y Meyer 2014, Minwir Al-Shammari 1999, Hadad et al 2013, Laura Asanduluia et al 2014, Kujawska 2015 y CIHI 2012.

3. Otras recopilaciones y revisiones acerca de inputs y outputs en DEA

A diferencia de la sección anterior en ésta se resumen trabajos que a su vez son revisiones de diversos trabajos que han usado DEA.

- 1) Rubio B., Rubio S. y Repullo JR. En busca de nuevas herramientas de análisis de la eficiencia en el sector público sanitario. Rev Adm Sanit. 2007;5(4):659-72.

CUADRO 9: SELECCIÓN DE INPUTS Y OUTPUTS EN ANALISIS DEA (Rubio et al., 2007)		
<i>Inputs</i>	<i>Outputs (productos)</i>	<i>Outputs (resultados)</i>
Número de camas	Número de altas	Tasa de infecciones nosocomiales
Número de quirófanos	Número de estancias (ajustadas o no)	Porcentaje de altas por curación
Número de salas de rayos X	Número de UPA (ponderadas o no)	Tasa de reingresos por urgencias antes de las 72 horas
Número de equipos de RMN	Número de UCH (ponderadas por GRD)	Tasa de infección por herida quirúrgica
Número de médicos de plantilla	Número de consultas externas (en policlínica del propio centro)	Prevalencia de pacientes con úlcera por presión
Costes del personal facultativo	Número de urgencias	Porcentaje de fallecimientos por todas las causas
Número de DUE	Número de intervenciones quirúrgicas convencionales	Tasa de fallecimientos neonatales
Costes del personal de enfermería	Número de intervenciones de cirugía mayor ambulatoria	
Costes en medicamentos	Número de interconsultas	
Costes en material sanitario	Número de trasplantes	
Costes en suministros		
Costes en otros bienes y servicios corrientes		
Costes por amortización del inmovilizado material		

DUE: diplomados en Enfermería; GRD: grupos relacionados con el diagnóstico; RMN: resonancia magnética nuclear; UCH: unidades de complejidad hospitalaria; UPA: unidad ponderada de asistencia.

- 2) Martín J. y López del Amo MP. La medida de la eficiencia en las organizaciones sanitarias. Presupuesto y Gasto Público 49/2007: 139-161.

CUADRO 10: INPUTS Y OUTPUTS PARA EL ANALISIS DEA (Martín y López del Amo, 2007)			
Input	Capital	Camas	Proxy del tamaño del hospital y la inversión en capital. Algunos las desagregan.
		Servicios ofertados	Se usa también como proxy para la inversión en capital. Más en los americanos, porque el dato lo publica la Asociación de hospitales Americanos en su encuesta anual. En los europeos no se usa casi. Utilizan el mix de servicios definido como el número total de servicios especiales y de diagnóstico para ingresados y ambulatorio. Algunos incluyen el número de servicios tecnológicos como medida de la complejidad tecnológica.
		Inversiones	
		Activos de capital	
	Mano de obra	Personal sanitario	Se usa número o costes. Algunos desagregan los médicos en especialistas y generales o entre residentes y cirujanos. Las enfermeras también se desagregan en registradas y en prácticas. Algunos utilizan número de trabajadores globalmente
		Personal no sanitario	
		Horas de trabajo. De forma esporádica	
	Gasto en fungible	En los estudios no americanos. Desagregados algunas veces	
	Otras	Número de admisiones	
		Metros cúbicos de hospital	
		Tipo de propiedad	
		Horas de trabajo por censo medio diario	
		Índice de costes	
		Índice de case mix	
		Docencia	
Output	Visitas	La mayoría incluye las consultas, algunos las desagregan en urgentes y no	
	Ingresos o Altas	Ajustados por GRD, mayormente no americanos	
	Cirugía		
	Estancias	Se han desagregado por tipo de pago o intensidad de cuidado El uso de las estancias como una categoría de resultado ha disminuido en los estudios americanos, desde el 80% en 1985 a cero en la actualidad. En los europeos sin embargo se sigue incluyendo, porque algunos sistemas de financiación todavía se basaban en las estancias, pero ya se están excluyendo. Ozcan (1992) y en España Martín (1996) encuentran que las cifras son muy distintas cuando las introduces y recomiendan utilizar los ingresos en vez de las estancias.	
	Otras		
Calidad*	Mortalidad hospitalaria ajustada por riesgo		
	Reingresos ajustados por riesgo		
	Infecciones clínicamente activas		
	Complicaciones		

* Su incorporación sufre la falta de una medida ampliamente aceptada de la misma y la falta de datos

- 3) Mitropoulos P., Mitropoulos I. y Sissouras A. Managing for efficiency in health care: the case of Greek public Hospitals. Eur J Health Econ (2013) 14:929–938.

La siguiente tabla contiene información descriptiva sobre los hospitales incluidos en el estudio. Todos los precios están medidos en Euros corrientes.

CUADRO 11: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS HOSPITALES (Mitropoulos et al., 2013)			
	Variable	Media	Desviación Estándar
Inputs: Modelo económico	Gasto en recurso humano	Eur 18.562.003	15.429.949
	Gastos en suministros	Eur 35.312.382	46.703.583
	Gasto operacional	Eur 6.979.521	6.798.164
Inputs: Modelo de producción	Nº de médicos	185	145
	Nº de médicos de laboratorio	58	49
	Nº de enfermeras	288	241
	Nº de personal administrativo	70	66
Outputs para ambos modelos	Ingresos en clínica patológica	7.723	7.508
	Ingresos en clínica quirúrgica	6.825	5.185
	Nº de cirugías	4.313	4.739
	Nº de consultas ambulatorias	105.213	65.736
	Exámenes de laboratorio	1.291.205	1.417.416
Variables explicativas (segunda etapa de análisis)	Camas ocupadas	0,64	0,15
	Diferencias en la duración de la estadía	0,004	1,26
	Hospitales de tamaño mediano (vs. pequeños)*	64,6	-
	Hospitales de gran tamaño (vs. pequeños)*	22,9	-

* Variable dummy en la regresión. El valor promedio indica la proporción de hospitales que se ubican en dicha clasificación.

- 4) Ehreth, J. The development and evaluation of hospital performance measures for policy analysis. Medical Care, Volume 32, number 6, pp 568-587. 1994.CU

CUADRO 12: INDICADORES CONSIDERADOS EN DEA (Ehreth, 1994)		
FTE_Y	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Días totales de hospitalización
COST_Y	Inputs	Activos fijos, otro costo directo total, costo directo de salario
	Output	Días totales de hospitalización
FTE_D	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Total de egresos
COST_R	Inputs	Activos fijos, otro costo directo total, costo directo de salario
	Output	Ganancias monetarias totales proveniente de los pacientes
BED_Y	Inputs	Camas, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Días totales de hospitalización
BED_YS	Inputs	Trabajadores jornada equivalente tiempo completo, camas UTI, camas UCI, otras camas
	Output	Días totales en UCI, días totales en UTI, días totales en otras camas
CS_YS	Inputs	Trabajadores jornada equivalente a tiempo completo, activos fijos UTI, activos fijos UCI, otros activos fijos
	Output	Días totales en UCI, días totales en UTI, días totales en otras camas
FTE_DX	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Días totales de hospitalización, total de egresos, ganancias monetarias de los pacientes
FTE_YS	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Días totales en UCI, días totales en UTI, días totales en otras camas
FTE_MY	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Días de hospitalización de Medicare, otros días de hospitalización
FTE_DS	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Egresos de Medicare, egresos de Medicaid, otros egresos
FTE_R	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Ganancias monetarias totales proveniente de los pacientes
BED_D	Inputs	Camas, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Total de egresos
COST_D	Inputs	Activos fijos, otro costo directo total, costo directo de salario
	Output	Total de egresos
FTE_DA	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Total de egresos ajustados
FTE_DAS	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Total de egresos ajustados, egresos ajustados de Medicare, egresos de Medicaid, otros egresos ajustados
FTE_MDA	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Egresos ajustados de Medicare, egresos de Medicaid, otros egresos
FTE_DASO	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Egresos ajustados de Medicare, egresos ajustados de Medicaid, otros egresos ajustados, egresos equivalentes de pacientes ambulatorios
TEM	Inputs	Activos fijos, trabajadores jornada equivalente a tiempo completo
	Output	Egresos ajustados de Medicare, egresos de Medicaid, otros egresos, egresos equivalentes de pacientes ambulatorios

Formato: *Inputs:Outputs*; FTE: salario de trabajadores jornada equivalente a tiempo completo; COST: insumos en dólares; A = ajustado por *case-mix*; BED = camas; D = egresos; M = Medicare; O = egresos equivalentes de pacientes ambulatorios; R = ganancias monetarias; S = desagregado; X = mezcla de medidas; Y = días; TEM = medida de eficiencia técnica.

- 5) Rahimi H., Mohammad K., Kavosi Z. y Eslahi M. Indicators of Hospital. A Systematic Review. International Journal of Hospital Research 2014, 3(4):199-208.

En esta revisión sistemática los principales indicadores utilizados fueron los que se indican el cuadro siguiente.

CUADRO 13: PRINCIPALES INDICADORES UTILIZADOS CON LA METODOLOGÍA DEA (Rahimi et al., 2014)	
Inputs	1. Nº de pacientes por cama 2. Nº de médicos 3. Nº de otras profesiones médicas 4. Nº de enfermeras 5. Total de trabajadores a tiempo completo (horas equivalentes) 6. Nº de camas asignadas 7. Precio de los recursos humanos 8. Precio del capital 9. Camas usadas por día 10. Personal de salud 11. Otro personal
Outputs	1. Nº de altas por día 2. Nº de pacientes ambulatorios/visitas de emergencia 3. Tiempo por persona que usa los aparatos médicos más caros 4. Tasa de sobrevivencia hospitalaria 5. Total de consultas externas sin emergencia 6. Emergencias 7. Estadías 8. Diagnósticos 9. Operaciones 10. Nº de pacientes por día 11. Nº de operaciones menores 12. Nº de operaciones mayores 13. Admisiones 14. Nº de partos

- 6) Rumbold B., Smith J., Hurst J., Charlesworth A. y Clarke A. Overview Improving productive efficiency in hospitals: findings from a review of the international evidence. Health Economics, Policy and Law (2015), 10, 21–43 © Cambridge University Press 2014.

Las claves de la eficiencia que señala Rumbold et al. en el texto siguiente pueden ser traducidas en *inputs* y *outputs* de los modelos de eficiencia:

RECUADRO 4: Selección de las opciones disponibles para los directivos de hospitales para mejorar la eficiencia productiva remitiéndose a los procesos operacionales

- Incrementando la actividad
- Reduciendo el número de camas, pero aumentando su uso
- Maximizando el uso de quirófanos
- Incrementando las tasas de uso diario
- Reduciendo los tiempos de estadía
- Incrementando la productividad del equipo humano (reduciendo su dotación, revisando las calificaciones, reduciendo el personal de tiempo parcial)
- Mejorando el uso de los diagnósticos
- Reduciendo los stocks en las bodegas
- Usando medicamentos genéricos antes que de marca
- Mejorando los procedimientos de seguimiento de las citas a pacientes ambulatorios
- Reduciendo las cirugías o consultas canceladas
- Reduciendo las listas de espera
- Estandarizando los mecanismos de provisión de insumos médicos

Capítulo IV.- MODELOS PARA MEDIR Y COMPARAR EFICIENCIA

Los modelos más comunes para el análisis comparativo de eficiencia son: Análisis de ratios (o de indicadores hospitalarios); Modelos de regresión múltiple (modelos paramétricos); y, modelos de frontera (no paramétricos).

1. Análisis de ratios

En España el desarrollo de cuadros de mando para monitorizar la eficiencia y calidad de las organizaciones sanitarias ha sido la tónica dominante en los distintos Servicios Regionales de Salud (SRS), favorecida por el desarrollo de los sistemas de contabilidad de gestión e información clínica de los hospitales públicos y también, aunque en menor medida, de atención primaria. La implantación del Conjunto Mínimo Básico de Datos (CMBD) ha permitido que la totalidad de los SRS dispongan de indicadores comparativos de estancia media ajustada por casuística (usando los HCFA-DRG⁵ o los AP-DRG⁶), y diversos indicadores brutos de productividad (ocupación, rotación, funcionamiento de quirófanos, etc.). Asimismo, se han realizado esfuerzos para obtener indicadores de calidad (indicadores de mortalidad, reingresos y complicaciones, fundamentalmente).

Cabe señalar que el Estudio de Santelices et al. (2013) para el caso de Chile, emplea el "Instrumento de Evaluación de Establecimientos Autogestionados en Red" que se basa en las cuatro perspectivas habituales de los Cuadros de Mando Integral (CMI) en el sentido de Kaplan y Norton (1992) y en el diseño de los objetivos estratégicos asociados. Este instrumento tiene en todo caso una muy amplia información que puede ser la base de comparaciones muy útiles para evaluar eficiencia. En particular, allí se ponderan (homogeneizan) numerosas prestaciones para conformar el Indicador Agregado de Actividad (IAAC), con factores de ponderación definidos por la División de Presupuesto y la Subsecretaría de Redes Asistenciales.

2. Modelos de regresión múltiple

El análisis de regresión de uso frecuente en los modelos econométricos también se aplica en la evaluación de eficiencia de hospitales. Por ejemplo, Castro (2004) en su estudio para Chile utiliza como segundo paso un modelo tobit que permite identificar los factores que influyen en la ineficiencia. Para simplificar las estimaciones computacionales, utiliza una variable dependiente truncada en cero en que los valores de eficiencia (resultado de la primera fase en que aplica DEA) se transforman en valores de ineficiencia, utilizando la siguiente fórmula:

⁵ Health Care Financing Administration (HCFA) es una institución que incorporó medidas de severidad a las enfermedades en los DRGs del Medicare.

⁶ Los AP(All Patient)-DRG son similares a los GRD, pero también incluyen un desglose de GRD más detallado para los pacientes que no son de Medicare, particularmente los recién nacidos y los niños.

$$\text{INEF} = (1/\text{Índice Eficiencia}) - 1$$

El modelo tiene la siguiente forma:

$$\begin{aligned} y_i^* &= \beta_i x_i + u_i \\ y_i^* &= y_i & \text{si } y_i^* > 0 \\ y_i^* &= 0 & \text{si } y_i^* \leq 0 \end{aligned}$$

donde $u_i \sim N(0, \sigma^2)$

y_i es el valor de ineficiencia observado
 β_i es el vector $k \times 1$ de parámetros desconocidos
 x_i es el vector $k \times 1$ de variables explicativas

Debido a restricciones de datos, algunas variables de los hospitales y de su ámbito de funcionamiento fueron omitidos. Es por esto que el modelo tiene la siguiente forma:

$$\text{INEF} = \alpha_0 + \beta_1 \text{IPDAYS} + \beta_2 \text{NIP} + \beta_3 \text{RM} + \beta_4 \text{G}$$

donde:

INEF	Valor de ineficiencia
IPDAYS	Número de días de Estadía
NIP	Egresos
RM	Dummy Región Metropolitana (RM=1, Regiones=0)
G	Dummy Tipo de Gestión (Autónomo=1, Centralizado=0)

CUADRO 14: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN MODELO TOBIT		
Variable	Coeficiente	T
Constante	1.2138	8.63
IPDAYS	-0.0171	-6.55
NIP	-0.0264	-3.78
RM	-0.3991	-0.85
G	-0.4201	-1.16
$\chi^2_{(3)}$	42.96	

Fuente: elaboración propia en base a Castro, 2004

Según los resultados de esta aplicación -concluye el autor- el coeficiente del número de días de estada (IPDAYS) tiene un signo negativo y es estadísticamente significativo, indicando que a mayor estadía menor índice de eficiencia (Cuadro 14).

2.1 Modelo de regresión logarítmica

Para estudiar la eficacia productiva de los hospitales en Francia, Dormont y Milcent (2011) estimaron una función de producción log-lineal que relaciona la productividad en el establecimiento con los factores de producción.

Asimismo, por las características de los establecimientos hospitalarios (actividades con multiproductos) se estableció un producto homogéneo definido con criterios idénticos independientemente del estatus del hospital. Estos criterios, en Francia están agrupados en un Índice Sintético de Actividades (ISA).

Así, se designa al número de estadías realizadas en el hospital h por el Grupo Homogéneo de Enfermedad que son los Grupos Relacionados por Diagnóstico (GRD) j en el año t .

El GRD está definido por la tabla de puntos ISA. Esta es la escala de ponderaciones utilizada por la administración para calcular la producción de los hospitales públicos en un indicador homogéneo (puntos ISA). Estas ponderaciones se basan en los costos relativos de estadía para cada GRD, estimados a partir de una sub muestra de establecimientos del sector público para los que se dispone de datos. Entonces, estiman la siguiente ecuación:

$$Q_{ht} = \sum_{j=1}^J p_{jt} N_{jht}$$

Donde:

$j = 1, \dots, J$ es el número de puntos ISA

$t = 1, \dots, T$ son los años

$h = 1, \dots, H$ son los hospitales

Q_{ht} es la producción de los hospitales h en el tiempo t

p_{jt} son el número de puntos ISA en el año t

N_{jht} es el número de estadía en el grupo GRD o ISA j .

La ecuación anterior es transformada siguiendo el razonamiento de ecuaciones logarítmicas, quedando el modelo finalmente planteado en una función de producción Cobb-Douglas con seis factores de producción, de la siguiente manera:

$$Q_{ht} = A(\text{med}_{ht})^{\alpha_1}(\text{inf}_{ht})^{\alpha_2}(\text{as}_{ht})^{\alpha_3}(\text{adm}_{ht})^{\alpha_4}(\text{tech}_{ht})^{\alpha_5}(\text{lit}_{ht})^{\beta}$$

Donde, A = constante de la ecuación; med = Número de médicos; inf = número de enfermeros; as = Técnicos paramédicos; adm = personal administrativo; tech = personal médico-técnico; y lit = número de camas.

Como puede observarse, un modelo de este tipo podría calcularse en Chile a partir de las estimaciones de costes sea basándose en los GRD o en las canastas de Grupos de Prestaciones Principales en el caso del Programa GES.⁷ Esta evaluación de costos podría cruzarse con los datos que por ley deben proporcionar las cuentas anuales de los establecimientos autogestionados en red (MINSAL 2016).

⁷ Ver en publicaciones <http://desal.minsal.cl/>. Estudio Verificación del Costo Esperado Individual Promedio por Beneficiario del Conjunto Priorizado de Problemas de Salud con Garantías Explícitas (varios años).

3. Modelos no paramétricos: el DEA

El Análisis Envolvente de Datos o DEA es el método más utilizado en las investigaciones que tienen por objeto la comparación de la eficiencia transversal o longitudinal de establecimientos sanitarios.

El DEA se empieza a implementar desde alrededor de 1978 (Charnes, Cooper y Rhodes) pero solo desde los 2000 que se ha generalizado su uso en estudios en diversos grupos de países y regiones. Martín-Rivero (2007), en su estudio sobre la eficiencia productiva en el ámbito universitario, indica que el método DEA ocupa un lugar destacado entre los métodos desarrollados para cuantificar la eficiencia de las instituciones sin fines de lucro. Como principales ventajas del DEA destaca:

- su capacidad de adaptarse a sectores caracterizados por la presencia de múltiples *inputs* y múltiples *outputs*,
- su capacidad de ajustarse a la situación de ausencia de precios,
- la posibilidad de expresar los *inputs* y los *outputs* en unidades de medida diferentes y
- la posibilidad de evitar la imposición de una forma funcional determinada para la función de producción.

En la literatura ha quedado claro que la metodología ha permitido usar muy variados *inputs* y *outputs* en las mediciones. No obstante, las bondades que permiten sostener el uso del DEA (en cuanto a flexibilidad especialmente) no dan necesariamente cuenta de una mejor respuesta al usar DEA con respecto a otras técnicas que también buscan estimar fronteras de eficiencia. En efecto, el estudio de Chirikos y Sear (2000), que hace una minuciosa comparación de los resultados de eficiencia para los hospitales de Florida en Estados Unidos, concluye que no hay correlación significativa en los resultados entre DEA y Análisis de frontera estocástica (regresiones). Esto significa que los resultados divergen y que podrían generarse confusiones en los tomadores de decisión.

En este acápite se explicitan los conceptos necesarios para comprender el sentido de las aplicaciones del modelo DEA. Se han evitado las explicaciones y demostraciones matemáticas que, en todo caso, pueden ser revisadas en las publicaciones especializadas, por ejemplo, Coelli (2008); Tone (2001).

i. El Análisis Envolvente de Datos (DEA) es una técnica no-paramétrica, determinista, que recurre a la programación matemática:

- **Envolvente** porque su objeto es encontrar fronteras de eficiencia o de “mejores prácticas en el uso de recursos” que envuelven al resto de las unidades de decisión a partir de los propios datos de insumos y productos que proporciona la muestra.

- **(No) paramétrica** porque (no) establece alguna relación funcional ex-ante entre los datos de insumos y productos que componen la ecuación.
- **Determinista** porque no se especifica de forma diferenciada el ruido aleatorio, y cualquier perturbación que lleve a las entidades fuera de la frontera. Las estimaciones no determinísticas (estocásticas), al considerar una perturbación con media cero, permiten obtener únicamente lo que podría considerarse el comportamiento medio de las entidades estudiadas, pero en ningún caso el comportamiento eficiente, es decir, la frontera de producción.
- El DEA usa **programación matemática** (sistemas duales) a diferencia de los métodos econométricos que usan aproximaciones estadísticas.

ii. Caracterización de los modelos DEA

Los modelos DEA pueden ser clasificados en función de:

a) El tipo de medida de eficiencia que proporcionan: modelos radiales y no radiales.

Los modelos radiales miden la máxima reducción equiproporcional de todos los *inputs* que sería compatible con un mismo nivel de producción o, alternativamente, el mayor aumento equiproporcional en los productos que podría obtenerse empleando los factores en la misma cantidad. Es decir, contemplan aumentos de los *outputs* o reducciones de los *inputs*, pero todos ellos en la misma proporción.

Por su parte, los modelos no radiales en DEA no siguen el supuesto de cambios equiproporcionales en los *inputs* o *outputs* (lo cual es más cercano a la realidad de las funciones de producción de los hospitales o de las empresas en general), son invariantes a la unidad de medida y pueden considerar las holguras en la eficiencia.

Los modelos radiales son los más usados, pero entre los no radiales se destacan los modelos basados en holguras (Zhu, 1996; Tone, 2002; Chen 2003). Los índices de Malmquist (Malmquist, 1953) permiten medir niveles de productividad en vez de eficiencia. En este sentido, la productividad representaría la evolución de la eficiencia relativa de cada unidad a lo largo del tiempo.

b) La orientación del modelo: *input* orientado, *output* orientado o *input-output* orientado.

- **Input orientado**: buscan, dado el nivel de *outputs*, la máxima reducción proporcional en el vector de *inputs* mientras permanece en la frontera de posibilidades de producción. Una unidad no es eficiente si es posible disminuir cualquier *input* sin alterar sus *outputs*.

- **Output orientado:** buscan, dado el nivel de *inputs*, el máximo incremento proporcional de los *outputs* permaneciendo dentro de la frontera de posibilidades de producción. En este sentido, una unidad no puede ser caracterizada como eficiente si es posible incrementar cualquier *output* sin incrementar ningún *input* y sin disminuir ningún otro *output*.
- **Input-output orientado:** consideran variaciones, ya sea en los *inputs* o en los *outputs*, sin las restricciones de los modelos anteriores o permitiendo la maximización simultánea de ambas funciones.

c) La tipología de los rendimientos a escala que caracterizan la tecnología de producción.

La tecnología de producción se entiende como la forma (procedimientos técnicos) en que los factores productivos (*inputs*) son combinados para obtener un conjunto de productos (*outputs*), de tal forma que esa combinación de factores puede caracterizarse por la existencia de rendimientos a escala: constantes o variables.

Existe un modelo básico DEA CCR (por las siglas de sus autores, que considera rendimientos constantes, minimización de *input*, modelo fraccional) creado por Charnes et al. (1978), a partir del cual se han ido introduciendo variaciones de diferentes tipos, tales como:

- Transformación a modelo lineal y no fraccional
- La formulación original fue modificada más tarde por los propios Charnes et al (1979) con el fin de que las ponderaciones alcanzaran valores estrictamente positivos
- Modelo BCC debido a Banker, Charnes y Cooper (1984), incorpora la posibilidad de ineficiencias debidas a la escala. En estos modelos, en el cálculo del ratio de eficiencia θ , la constante es nula si los rendimientos son constantes, positiva si son decrecientes y negativa si son crecientes
- Modelos aditivos: maximizan *output* y minimizan *input* al mismo tiempo, evitando tener que escoger la orientación
- Modelos multiplicativos: permiten concavidades en una zona de la frontera y no concavidades en otras
- Modelos con variables no discrecionales (*inputs* no controlables o fijos)
- En función de si se admiten datos negativos, hay modelos DEA semipositivos (datos no negativos y al menos un positivo), y libres, que admiten todo tipo de datos
- Modelos de eficiencia técnica o mix: se refieren a si miden la eficiencia técnica exclusivamente, o si además añaden las holguras (respectivamente)

iii. Tipos de modelos DEA usados en este estudio⁸

En este estudio se utilizaron modelos aditivos, es decir, aquellos que maximizan *output* y minimizan *input* al mismo tiempo, evitando tener que escoger la orientación. Este tipo de modelos han sido desarrollados por los principales autores en la metodología DEA. En el estudio se evaluaron siete modelos: el DEA BCC simple; cinco modelos de tipo “generalizados”⁹ y uno de tipo “local”¹⁰.

La lista de modelos es:

1. DEA: DEA simple (BCC) (Farrel, 1957; Banker et al., 1984). Rendimientos de escala variables.
2. UAM: *Unweighted Additive Measure* (Cooper et al., 2007). Orientado al *input*
3. RAM: *Range Adjusted Measure* (Cooper et al., 1999; 2001).
4. BAM: *Bounded Adjusted Measure* (Cooper et al., 2011).
5. MIP: *Measure of Inefficiency Proportions* (Cooper et al., 1999).
6. LOV: *Lovell-Pastor Measure of efficiency* (Lovell and Pastor, 1995).
7. SBM: *Slacks Based Measure* (Tone, 2001).

El modelo DEA simple no considera las holguras de insumos y productos, mientras que los 5 modelos generalizados difieren en la forma en que se ponderan las holguras de los insumos y del producto para alcanzar la frontera de eficiencia (Soteriades, 2017). De este modo: UAM no las pondera o se les asigna un ponderador trivial de valor 1, RAM las pondera por los rangos de valores en cada indicador, BAM por los menores (mayores) valores observados en los insumos (productos), MIP las pondera por los respectivos valores observados de *inputs* y *outputs* de cada unidad tomadora de decisión, y LOV por las desviaciones estándar de los *inputs* y *outputs*.

SBM, finalmente, no es una medida radial como todos los modelos “generalizados” y se enfoca en minimizar las holguras tal que el resultado puede ser entendido como la multiplicación de la eficiencia en insumos por la eficiencia en productos. Además, el SBM permite trabajar con variables no discrecionales, como *inputs* no controlables que

⁸ Este punto y el siguiente se desprenden de la consultoría realizada por Rubén Castro L. para Minsal-Desal acerca de Modelos de Medición de producción, productividad y equidad en los hospitales públicos de Chile.

⁹ Según Cooper et al. (1999) los modelos de medición de la eficiencia “generalizados” satisfacen 4 propiedades necesarias y otras 2 deseables: (i) los valores del indicador eficiencia están entre 0 y 1; (ii) cuando el valor de una unidad es 0 es completamente ineficiente comparado al resto y cuando el valor es 1, es completamente eficiente; (iii) el modelo es invariante a la unidad de medida en inputs u outputs; (iv) tiene fuerte monotonicidad, que es si se aumenta el valor de cualquiera de los inputs manteniendo constante el resto de las variables, entonces aumentará el puntaje de ineficiencia para un DM ineficiente; (v) el modelo es invariante a la traslación, esto es que se mantiene el valor de eficiencia al sumar o restar una constante a las variables y, (vi) los valores de eficiencia pueden ser utilizados para proporcionar un ranking válido de los rendimientos.

¹⁰ El índice de eficiencia está evaluado en relación a los hospitales aledaños solamente

son muy útiles para las variables de entorno, y es un modelo de eficiencia técnica y de mix ya que añade las holguras.

Los modelos RAM, BAM, MIP, LOV y SBM son “generalizados”. Además, los modelos UAM, RAM, BAM y LOV son invariantes a traslaciones¹¹ lo que facilita su aplicación cuando se tienen valores cero o negativos (Soteriades, 2017).¹²

Si bien existe un desarrollo y una discusión constante en torno a nuevos modelos y adaptaciones, que complica la elección de una metodología en particular, se ha elegido el modelo SBM porque i) es empleado por los principales autores en esta materia y es un modelo muy citado en la literatura; y, ii) provee una medida de eficiencia conceptualmente clara y de fácil interpretación. En el caso de SBM, el indicador de eficiencia se entiende como la multiplicación de la eficiencia en el sentido del insumo por la eficiencia en el sentido del producto.

Para los modelos 2, 3, 4, 5 y 6 se utilizó el paquete *additiveDEA*, versión 1.1, en el programa R, desarrollado por Soteriades (2017). Los resultados del modelo DEA simple o BCC se obtuvieron del paquete *rDEA* del mismo software, versión 1.2-5, desarrollado por Jaak Simm.

En todos los modelos se usan retornos variables a escala, por la diversidad de tamaños de los hospitales y la complejidad no lineal del manejo de sus recursos.

iv. El modelo elegido en este estudio: Slacks Based Measure (SBM)

Se decidió optar por el SBM porque al ser un modelo no radial permite evaluar las holguras en *output* e *input*; permite examinar la situación de los hospitales sin restricciones en los rendimientos, es decir, no presuponen cambios proporcionales de entradas o salidas.

El programa dual reveló que el SBM intenta encontrar la ganancia virtual máxima, a diferencia del modelo CCR que intenta encontrar la proporción máxima de salida virtual sobre la entrada virtual. Hay ejemplos numéricos que demuestran la compatibilidad de SBM con otras medidas y su posible aplicabilidad para fines prácticos (Tone 2001).

Con esta modelización tenemos también en cuenta la posibilidad de que el espacio de producción presente rendimientos de escala constantes (SBM-C) o variables (SBM-V).

¹¹ Esta es especialmente importante cuando se tienen insumos o productos en valor cero, lo cual complica el algoritmo DEA; acá puede sumarse simplemente “1” a todas estas variables para solucionar el problema lo cual no alterará el índice de eficiencia si el modelo tiene la propiedad de ser invariante al traslado.

¹² Fuente: documentación de *additiveDEA*.

Finalmente se justifica la elección del SBM porque en la experimentación previa se encontró pocas diferencias en los resultados de los diferentes modelos lo cual coincide con otros estudios similares. Por ejemplo, Seijas (2009) que hace un estudio sobre hospitales públicos gallegos indica que “se ha comprobado una alta correlación entre los índices CCR con los SBM-C y de los índices BCC con los SBM-V, con índices de Pearson que superan el valor de 0,95, hecho reforzado también por una alta correlación de las ordenaciones de puestos.

v. Los factores contextuales

Esta decisión se relaciona con las posibilidades de incluir en el conjunto de productos e insumos, aquellos factores que escapan al control de los administradores del sistema de salud, pero que afectan su capacidad para lograr sus objetivos. Con respecto al tratamiento de estos factores de entorno, no existe una metodología definitivamente aceptada (CIHI 2014).

Los indicadores de salud que se usan en esta dimensión en otros estudios para complementar el uso del DEA se clasifican en cuatro grupos: comportamientos de salud, condiciones de vida y de trabajo, recursos personales y factores ambientales (CIHI 2012a).

Los indicadores de comportamientos de salud incluyen, entre otras, medidas sobre el tabaquismo, el consumo excesivo de alcohol, la actividad física, el consumo de frutas y hortalizas y el uso de cascos para bicicletas; los indicadores de recursos personales incluyen medidas sobre el sentido de pertenencia a la comunidad y la satisfacción con la vida; y los indicadores de factores ambientales incluyen medidas sobre la exposición al humo de tabaco ajeno y otras fuentes de contaminación.

Esta visión está basada en los determinantes Sociales de la Salud (DSS) que ha sido explicitada en varios modelos. Por ejemplo, Remington et al (2015); Michael Marmot, Jessica J. Allen 2014; Mc Ginnis et al 2002; Bunker et al 1995; CIHI 2012b; King’s Fund 2014.

Estos resultados sugieren que los factores contextuales son importantes. En total, los factores incluidos explican casi el 50% de la variación en las estimaciones de eficiencia. La variación inexplicable del 50% podría deberse en parte a las variaciones en la práctica clínica y en parte a la población o a las características del paciente que no podrían medirse con la varianza no explicada y que podría atribuirse a los DSS (CIHI 2012).

vi. Análisis de holgura (*slacks*) de las variables

El análisis de *slacks* u holguras de los indicadores de *inputs* o *outputs* en los modelos DEA, proporciona la dirección en la cual habrían de mejorarse los niveles de eficiencia

de las llamadas unidades tomadoras de decisión (DMUs). Es así, que un valor *output slack* representa el nivel adicional de *outputs* necesarios para convertir una DMU ineficiente en una DMU eficiente. Asimismo, un valor *input slack* representa las reducciones necesarias de los correspondientes *inputs* para convertir una DMU en eficiente (Lo, et al. 2001). Esta interpretación requiere flexibilidad porque, en realidad, los gestores mal podrían “devolver camas” o “despedir personal” si es evidente que hay demanda insatisfecha, más bien, la interpretación es el mejor uso de los días-cama o las horas-personal. Asimismo, es igualmente satisfactorio aumentar los *outputs*. Se debe notar que el modelo entrega órdenes de magnitud cuantitativos, pero no reemplaza la lógica de la gestión.

vii. Ventajas y desventajas del modelo DEA

a) Ventajas

Dentro de las ventajas que tienen los modelos de frontera en su instrumentación se pueden mencionar los siguientes:

- Es la técnica que mayor información produce a partir de los datos de entrada y salida. Aporta información útil para la gestión (grupos de comparación, seguimiento de objetivos).
- Los requerimientos de información son menos complejos que en especificaciones que requieren costos, tanto en las entradas como en las salidas.
- Da la posibilidad de utilizar múltiples productos e insumos, al mismo tiempo que permite la introducción de insumos discrecionales y variables de contexto o de entorno y la generalización del modelo para incorporar la opinión de expertos.
- Evita o reduce los errores de especificación (Omisión de variables relevantes, inclusión de variables irrelevantes, errores en la forma funcional del modelo).
- Los modelos DEA emplean una medición radial que permite tener una interpretación directa del efecto que tiene la eliminación de la ineficiencia técnica sobre costos e ingresos, respectivamente.
- Es conceptualmente fácil de entender y su estructura matemática no requiere fundamentos más allá de la programación lineal.
- Puede ayudar a construir la información que requiere la técnica de Cobb-Douglas o la translogarítmica, proporcionando a éstas los datos puntuales de la frontera eficiente y acercar así el ajuste de una función de producción a su

concepto teórico: proveer de la máxima salida potencial que una empresa o conjunto de empresas es capaz de producir con un insumo dado.

- Los modelos DEA tienen la ventaja adicional de que brindan la versión dual del problema.
- Permite asumir rendimientos variables a escala y medir la eficiencia de escala, lo cual no es posible con los métodos paramétricos (Ortún et al 1999).

b) Desventajas

- El carácter determinístico de la medición.¹³
- El número de empresas catalogadas como eficientes es sensible al número de insumos y/o productos empleados en la estimación.
- Complicación de obtener un análisis de sensibilidad del modelo.
- Extensión del análisis de indicadores.
- Alta influencia en la frontera de pertenencia a los grupos de comparación.

viii. La segunda etapa en el análisis de eficiencia con DEA

Luego de establecerse el ranking de eficiencia con DEA (etapa 1), mediante una regresión se transforma el valor del ranking en la variable Y de la ecuación siguiente. Esto es el análisis de segunda etapa para identificar factores relacionados con la eficiencia, mediante un modelo transversal de regresión lineal multinivel de efectos fijos (Spinks, J. y Hollingsworth, B. 2005).

$$Y = \alpha_0 + \sum \alpha_i X_i$$

en que X_i son las variables explicativas de la ineficiencia. Estas se pueden clasificar según su origen en:

- De costos: precios de la mano de obra, del capital o de los insumos. Por ejemplo, puede usarse como factor explicativo el ratio compras externas/ presupuesto total.
- De gestión: en el uso de los recursos, en los procesos, o en los desperdicios de recursos. Por ejemplo, un ratio enfermeras/ médico (ajustado por horas); las tasas de readmisión; y/o las duraciones de las estadías.

¹³ Es el carácter no estocástico del modelo, es decir, no contempla la existencia de azar o incertidumbre en el proceso. En cambio, los modelos econométricos siempre tienen un margen para incorporar en los algoritmos a los elementos aleatorios.

- Contextuales o de entorno (los determinantes sociales de la salud). Aquí puede probarse con algún indicador de pobreza o de desigualdad.

Se conoce, en todo caso que esta metodología ha sido criticada con el argumento de que las estimaciones de eficiencia ingresadas como variables dependientes en la segunda etapa están "correlacionadas en serie" y, por lo tanto, violan los supuestos de regresión convencionales (Smith y Street 2005). Sin embargo, este segundo paso tiene la ventaja que pondera los impactos de las variables o factores explicativos sobre el indicador de eficiencia lo cual es muy útil para los gestores. Es importante destacar que la "correlación en serie" ocurre cuando se mide la eficiencia entre varios años, en nuestro caso mediremos sólo un año. En particular, para medir la "correlación serial" se utiliza el test de Wooldridge. También, es posible utilizar test estadísticos para validar el efecto de los errores de la regresión que se expondrán más adelante.

Por otra parte, Simar y Wilson (2007) define como "correlación serial" a la correlación entre variables de dos fases distintas y que responden a un mismo fenómeno. Esto depende de las variables incluidas en la regresión. Más adelante expondremos que no hayamos variables asociadas a los determinantes sociales que fuesen estadísticamente significativas. De tal forma, en este estudio no hay presencia de dicho problema.

PARTE II

Capítulo V.- ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

1. Criterios finales para la selección de variables indicadores y el modelo

Al considerar que los modelos DEA con sus diversas variantes resultan los más adecuados para un estudio de eficiencia comparativa, es necesario reflexionar en términos los *output-input* que definitivamente se utilizarán en el modelo para ser consistente con éste.

RECUADRO 5: Inputs y outputs de mayor uso en la evidencia nacional e internacional

De las revisiones sistemáticas y los estudios aplicados con DEA que se han examinado se concluye que las variables o indicadores de mayor uso para *inputs* y *outputs* son:

a) Uso de *inputs* sanitarios

- Número de camas (como representación de capital)
- Número de médicos (especialistas o generalistas)
- Número de personal sanitario diferente a los médicos
- Número de otro personal

b) Uso de *inputs* contextuales (de entorno o DSS) no hay referencias suficientes porque cada país puede tener especificidades concretas

c) Uso de *outputs*

- Años de Vida Potencialmente Perdidos
- Egresos hospitalarios (según tipos)
- Día de estadía
- Reingresos hospitalarios

Luego de la revisión de la literatura realizada en la primera parte de este documento, se ha verificado que existen modelos que incorporan directamente entre los *inputs* a variables de entorno muy próximas a los determinantes sociales de la salud (por ejemplo, CIHI 2014).

En este estudio se optó por comparar un modelo tradicional (sin variable contextual) con un modelo base¹⁴, que incluye una variable contextual incorporada como *input* en el modelo de producción. En DEA, esto significa que aquellos que operan en los entornos más adversos ganarán en puntuación de eficiencia.

¹⁴ Llamado así porque es desde este segundo modelo que se extraen los cálculos relevantes de este trabajo.

2. Etapas en el desarrollo del modelo DEA

El desarrollo y evaluación del modelo DEA involucra dos etapas:

2.1. Especificación del modelo

En esta etapa se establecen las variables que se incluirán en el modelo de eficiencia y la relación que existe entre ellas. Esta primera etapa depende fundamentalmente del conocimiento teórico sobre el fenómeno por abordar y que ha sido explicitada en los capítulos anteriores.

En este estudio se trabaja, en términos de los indicadores a utilizar, con dos modelos: el que se ha denominado Modelo Tradicional el cual incorpora *inputs* y *outputs* de la función de producción hospitalaria que se considera que están bajo el control de la gestión del hospital; y el Modelo Base el que, además de los *inputs* y *outputs* del Modelo Tradicional, incorpora como *input* indicador(es) que representa(n) el contexto o entorno en el cual opera cada hospital. Si bien el entorno puede escapar del control de los administradores sanitarios, afectan el proceso productivo y la capacidad de lograr los objetivos hospitalarios.

Se optó, luego de numerosas pruebas, por usar los siguientes *output* e *inputs* en el modelo tradicional (ver descripción de los indicadores en cuadro 15).

$$\text{Output egresos} = \sum_h ((\text{GRD}_h * \text{PesoMedio GRD}_h) + (\text{CMA}_h * \text{PesoMedio CMA}_h))$$

$$\text{Inputs} = \sum_h \text{Dot.Camas}_h + \sum_h \text{NProfMeds}_h * \text{ATCerrada}_h + \sum_h \text{GastoSubt22}_h * \text{ATCerrada}_h$$

El subíndice *h* (hospital) es para indicar que cada valor se calcula para cada uno de los 62 hospitales incluidos en el estudio.

El *output* debe cubrir las actividades esenciales y que caracterizan a la unidad que se examina, en este caso el hospital. Por ello, está constituido por la suma de los egresos con hospitalización y las cirugías mayores ambulatorias que se definen en cuadro 15.

CUADRO 15: DESCRIPCIÓN DE LOS INDICADORES INCLUIDOS EN EL MODELO DE EFICIENCIA TRADICIONAL			
Indicadores	Nombre	Descripción	Fuente
Relacionadas al Output	Egresos GRD	Es el número de hospitalizaciones de pacientes que ocuparon una cama del hospital.	Sistema IR-GRD 2015
	Peso Medio GRD	Indicador de complejidad de la casuística, se obtiene con la suma de todos los pesos relativos de los GRD dividido por el número de egresos. Los pesos relativos son la representación del costo previsible de cada GRD respecto al costo medio de todos los pacientes de hospitalización.	Sistema IR-GRD 2015
	Cirugía Mayor Ambulatoria (CMA) (a)	Número de actos quirúrgicos mayores con estadía menor o igual a 12 horas en sala de recuperación u otra dependencia en el hospital <i>h</i> .	REM BS DEIS 2015
	Peso Medio CMA	Es el indicador de complejidad de la casuística de CMA y se obtiene con la suma de todos los pesos relativos de los CMA dividido por el número de egresos CMA. Los pesos relativos son la representación del costo previsible de cada CMA respecto al costo medio de todos los pacientes CMA.	Sistema IR-GRD 2015
Relacionadas a los Inputs	Dot. Camas	Dotación de camas por hospital: “son las camas asignadas al establecimiento por la autoridad competente, instaladas y dispuestas las 24 horas del día para la hospitalización de pacientes, que funcionan regularmente en períodos de actividad normal, excluyendo fluctuaciones temporales, es decir camas que se agregan o que se quitan por períodos cortos de tiempo”.	DEIS 2015 (b)
	NProfMeds	Nº de profesionales médicos: es el número de jornadas equivalentes a 44 horas de los médicos bajo la ley 19.664 en cada hospital.	SIRH 2015
	GastoSubt22 (c)	Gasto en subtítulo 22: son los gastos por adquisiciones de bienes y servicios de consumo por hospital según definiciones del presupuesto de la Nación en millones de pesos chilenos.	SIGFE 2015
	At. Cerrada	Atención cerrada: proporción del gasto en hospitalización y cirugía mayor ambulatoria sobre el Gasto total del hospital.	WINSIG 2015

Abreviaciones: GRD: Grupos relacionados por diagnóstico; DEIS: Departamento de Estadísticas e Información Sanitaria del MINSAL; SIRH: Sistema de Información de Recursos Humanos del MINSAL; SIGFE; Sistema de Información para la Gestión Financiera del Estado; WINSIG: versión para Windows del Sistema de Información Gerencial del MINSAL.

(a) El método de clasificación de los IR-GRD tiene una unidad de medida que permite relacionar los procedimientos con hospitalización con los de cirugía mayor ambulatoria (Casas y Mattioni s/f).

(b) <http://deis.minsal.cl/deis/NOTAS%20TECNICAS%20REM-20.htm>

(c) El Subtítulo 22 Bienes y Servicios de Consumo incluye: Bienes: 01 Alimentos y Bebidas; 02 Textiles, Vestuario y Calzado; 03 Combustibles y Lubricantes; 04 Materiales de Uso o Consumo; y Servicios: 05 Servicios Básicos; 06 Mantenimiento y reparaciones; 07 Publicidad y difusión; 08 Servicios Generales; 09 Arriendos; 10 Servicios Financieros y Seguros; 11 Servicios Técnicos y Profesionales; 12 Otros gastos.

Para el índice de complejidad se aplican las tablas de complejidad de Minsal (en términos de una explicación del concepto de complejidad del *case mix* ver recuadro siguiente).

RECUADRO 6: Concepto de “complejidad del case mix”

El concepto de “complejidad de la casuística” parece muy sencillo a primera vista. Sin embargo, los médicos, los directivos de hospitales y los responsables de la Administración sanitaria han asociado distintos significados a este concepto, dependiendo de sus experiencias previas y sus objetivos. El término de complejidad del *case mix* se ha utilizado para referirse a un conjunto interrelacionado, pero bien distinto de atributos de los pacientes que incluyen la gravedad de la enfermedad, su pronóstico, dificultad de tratamiento, necesidad de actuación médica e intensidad de consumo de recursos. Cada uno de estos atributos tiene un significado muy preciso que describe un aspecto particular del *case mix* de un hospital.

La gravedad de la enfermedad se refiere al nivel relativo de pérdida de función y/o índice de mortalidad de los pacientes con una enfermedad determinada.

El pronóstico se refiere a la evolución probable de una enfermedad, incluyendo la posibilidad de mejoría o deterioro de la gravedad de la misma, las posibilidades de recaída y la estimación del tiempo de supervivencia.

La dificultad de tratamiento hace referencia a los problemas de atención médica que representan los pacientes que padecen una enfermedad en particular. Dichos problemas de tratamiento se asocian a enfermedades sin un patrón sintomático claro, enfermedades que requieren procedimientos sofisticados y técnicamente difíciles, y enfermedades que necesitan de un seguimiento y supervisión continuados.

Necesidad de actuación médica se refiere a las consecuencias en términos de gravedad de la enfermedad que podrían derivarse de la falta de una atención médica inmediata o continuada.

Intensidad de los recursos se refiere al número y tipos de servicios diagnósticos, terapéuticos y de enfermería utilizados en el tratamiento de una enfermedad determinada.

Cuando los médicos utilizan el concepto “complejidad de la casuística”, se están refiriendo a uno o a varios aspectos de la complejidad clínica. Para los médicos, una mayor complejidad del *case mix* significa una mayor gravedad de la enfermedad, mayor dificultad de tratamiento, peor pronóstico o una mayor necesidad de actuación asistencial. Por lo tanto, desde un punto de vista médico, la complejidad del *case mix* hace referencia a la situación de los pacientes tratados y a la dificultad del tratamiento asociada a la asistencia médica.

Por otro lado, los directivos de hospitales y los responsables de la Administración sanitaria suelen utilizar el concepto de complejidad del *case mix* para indicar que los pacientes tratados precisan de más recursos, lo que se traduce en un coste más alto de la asistencia médica. Por lo tanto, desde el punto de vista de los directivos y administradores, la complejidad del *case mix* refleja la demanda de consumo de recursos que el paciente hace a una institución.

Si bien estas dos interpretaciones de la complejidad del *case mix* están a menudo muy relacionadas, pueden llegar a ser muy distintas para determinado tipo de pacientes. Por ejemplo, los pacientes afectados por una neoplasia en fase terminal están gravemente enfermos y tienen un mal pronóstico, pero precisan de pocos recursos hospitalarios más allá de unos cuidados de enfermería básicos. Ningún sistema de medición de la complejidad del *case mix* puede ser totalmente eficaz a la hora de considerar todos los diferentes aspectos

de la complejidad de la casuística.

En tiempos pasados ha habido confusión con respecto al uso e interpretación de los GRD puesto que el aspecto de la complejidad del *case mix* medido por los GRD no se había entendido bien. La finalidad de los GRD es relacionar la casuística del hospital con la demanda de recursos y costes asociados incurridos por el hospital. Por lo tanto, un hospital que tenga una casuística más compleja, desde el punto de vista de los GRD, significa que el hospital trata a pacientes que precisan de más recursos hospitalarios, pero no necesariamente que el hospital trate pacientes con enfermedades más graves, con mayor dificultad de tratamiento, de peor pronóstico o con una mayor necesidad de actuación médica.

Javier Cabo Salvador en <http://www.gestion-sanitaria.com/grupos-relacionados-diagnostico-GRD.html>

El modelo Tradicional propuesto en este estudio, en general difiere muy poco del modelo de eficiencia estimado en Santelices et al. (2012) que considera como productos los egresos ponderados por el peso relativo de los IR-GRD, y como insumos las camas disponibles, el personal del hospital, y el gasto en bienes y servicios. El Modelo Base (Modelo Tradicional + IDH), como se ha explicado, aporta a la evidencia al incluir un input de variable contextual.

La hipótesis subyacente en esta modelación es que i) los resultados de eficiencia podrían aumentar si se incluye alguna variable que diese cuenta de los gradientes provocados por los determinantes sociales tal como se demostró en el documento de Minsal-Desal (2018) en que la situación de los estados de salud de los individuos estaba ampliamente correlacionada con el nivel socioeconómico (NSE) de las comunas ($R^2 = 0,92$); y, ii) los hospitales con mayor proporción de pacientes de las comunas de menor NSE se verían perjudicados en el ranking de eficiencia al compararse con hospitales con menor proporción de pacientes residentes en dichas comunas.

En esta perspectiva se probaron dos mediciones comunales de variable contextual: el determinante social en salud de Nivel Socioeconómico estimado en MINSAL-DESAL (2018), usando datos de la encuesta de hogares de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2015; y el Índice de Desarrollo Humano comunal (IDHc) que estima el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) también con valores de la CASEN 2015. La variable contextual para cada hospital está calculada por el peso ponderado del valor NSE o IDH asignado a cada paciente egresado según el domicilio declarado.

El estudio MINSAL-DESAL 2018, realiza una medición cuantitativa del peso que los determinantes sociales de la salud (DSS) tienen sobre el estado de salud de los individuos en Chile. Basado en modelos de ecuaciones estructurales, el estudio concluyó que el NSE actuaba como principal determinante social de la salud de los individuos.

La variable latente Nivel Socio-Económico (NSE) se construyó a partir de las variables observadas de la CASEN 2015: ocupación; nivel educacional actual; decil autónomo; categoría ocupacional y sistema previsional.

De su parte, el IDH es una construcción a partir de las siguientes variables:

- Salud (Tasa de Años de Vida Potencial Perdidos (AVPP) * 1.000 habitantes),
- Educación (Alfabetismo de adultos (25 años y más) + Media de escolaridad (25 años y más) + Cobertura educacional)
- Ingresos (Promedio del ingreso per cápita de los hogares, ajustado + Promedio del ingreso per cápita de los hogares, corregido por pobreza)

En el documento de MINSAL-DESAL (2018), se puso en evidencia que el estado de salud promedio de las personas que pertenecen a una comuna está correlacionado con el nivel socioeconómico de las comunas ($R^2 = 0,92$) y éste con el Índice comunal de Desarrollo Humano del PNUD (IDH) con un coeficiente Pearson de 0,9.

Finalmente, cabe señalar que también se hicieron pruebas tomando como variable contextual un indicador asociado a la pobreza de los pacientes, contemplando la proporción de pacientes que son beneficiarios del Fondo Nacional de Salud (FONASA) y se clasifican como indigentes o carentes de recursos (tramo A) sobre el Total de pacientes, lo cual no arrojó resultados significativos.

Se escogió además que la variable contextual actúe como insumo fijo, es decir, no está sujeta a holguras en los cálculos del programa. La razón es que ni las autoridades sanitarias ni los responsables de la gestión hospitalaria podrían de por sí cambiar esos valores.

2.2. Identificación del modelo

Esta etapa consistió en examinar si se contaba con la cantidad suficiente de información para contrastar el modelo. El modelo inicialmente buscaba evaluar los establecimientos hospitalarios públicos del país. A la luz de las variables seleccionadas, en particular, la necesidad de encontrar un *output* homogéneo se consideró que era imprescindible usar los hospitales que dispusiesen de GRD. Al año 2015, 62 hospitales habían incorporado a un 100% de sus egresos hospitalarios, clasificaciones para cada caso en base al sistema Grupos Relacionados a Diagnóstico (MINSAL-DESAL 2016).

En definitiva, este estudio con datos de 2015 incorpora 62 hospitales del país (de un total de 197) representando el 81% de los egresos hospitalarios del sector público (Sistema Nacional de Servicios de Salud) y 52%, del total del país; el 91% de la cirugía mayor ambulatoria pública y 72% del total del país; el 75,2% de las horas médicas por Ley 19.664; el 87,8% del gasto de adquisiciones de bienes y servicios de consumo de

los hospitales públicos (Subtítulo 22); y el 75% de la dotación de camas del sector público.

CUADRO 16: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS VARIABLES DEL MODELO TRADICIONAL Y BASE								
	Nombre variable	Muestra	Total	Mín.	Máx.	Media	Desv. Est.	Error típico
OUTPUT	<i>Egresos GRD_h</i>	62	861.457	3.797	40.327	13.894	0,59	0,07
	<i>Peso Medio GRD_h</i>	62	-	0,57	1,73	0,84	0,27	0,03
	<i>CMA_h</i>	62	112.717	-	7.468	1.818	0,87	0,11
	<i>Peso Medio CMA GRD_h</i>	62	-	-	1,17	0,45	0,39	0,05
INPUTS	<i>Dot. CamasDEIS_h</i>	62	19.511	85	877	315	0,60	0,08
	<i>NProfMeds_h</i>	62	4.966	10	223	80	0,66	0,08
	<i>Gasto Subt. 22_h</i>	62	967.892	1.263	46.689	15.611	0,77	0,10
	<i>τAt. Cerrada_h</i>	62	-	0,42	0,86	0,59	0,15	0,02

Capítulo VI.- PRINCIPALES RESULTADOS DEL MODELO DEA (etapa 1)

1. Comparación Modelo Tradicional y Modelo Base con variable contextual sobre la eficiencia

1.1. Resultados de DEA con y sin variable contextual

Usando como base de cálculo el modelo DEA-SBM, se estimaron el Modelo Tradicional (sin variable contextual (vc)) y el Modelo Base (con vc), cuyos resultados de eficiencia se observan en el cuadro 17. Cabe notar que los valores del índice de eficiencia pueden variar entre 0 (absolutamente ineficiente) a 1 valor que sitúa al establecimiento en la frontera de eficiencia. En el Modelo Tradicional se observa que 11 hospitales o 18% de la muestra de este estudio alcanzan la frontera de eficiencia, mientras que al incorporar la variable contextual con el Modelo Base, 15 hospitales (24%) se ubican en ella alcanzando un índice de eficiencia de 1. Asimismo, el valor promedio de eficiencia fue de 0,769 con el Modelo Tradicional y de 0,788 con el Modelo Base, lo que sugiere un margen de alrededor de 21%-23% para mejorar en el sistema.

CUADRO 17: RESULTADOS DE EFICIENCIA DE LOS MODELOS TRADICIONAL Y BASE

Nombre del Establecimiento	Modelo Tradicional (sin vc) (1)	Moldelo Base (con vc = IDH) (2)
Hospital Dr. Juan Noé Crevanni (Arica)	0,891	0,891
Hospital Dr. Ernesto Torres Galdames (Iquique)	0,648	0,648
Hospital Dr. Leonardo Guzmán (Antofagasta)	0,780	0,794
Hospital Dr. Carlos Cisternas (Calama)	0,588	0,590
Hospital San José del Carmen (Copiapó)	0,451	0,460
Hospital Provincial del Huasco Monseñor Fernando Ariztía Ruiz (Vallenar)	0,686	0,686
Hospital San Juan de Dios (La Serena)	0,858	0,858
Hospital San Pablo (Coquimbo)	0,781	0,781
Hospital Dr. Antonio Tirado Lanús (Ovalle)	0,703	0,725
Hospital Carlos Van Buren (Valparaíso)	0,888	0,888
Hospital Dr. Eduardo Pereira Ramírez (Valparaíso)	0,580	0,591
Hospital Claudio Vicuña (San Antonio)	1,000	1,000
Hospital Dr. Gustavo Fricke (Viña del Mar)	1,000	1,000
Hospital San Martín (Quillota)	0,750	0,758
Hospital de Quilpué	0,688	0,700
Hospital de San Camilo (San Felipe)	0,869	0,887
Hospital San Juan de Dios (Los Andes)	0,902	0,929
Complejo Hospitalario San José (Santiago, Independencia)	0,910	0,919
Hospital Clínico de Niños Dr. Roberto del Río (Santiago, Independencia)	0,666	0,673
Hospital San Juan de Dios (Santiago, Santiago)	0,699	0,699
Hospital Dr. Félix Bulnes Cerda (Santiago, Quinta Normal)	0,638	0,638
Hospital Adalberto Steeger (Talagante)	0,726	0,743
Hospital San José (Melipilla)	0,677	0,692
Hospital Clínico San Borja-Arriarán (Santiago, Santiago)	0,483	0,483
Hospital de Urgencia Asistencia Pública Dr. Alejandro del Río (Santiago, Santiago)	0,654	0,666
Hospital Dr. Luis Tisné B (Santiago, Peñalolén)	0,775	0,775
Hospital de Niños Dr Luis Calvo Mackenna (Santiago, Providencia)	1,000	1,000
Hospital Barros Luco Trudeau (Santiago, San Miguel)	0,754	0,754
Hospital Dr. Exequiel González Cortés (Santiago, San Miguel)	1,000	1,000
Hospital San Luis (Buin)	1,000	1,000

Establecimiento	Tradicional (sin vc) (1)	Base (con vc = IDH) (2)
Hospital El Pino (Santiago, San Bernardo)	0,996	0,996
Hospital Clínico Metropolitano La Florida	0,347	0,347
Hospital Regional de Rancagua	0,658	0,680
Hospital San Juan de Dios (San Fernando)	0,781	0,828
Hospital de Santa Cruz	1,000	1,000
Hospital San Juan de Dios (Curicó)	0,906	0,917
Hospital Dr. César Garavagno Burotto (Talca)	0,708	0,708
Hospital Presidente Carlos Ibáñez del Campo (Linares)	1,000	1,000
Hospital San José (Parral)	1,000	1,000
Hospital Clínico Herminda Martín (Chillán)	0,875	0,875
Hospital de San Carlos	0,974	1,000
Hospital Clínico Regional Dr. Guillermo Grant Benavente (Concepción)	1,000	1,000
Hospital San José (Coronel)	0,748	0,777
Hospital Las Higueras (Talcahuano)	0,822	1,000
Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena (Temuco)	0,925	1,000
Hospital de Intercultura (Nueva Imperial)	0,477	1,000
Hospital Clínico Regional (Valdivia)	0,739	0,746
Hospital Base de Osorno	0,756	0,756
Hospital de Puerto Montt	0,736	0,737
Hospital Dr. Lautaro Navarro Avaria (Punta Arenas)	0,646	0,646
Hospital Provincial Dr. Rafael Avaria (Curanilahue)	0,654	0,664
Hospital San José (Victoria)	0,587	0,611
Hospital de Castro	0,763	0,774
Hospital Del Salvador (Santiago, Providencia)	0,655	0,655
Complejo Hospitalario Dr. Sótero del Río (Santiago, Puente Alto)	1,000	1,000
Hospital Clínico Metropolitano El Carmen Doctor Luis Valentín Ferrada	0,613	0,613
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y Cirugía Torácica	0,590	0,594
Instituto de Neurocirugía Dr. Alfonso Asenjo	1,000	1,000
Hospital Padre Alberto Hurtado (San Ramón)	0,584	0,584
Complejo Asistencial Dr. Víctor Ríos Ruiz (Los Ángeles)	0,805	0,805
Hospital Regional (Coihaique)	0,592	0,617
Hospital Dr. Mauricio Heyermann (Angol)	0,685	0,711

Nombre del Modelo Modelo

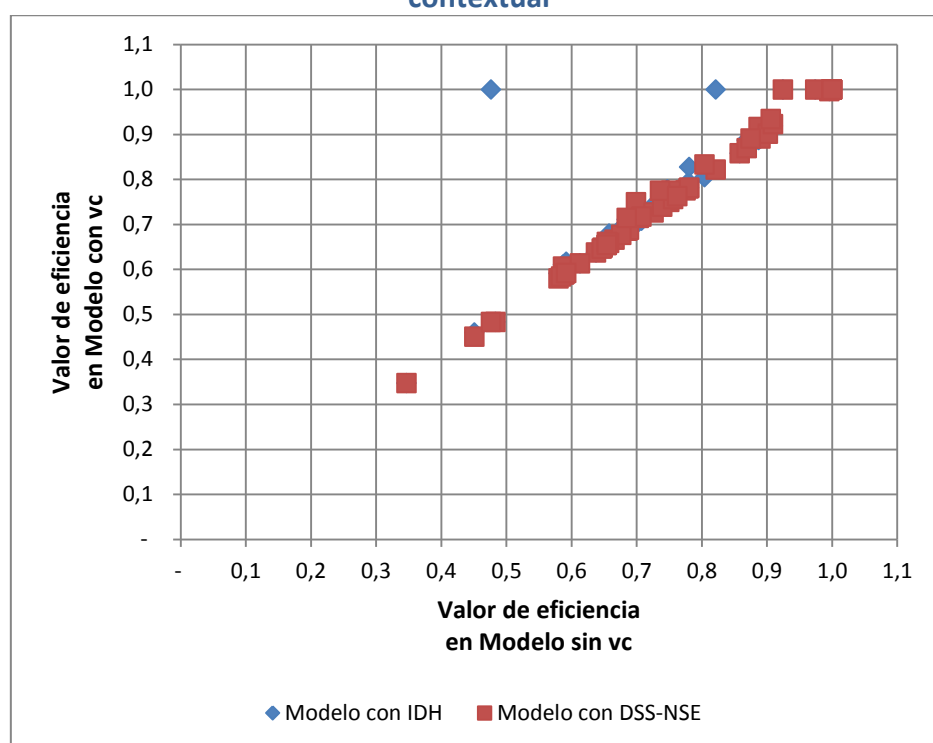
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se procedió a comparar los resultados del Modelo Tradicional (sin variable contextual) con los resultados del Modelo Base considerando dos escenarios: el primero que incluye como *input* a la variable contextual IDH y el segundo que incluye a la variable NSE-DSS¹⁵. El promedio de eficiencia de cada uno de los modelos se observa en el cuadro 18.

CUADRO 18: RESULTADOS DE INDICADORES DE EFICIENCIA PROMEDIO SEGÚN TIPO DE MODELO DEA-SBM ESTIMADO		
Descripción Modelo	Promedio	Desviación Estándar
Modelo Tradicional sin variable contextual	0,769	21,2%
Modelo Base con variable contextual no controlable IDH	0,788	20,7%
Modelo Base con variable contextual no controlable NSE-DSS	0,775	21,2%

Fuente: elaboración propia

GRAFICO 1: Resultados comparados de la eficiencia en modelos con y sin variable contextual



Intuitivamente, si no hubiese ningún efecto de la variable contextual ya sea incorporándola al modelo como *input* IDH o *input* NSE-DSS, los puntos (valores de eficiencia) debiesen situarse exactamente sobre la diagonal del Gráfico 1. Sin embargo,

¹⁵ La hipótesis es que, *caeteris paribus*, atender pacientes con menor nivel socioeconómico o menor IDH es más caro o implica un mayor uso de recursos y por lo tanto sería menos eficiente en una mirada económica tradicional.

en éste se observa que algunos hospitales “saltan” de manera significativa en su índice de eficiencia, distanciándose de la diagonal.

Al realizar un análisis de medias entre los indicadores de eficiencia de cada modelo, no se obtuvo diferencia significativa en los resultados promedio, pero hay algunos cambios a nivel individual. En efecto, al aplicar el modelo con la variable contextual NSE-DSS se verifica que:

- a) Ningún hospital bajó el índice de eficiencia en relación a los resultados con el modelo tradicional. Por lo tanto, los 11 que eran eficientes (18%) siguen siéndolo y un hospital adicional, el Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena de Temuco, mejora su puntuación alcanzando la frontera de eficiencia.
- b) 14 hospitales (23%) mejoran su evaluación de eficiencia.

Con la variable IDH la situación es similar:

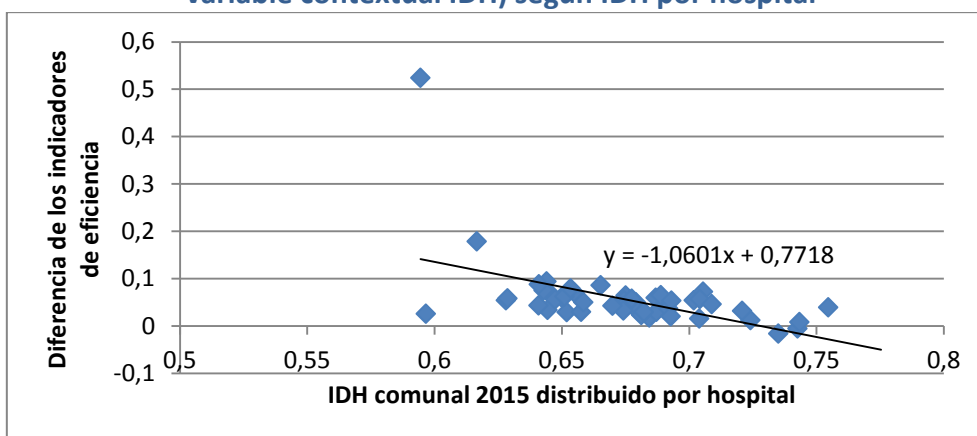
- a) Ningún hospital bajó el índice de eficiencia. Por lo tanto, los 11 que eran eficientes (18%) siguen siéndolo. En este caso, otros cuatro hospitales adicionales, Hospital Intercultural de Nueva Imperial, Hospital de San Carlos, Hospital Las Higueras de Talcahuano y el Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena de Temuco, alcanzan la frontera de eficiencia.
- b) 27 hospitales (44%) mejoran su evaluación de eficiencia.

Llama especialmente la atención el caso del Hospital Intercultural de Nueva Imperial, de la Provincia de Cautín en la zona costera de la Región de La Araucanía, que está inserto en las comunas con los niveles más bajos de estado de salud del país y alta concentración de población mapuche, entre ellas: Puerto Saavedra (lugar 2 de 350 en orden ascendente en estado de salud), Galvarino (lugar 8), Teodoro Schmidt (19), Carahue (51) y Nueva Imperial (52) (MINSAL-DESAL (2018)). Este hospital pasó de un nivel de eficiencia de 0,48 (puesto 60 en el ranking medido sin variable contextual) a la frontera de eficiencia con ella (valor y puesto 1). Asimismo, el hospital de Talcahuano aumenta de 0,82 hasta la frontera.

Estos dos casos están evaluados con el IDH que es más sensible para efectos de cambios que el NSE lo cual se verifica en los coeficientes de asimetría respectivos¹⁶.

¹⁶ La distribución normal tiene una asimetría cero. Cuando el tamaño de la muestra aumenta cualquier población tiende a volverse simétrica. Una asimetría negativa implica que los valores se alejan más de la media a la derecha de la media. En este caso el modelo con IDH tiene un coeficiente de asimetría de (-0,219) y el coeficiente con NSE es de (-0,169) lo que significaría que es más sensible a la desigualdad.

GRAFICO 2: Diferencia de los indicadores de eficiencia (sin variable contextual y con variable contextual IDH) según IDH por hospital



El impacto de la variable contextual se observa en el Gráfico 2. Si no hubiese ningún impacto las diferencias debiesen ser cero y sin pendiente o muy baja. La forma descendente de la curva (signo negativo de X) muestra que el impacto es más notorio en los hospitales que atienden pacientes con menor IDH promedio. En efecto, la relación

$$Y = -1,06X + 0,7718$$

indica que por cada punto de aumento en el IDH inicial (variable X), el impacto de la diferencia se amortigua en un punto (1,06).

Lo que se concluye de esta comparación es que la inclusión de esta variable contextual o social no cambia de manera significativa los promedios del indicador de eficiencia, pero, en cambio, produce cambios trascendentes justamente en los hospitales que tienen una población más sensible a los indicadores de desarrollo humano. Con esto cabe confirmar que los ejercicios con DEA pueden ser muy sensibles y que lo fundamental es buscar explicaciones a los espacios de medida de las eventuales holguras las cuales pueden reducirse al cambiar las variables.

A partir de este análisis se continuó trabajando con el IDH como variable contextual que define la diferencia entre modelo tradicional y modelo base.

1.2. Medición de eficiencia por hospitales

El cuadro 19 da cuenta de los resultados preliminares y los valores de las variables que se incluyeron en el modelo.

CUADRO 19: RESULTADOS DE EFICIENCIA, OUTPUTS E INPUTS DE LOS MODELOS							
Nombre del Establecimiento	Modelo Tradicional	Modelo Base con IDH	Output Egresos	Input Cama	Input NProfMeds *At.Cerr	Input subtt22 *At.Cerr	Input IDH
Hospital Dr. Juan Noé Crevanni (Arica)	0,891	0,891	12620	296	34	7510	0,743
Hospital Dr. Ernesto Torres Galdames (Iquique)	0,648	0,648	13797	427	59	10561	0,673
Hospital Dr. Leonardo Guzmán (Antofagasta)	0,780	0,794	16426	531	57	9686	0,646
Hospital Dr. Carlos Cisternas (Calama)	0,588	0,590	4954	141	26	3068	0,681
Hospital San José del Carmen (Copiapó)	0,451	0,460	7611	298	39	8341	0,687
Hospital Provincial del Huasco (Vallenar)	0,686	0,686	4323	110	13	2613	0,675
Hospital San Juan de Dios (La Serena)	0,858	0,858	12926	284	41	8089	0,684
Hospital San Pablo (Coquimbo)	0,781	0,781	13280	315	47	9245	0,724
Hospital Dr. Antonio Tirado Lanas (Ovalle)	0,704	0,725	6892	191	25	3497	0,675
Hospital Carlos Van Buren (Valparaíso)	0,888	0,888	25174	524	86	17509	0,704
Hospital Dr. Eduardo Pereira Ramírez (Valparaíso)	0,580	0,591	5628	205	21	3283	0,702
Hospital Claudio Vicuña (San Antonio)	1,000	1,000	6475	168	10	2365	0,775
Hospital Dr. Gustavo Fricke (Viña del Mar)	1,000	1,000	26601	445	77	18891	0,673
Hospital San Martín (Quillota)	0,750	0,758	8581	215	27	5462	0,679
Hospital de Quilpué	0,688	0,700	5541	149	25	2627	0,674
Hospital de San Camilo (San Felipe)	0,869	0,887	8894	234	25	3599	0,644
Hospital San Juan de Dios (Los Andes)	0,902	0,930	6739	168	15	2709	0,690
Complejo Hospitalario San José	0,910	0,919	24490	594	69	18025	0,687
Hospital Clínico de Niños Dr. Roberto del Río	0,666	0,673	9505	202	53	6459	0,689
Hospital San Juan de Dios (Santiago, Santiago)	0,699	0,699	24634	593	99	25308	0,678
Hospital Dr. Félix Bulnes Cerda	0,638	0,638	12047	342	49	10935	0,680
Hospital Adalberto Steeger (Talagante)	0,726	0,743	5053	120	17	2792	0,650
Hospital San José (Melipilla)	0,677	0,692	4732	127	18	2480	0,647
Hospital Clínico San Borja-Arriarán	0,483	0,483	20972	569	141	35187	0,705
Hospital de Urgencia Asistencia Pública	0,654	0,666	9405	249	29	10728	0,704
Hospital Dr. Luis Tisné B (Santiago, Peñalolén)	0,775	0,775	13234	329	44	9512	0,681
Hospital de Niños Dr. Luis Calvo Mackenna	1,000	1,000	13438	196	53	12294	0,682
Hospital Barros Luco Trudeau	0,754	0,754	26217	713	103	20428	0,709
Hospital Dr. Exequiel González Cortés	1,000	1,000	8338	126	28	3448	0,712
Hospital San Luis (Buin)	1,000	1,000	3563	102	7	976	0,691
Hospital El Pino (Santiago, San Bernardo)	0,996	0,996	11975	291	30	5197	0,735
Hospital Clínico Metropolitano La Florida	0,347	0,347	8965	391	73	14005	0,755
Hospital Regional de Rancagua	0,658	0,680	19477	487	95	18208	0,644
Hospital San Juan de Dios (San Fernando)	0,781	0,828	6159	171	16	2744	0,655
Hospital de Santa Cruz	1,000	1,000	3790	85	5	1610	0,650
Hospital San Juan de Dios (Curicó)	0,906	0,917	13221	265	45	7375	0,652
Hospital Dr. César Garavagno Burotto (Talca)	0,708	0,708	17838	434	93	13110	0,692
Hospital Presidente C. Ibáñez del Campo (Linares)	1,000	1,000	11524	292	30	3838	0,639
Hospital San José (Parral)	1,000	1,000	2656	102	11	682	0,609
Hospital Clínico Hermina Martín (Chillán)	0,875	0,875	18358	460	62	10577	0,658
Hospital de San Carlos	0,974	1,000	5174	106	14	1962	0,597
Hospital Clínico Regional Dr. G. G. Benavente	1,000	1,000	34851	877	100	22360	0,691
Hospital San José (Coronel)	0,748	0,778	4078	147	15	1263	0,665
Hospital Las Higueras (Talcahuano)	0,822	1,000	18565	424	65	13488	0,617
Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena (Temuco)	0,925	1,000	34562	704	128	27224	0,643
Hospital de Intercultura (Nueva Imperial)	0,477	1,000	3466	135	23	2248	0,595
Hospital Clínico Regional (Valdivia)	0,739	0,746	18722	511	77	13400	0,651
Hospital Base de Osorno	0,756	0,756	14319	378	54	9405	0,682
Hospital de Puerto Montt	0,736	0,737	21484	499	93	17867	0,674
Hospital Dr. Lautaro Navarro Avaria (Punta Arenas)	0,647	0,647	10829	331	41	8183	0,658
Hospital Provincial Dr. Rafael Avaria (Curanilahue)	0,654	0,664	4315	102	27	2274	0,628
Hospital San José (Victoria)	0,587	0,611	5441	176	27	3009	0,629
Hospital de Castro	0,763	0,775	5967	129	27	2817	0,641
Hospital Del Salvador (Santiago, Providencia)	0,655	0,655	15946	391	64	18122	0,693
Complejo Hospitalario Dr. Sótero del Río	1,000	1,000	37310	768	141	23820	0,710
Hospital Clínico Metropolitano El Carmen	0,613	0,613	11927	375	46	11446	0,721
Instituto Nac. de Enf. Respiratorias y C.Torácica	0,590	0,594	7883	176	33	10960	0,693
Instituto de Neurocirugía Dr. Alfonso Asenjo	1,000	1,000	6569	100	25	6574	0,689
Hospital Padre Alberto Hurtado (San Ramón)	0,584	0,584	11930	378	54	10875	0,670
Complejo Asistencial Dr. Víctor Ríos Ruiz	0,805	0,805	19879	516	68	14175	0,743
Hospital Regional (Coihaique)	0,592	0,617	7037	163	40	5421	0,641
Hospital Dr. Mauricio Heyermann (Angol)	0,685	0,711	4749	184	16	1835	0,653
Promedio (P)	0,769	0,788	12598	315	48	9415	0,676
Desviación Estándar (SD)	0,163	0,163	8246	188	33	7501	0,04
Coefficiente de variación (SD/P)	21,2%	20,7%	65,5%	59,7%	68,3%	79,7%	5,3%

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos del cuadro 19 se construyó el cuadro 20 para los hospitales que lograban situarse en la frontera de eficiencia. Cuando no se incluía la variable contextual, 11 de ellos se sitúan en la frontera de eficiencia y 15 cuando se la incluye. Cabe destacar que estos cuatro nuevos hospitales ocupaban justamente los lugares 13 (H. de San Carlos), 14 (H. Dr. H. Henríquez Aravena de Temuco), 23 (H. Las Higueras Talcahuano) y 60 (H. Intercultural de Nueva Imperial) en el ranking anterior, es decir, algunos de ellos ya estaban muy cerca de la frontera de eficiencia al calcularse con el modelo tradicional.

Ahora bien, para reforzar la importancia de la variable contextual, cuando se comparan los resultados del modelo DEA con criterios básicos de productividad se verifican criterios similares de eficiencia media, es decir, los grupos resultan coherentes con ambos criterios. Para ello conviene tener a la vista los datos básicos del cuadro 20.

CUADRO 20: RESULTADOS DE HOSPITALES EN LA FRONTERA DE EFICIENCIA Y DATOS BÁSICOS DE INPUTS Y OUTPUTS						
Nombre del Establecimiento	Modelo Tradicional	Modelo Base con IDH	Output Egresos	Input Cama	Input NProfMeds *At.Cerr	Input sub22 *At.Cerr
Hospital Claudio Vicuña (San Antonio)	1,000	1,000	6475	168	10	2365
Hospital Dr. Gustavo Fricke (Viña del Mar)	1,000	1,000	26601	445	77	18891
Hospital de Niños Dr. Luis Calvo Mackenna	1,000	1,000	13438	196	53	12294
Hospital Dr. Exequiel González Cortés	1,000	1,000	8338	126	28	3448
Hospital San Luis (Buin)	1,000	1,000	3563	102	7	976
Hospital de Santa Cruz	1,000	1,000	3790	85	5	1610
Hospital Presidente C. Ibáñez del Campo (Linares)	1,000	1,000	11524	292	30	3838
Hospital San José (Parral)	1,000	1,000	2656	102	11	682
Hospital Clínico Regional Dr. G. G. Benavente	1,000	1,000	34851	877	100	22360
Complejo Hospitalario Dr. Sótero del Río	1,000	1,000	37310	768	141	23820
Instituto de Neurocirugía Dr. Alfonso Asenjo	1,000	1,000	6569	100	25	6574
Hospital de San Carlos	0,974	1,000	5174	106	14	1962
Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena (Temuco)	0,925	1,000	34562	704	128	27224
Hospital Las Higueras (Talcahuano)	0,822	1,000	18565	424	65	13488
Hospital de Intercultura (Nueva Imperial)	0,477	1,000	3466	135	23	2248
Promedio grupo (1 – 11)			14101	296	44	8805
Promedio grupo (1 – 15)			14459	309	48	9452
Promedio 62 hospitales			12598	315	48	9415

Nota: el grupo (1-11) corresponde a los hospitales que estaban en la frontera de eficiencia con el modelo sin variable contextual y el grupo (1-15) agrega a los anteriores los 4 hospitales que alcanzaron este nivel en el modelo con variable contextual.

De otra parte, si se adoptan criterios simples de eficiencia técnica o productividad se puede observar en el cuadro 21 que los grupos de eficiencia que ha arrojado el DEA son coherentes con estos indicadores básicos de producción. Es decir, los “nuevos” hospitales que alcanzaron la curva de eficiencia también exhiben resultados altos en los indicadores de productividad.

CUADRO 21: RESULTADOS DE INDICADORES BÁSICOS DE PRODUCTIVIDAD SEGÚN GRUPOS DE HOSPITALES			
Grupos de Hospitales	Egresos/Cama	Egresos/Subt22	Egresos/ Médicos
Promedio grupo A (11 Hospitales)	47,6	1,601	318,5
Promedio grupo B (4)	45,1	1,376	268,6
Promedio grupo C (47)	37,9	1,277	249,9

Promedio general, grupo D (62)	40	1,338	262,5
---------------------------------------	-----------	--------------	--------------

Fuente: elaboración propia

La productividad hospitalaria –como señala Carreño (ver capítulo III)- se cuantifica mediante la relación por cociente entre los resultados y el valor de los recursos empleados. Los resultados del cuadro 21 son coherentes con la idea general de eficiencia parcial que puede desprenderse del capítulo I de este texto. Ahora bien, en este contexto podrá aparecer contradictorio con el hecho que otros 4 hospitales hayan logrado alcanzar la frontera con la variable de IDH. Sin embargo, el cuadro 22 da cuenta de esta situación.

CUADRO 22: LOS 10 HOSPITALES CON MENOR VALOR DE IDH	
Nombre Hospital	IDH
Hospital de Intercultura (Nueva Imperial) *	0,595
Hospital de San Carlos *	0,597
Hospital San José (Parral) **	0,609
Hospital Las Higueras (Talcahuano) *	0,617
Hospital Provincial Dr. Rafael Avaría (Curanilahue)	0,628
Hospital San José (Victoria)	0,629
Hospital Presidente Carlos Ibáñez del Campo (Linares) **	0,639
Hospital de Castro	0,641
Hospital Regional (Coihaique)	0,641
Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena (Temuco) *	0,643

Fuente: elaboración propia

Al ordenar la última columna del cuadro 19 de menor a mayor en cuanto a IDH (como se hace en el cuadro 22) se observa que los hospitales que atienden personas cuya residencia está en las comunas con peor IDH son aquellos que tuvieron mayores cambios en el indicador general de eficiencia. Los cuatro hospitales marcados con un asterisco alcanzaron la frontera de eficiencia al incluir el IDH, pero cabe notar que de todos modos hubo otros dos hospitales (marcados con doble asterisco) que ya estaban en esta frontera.

1.3. El concepto de súper-eficiencia

CUADRO 23: RESULTADOS DE SUPER-EFICIENCIA	
Nombre del Establecimiento	Modelo Súper eficiencia
Hospital Claudio Vicuña (San Antonio)	1,320
Hospital Dr Gustavo Fricke (Viña del Mar)	1,220
Hospital de Niños Dr Luis Calvo Mackenna (Santiago, Providencia)	1,097
Hospital Dr Exequiel González Cortés (Santiago, San Miguel)	1,262
Hospital San Luis (Buin)	1,259
Hospital de Santa Cruz	1,447
Hospital Presidente Carlos Ibáñez del Campo (Linares)	1,293
Hospital San José (Parral)	1,431
Hospital de San Carlos	1,088
Hospital Clínico Regional Dr Guillermo Grant Benavente (Concepción)	1,263
Hospital Las Higueras (Talcahuano)	1,004
Hospital Dr Hernán Henríquez Aravena (Temuco)	1,080
Hospital de Intercultura (Nueva Imperial)	1,004
Complejo Hospitalario Dr. Sótero del Río (Santiago, Puente Alto)	2,212
Instituto de Neurocirugía Dr. Alfonso Asenjo	1,101

Fuente: elaboración propia

En la metodología DEA se ha incorporado un análisis llamado de súper-eficiencia cuyo objeto es diferenciar las unidades que logran la máxima eficiencia. Esto permite establecer en el ranking valores mayores a 1, usando asimismo programación lineal, donde la unidad evaluada se compara con una combinación lineal del resto de unidades eficientes. Mientras mayor sean los valores, más eficiente es la unidad (hospital) evaluada. La diferencia entre 1 y su puntuación de súper-eficiencia indica el eventual “empeoramiento” que podría soportar sin dejar de ser eficiente. Por ejemplo, en la versión minimizadora de *inputs* (orientada a *inputs*), las entidades eficientes en el modelo convencional obtendrán un ratio igual o superior a la unidad, indicando el complementario a 1 de este valor el incremento proporcional de *inputs* que se podrían permitir estos centros sin dejar de ser eficientes. El modelo aquí aplicado permite simultáneamente aumentos en los *inputs* o reducciones en los *outputs* a las unidades súper-eficientes.

Cabe ser cuidadoso en todo caso con estos márgenes (Faura et al 2012), porque hay unidades atípicas, caracterizadas por un índice de súper-eficiencia muy bajo o muy alto según la orientación (como es el caso del Complejo Hospitalario Dr. Sótero del Río de Puente Alto). En los estudios revisados se separan o simplemente no se consideran las unidades que obtienen valores demasiado altos (generalmente por sobre 1,6) porque pueden distorsionar los resultados globales.

El método de la súper-eficiencia tiene también algunos inconvenientes (Faura, *ibid*). El primero es el problema de la interpretación de la ordenación obtenida; puesto que

para obtener la ordenación de súper-eficiencia las DMUs eficientes se evalúan con multiplicadores diferentes, entonces no serían realmente comparables con los que se sitúan por debajo del valor de eficiencia. Es decir, la súper-eficiencia conviene ser usada exclusivamente para ordenar el conjunto de DMUs, clasificadas como eficientes.

Como se observa en el Cuadro 23 entre los hospitales clasificados como eficientes y, según el análisis de súper-eficiencia, hay un hospital caracterizado como atípico; ocho que tienen un margen de holgura superior a 20% y, finalmente, otros seis (40%) cuyo margen de holgura es muy estrecho siendo inferior a 10%.

Cabe notar que con la metodología de este modelo -que solo usó datos del año 2015- las holguras obtenidas en un año t no aseguran que -aun haciendo lo mismo- se mantenga un establecimiento en la frontera de eficiencia porque el cálculo en el año $t+1$ puede trasladar todas las fronteras y los hospitales cambiar en el ranking. Esto sugiere la necesidad de hacer análisis temporales.

1.4. Análisis de holguras

El DEA también entrega resultados con holguras que es necesario entenderlas como espacios de mejora en la eficiencia, ya sea en relación al uso de los *inputs* o al nivel logrado de *outputs*. En términos generales, el valor promedio de eficiencia del Cuadro 19 para los 62 hospitales con el Modelo Base es de 0,788, es decir, un margen de mejora potencial de 21% en el grupo de hospitales públicos estudiados. Las holguras que se explicitan en el Cuadro 24 para el modelo Base son combinaciones lineales que maximizan los egresos minimizando la combinación de los insumos usados en el modelo. Las holguras se presentan siempre como proporción de los valores de cada hospital en cada uno de los indicadores utilizados.

CUADRO 24: ESTIMACIÓN DE LAS HOLGURAS EN LOS 47 HOSPITALES QUE NO ALCANZAN LA FRONTERA DE EFICIENCIA

Nombre del Establecimiento	Holgura Camas	Holgura Subt22	Holgura Prof. Médicos
Hospital Dr. Juan Noé Crevanni (Arica)	0%	32%	0%
Hospital Dr. Ernesto Torres Galdames (Iquique)	26%	42%	37%
Hospital Dr. Leonardo Guzmán (Antofagasta)	39%	3%	20%
Hospital Dr. Carlos Cisternas (Calama)	25%	34%	64%
Hospital San José del Carmen (Copiapó)	36%	68%	59%
Hospital Provincial del Huasco de Vallenar	8%	33%	54%
Hospital San Juan de Dios (La Serena)	0%	30%	13%
Hospital San Pablo (Coquimbo)	2%	40%	25%
Hospital Dr Antonio Tirado Lanas (Ovalle)	11%	29%	43%
Hospital Carlos Van Buren (Valparaíso)	18%	0%	15%
Hospital Dr Eduardo Pereira Ramírez (Valparaíso)	32%	35%	55%
Hospital Claudio Vicuña (San Antonio)	0%	0%	0%
Hospital Dr Gustavo Fricke (Viña del Mar)	0%	0%	0%
Hospital San Martín (Quillota)	0%	45%	27%
Hospital de Quilpué	10%	20%	60%
Hospital de San Camilo (San Felipe)	5%	14%	14%
Hospital San Juan de Dios (Los Andes)	0%	9%	12%
Complejo Hospitalario San José (Santiago, Independencia)	12%	13%	0%
Hospital Clínico de Niños Dr Roberto del Río (Independencia)	11%	42%	45%
Hospital San Juan de Dios (Santiago, Santiago)	31%	32%	28%
Hospital Dr Félix Bulnes Cerda (Santiago, Quinta Normal)	13%	60%	35%
Hospital Adalberto Steeger (Talagante)	1%	29%	47%
Hospital San José (Melipilla)	13%	24%	55%
Hospital Clínico San Borja-Arriarán (Santiago, Santiago)	39%	60%	56%
Hospital de Urgencia Asistencia Pública Dr. Alejandro del Río	24%	50%	26%
Hospital Dr. Luis Tisné B (Santiago, Peñalolén)	6%	42%	20%
Hospital de Niños Dr. Luis Calvo Mackenna (Santiago, Providencia)	0%	0%	0%
Hospital Barros Luco Trudeau (Santiago, San Miguel)	38%	9%	26%
Hospital Dr. Exequiel González Cortés (Santiago, San Miguel)	0%	0%	0%
Hospital San Luis (Buin)	0%	0%	0%
Hospital El Pino (Santiago, San Bernardo)	1%	0%	0%
Hospital Clínico Metropolitano La Florida	65%	72%	59%
Hospital Regional de Rancagua	30%	27%	39%
Hospital San Juan de Dios (San Fernando)	13%	17%	22%
Hospital de Santa Cruz	0%	0%	0%
Hospital San Juan de Dios (Curicó)	0%	8%	17%
Hospital Dr César Garavagno Burotto (Talca)	33%	12%	42%
Hospital Presidente Carlos Ibáñez del Campo (Linares)	0%	0%	0%
Hospital San José (Parral)	0%	0%	0%
Hospital Clínico Herminda Martín (Chillán)	20%	0%	17%
Hospital de San Carlos	0%	0%	0%
Hospital Clínico Regional Dr. G. Grant Benavente (Concepción)	0%	0%	0%
Hospital San José (Coronel)	28%	0%	39%
Hospital Las Higueras (Talcahuano)	0%	0%	0%
Hospital Dr Hernán Henríquez Aravena (Temuco)	0%	0%	0%
Hospital de Intercultura (Nueva Imperial)	0%	0%	0%
Hospital Clínico Regional (Valdivia)	32%	13%	31%
Hospital Base de Osorno	15%	30%	28%
Hospital de Puerto Montt	26%	20%	33%
Hospital Dr Lautaro Navarro Avaria (Punta Arenas)	17%	56%	34%
Hospital Provincial Dr Rafael Avaria (Curanilahue)	8%	23%	68%
Hospital San José (Victoria)	30%	31%	56%
Hospital de Castro	15%	16%	37%
Hospital Del Salvador (Santiago, Providencia)	33%	45%	25%
Complejo Hospitalario Dr. Sótero del Río (Santiago, Puente Alto)	0%	0%	0%
Hospital Clínico Metropolitano El Carmen Dr. Luis Valentín Ferrada	21%	63%	32%
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y Cirugía Torácica	27%	67%	28%
Instituto de Neurocirugía Dr. Alfonso Asenjo	0%	0%	0%
Hospital Padre Alberto Hurtado (San Ramón)	22%	61%	42%
Complejo Asistencial Dr. Víctor Ríos Ruiz (Los Ángeles)	27%	14%	18%
Hospital Regional (Coihaique)	17%	50%	48%
Hospital Dr. Mauricio Heyermann (Angol)	39%	0%	48%

Fuente: Elaboración propia

Para los *inputs* el razonamiento acerca de las holguras no significa que la solución sea reducir en el porcentaje indicado, el número de camas o la dotación de médicos ya que la intuición y el modelo sugieren más bien dar un mejor uso a estos insumos. El valor promedio 20% en camas del Cuadro 24 indica que hay un margen entre los establecimientos que no están en la frontera de eficiencia de 20% para mejorar la organización del sistema en cuanto a uso de camas. Asimismo, un menor gasto en bienes y servicios puede mejorar la eficiencia, pero también podría aumentar el déficit de *outputs* de un hospital; o podrían analizarse incentivos para una mayor productividad de los médicos en cuanto a, por ejemplo, el uso de pabellones en días hábiles o las horas dedicadas a las intervenciones quirúrgicas.

Para ello, la dirección del hospital con un análisis meso económico debería especialmente visualizar las herramientas de gestión a su alcance que permitirían estos logros. El modelo DEA indica esencialmente que, con las variables empleadas y sin que medien factores de escala, hay al menos otro hospital que las combinan mejor, pues logra más egresos con los mismos insumos o usa menos insumos para los mismos egresos. El hecho que el modelo no arroje holguras en los *outputs* indica que la gestión se hace con los *inputs*, es decir, la tarea de la administración es lograr más productos con los mismos *inputs*. En este trabajo se usó modelos aditivos que incorporan ambas orientaciones, pero las holguras aparecieron solo en los *inputs* salvo en la variable contextual incluida como insumo fijo (por definición, no es controlable por las autoridades sanitarias y por tanto no tiene holguras)¹⁷.

La interpretación de los valores es simple. Todas las holguras están representadas en proporciones con respecto al valor global del indicador en el hospital. Esta es la combinación óptima de cobertura de holguras para alcanzar la eficiencia, es decir, no son alternativas sino complementarias. El programa resuelve automáticamente las ecuaciones duales que plantea la lógica de programación lineal de estas ecuaciones.

Por ejemplo, tómese el caso del hospital Dr. Juan Noé de Arica. Los valores de las holguras son 0% en cuanto a dotación de camas; 32,35% en gastos corrientes representados por el subtítulo 22; y 0,4% en profesionales médicos.

Así, el valor 32,35% del H. J. Noé indica la proporción en que debiese mejorar el uso del gasto corriente (o reducirse) para alcanzar la frontera eficiente; así como 0,4%

¹⁷ Indagando en el motivo de aparición de las holguras solo en los *inputs*, se comparó el modelo SBM orientado al *input* con el SBM orientado al *output*. Resultó que las holguras son mayores en el primero que en el segundo. Los modelos aditivos comparan simultáneamente las holguras de *inputs* y *outputs*, buscando aquella combinación que maximice las holguras de ambas variables. La eficiencia de los *inputs* y los *outputs* depende de la cantidad de las variables incluidas en el modelo (el modelo cuenta con 3 *inputs* y un *output*). Como la variabilidad de los *inputs* es mayor, las holguras de los *inputs* son mayores que los *outputs*. En consecuencia, el modelo aditivo maximizó las holguras de los *inputs* por sobre el *output*, anulando el efecto de estas últimas.

indica la proporción en que podría mejorar el uso o la organización del número de profesionales para acercarse a la eficiencia.

En cambio, el hecho que no haya holgura en la dotación de camas significa que en el marco de la combinación óptima para pasar de la situación actual a la de la frontera de eficiencia, no es necesario reducir el valor de esta variable o modificar el uso o gestión de este insumo. Supóngase que en el año $t+1$ solo cambiase esta variable y todo lo demás en todos los hospitales y en las demás variables del Hospital Juan Noé se mantuviesen constantes. Aunque cambien muy poco los valores o muy pocos valores, el programa dual que aplica el DEA resolverá las ecuaciones de eficiencia de manera simultánea con estos nuevos valores. Así, los resultados de eficiencia y también los de las holguras pueden cambiar, es decir, desde el punto de vista de la gestión, las holguras señalan caminos por los cuales mejorar sin que se asegure una meta porque el modelo es flexible y sensible a todo cambio. Este es el sentido de que el DEA sea un modelo no paramétrico.

También se debe notar que la suma de las holguras de las variables de eficiencia podría interpretarse como las ineficiencias parciales. En el caso de este hospital la suma asciende a 32,75% (0% + 32,35% + 0,4%). Sin embargo, como las unidades de medida no son homogéneas entre las variables, la suma de los valores de las holguras no equivale al valor de la (in)eficiencia global de cada hospital ($1 - 0,890 = 11\%$ en el H. Dr. Juan Noé). Esto debido a que el programa atribuye pesos diferenciados de manera automática a las variables incluidas, es decir, las holguras son un resultado de la programación lineal. Cabe mencionar que si todas las variables fueran evaluadas en unidades homogéneas se estaría en presencia de una programación más simple: maximizar el valor de la producción minimizando los costos de producción.

2. Análisis de eficiencia comparativo entre el modelo con un output y modelo con dos outputs

Con el fin de tomar en cuenta ciertas diferencias de la complejidad de los hospitales que intuitivamente podrían generar cuestionamientos sobre su comparabilidad en términos de la eficiencia técnica, incluso ajustando por el case mix a través de los GRD, se decidió realizar ciertos análisis que diferenciaron el output de determinados procedimientos clínicos. Considerando que hay procedimientos quirúrgicos significativamente diferentes entre la atención pediátrica y la de adultos se procedió a comparar los resultados de un modelo con un output comparable con un modelo DEA con 2 *outputs*, es decir, haciendo una diferenciación de los *outputs* según estos tramos

de edad: egresos de adultos (mayores de 15 años) y egresos pediátricos de personas de 15 o menos años lo cual se presenta en el cuadro 25.¹⁸

CUADRO 25: COMPARACIÓN MODELOS CON UN OUTPUT Y CON DOS OUTPUTS*

¹⁸ El modelo Tradicional y Base consideran la CMA dentro del output, esta variable no fue posible de diferenciar entre edades. Por ello, se construyó un ponderador porcentual de las hospitalizaciones GRD sobre el total de Egresos para ajustar los inputs Subt22 y NProfMeds. Lo cual permite aislar el efecto de las edades en la CMA y hacer comparables los modelos con 1 output y con 2 outputs.

Nombre del Establecimiento	Eficiencia DEA 1 output	Eficiencia DEA 2 outputs
Hospital Dr Juan Noé Crevanni (Arica)	0,888	0,752
Hospital Dr Ernesto Torres Galdames (Iquique)	0,658	0,498
Hospital Dr Leonardo Guzmán (Antofagasta)	0,786	0,735
Hospital Dr Carlos Cisternas (Calama)	0,611	0,430
Hospital San José del Carmen (Copiapó)	0,471	0,291
Hospital Provincial del Huasco Monseñor Fernando Ariztia Ruiz (Vallenar)	0,757	0,606
Hospital San Juan de Dios (La Serena)	0,833	0,744
Hospital San Pablo (Coquimbo)	0,783	0,554
Hospital Dr Antonio Tirado Lanás (Ovalle)	0,683	0,515
Hospital Carlos Van Buren (Valparaíso)	0,909	0,898
Hospital Dr Eduardo Pereira Ramírez (Valparaíso)	0,564	0,008
Hospital Claudio Vicuña (San Antonio)	1,000	1,000
Hospital Dr Gustavo Fricke (Viña del Mar)	1,000	1,000
Hospital San Martín (Quillota)	0,749	0,494
Hospital de Quilpué	0,665	0,499
Hospital de San Camilo (San Felipe)	0,846	0,707
Hospital San Juan de Dios (Los Andes)	0,915	1,000
Complejo Hospitalario San José (Santiago, Independencia)	0,840	1,000
Hospital Clínico de Niños Dr Roberto del Río (Santiago, Independencia)	0,675	0,390
Hospital San Juan de Dios (Santiago, Santiago)	0,695	0,612
Hospital Dr Félix Bulnes Cerda (Santiago, Quinta Normal)	0,631	0,640
Hospital Adalberto Steeger (Talagante)	0,779	0,531
Hospital San José (Melipilla)	0,679	0,388
Hospital Clínico San Borja-Arriarán (Santiago, Santiago)	0,474	0,476
Hospital de Urgencia Asistencia Pública Dr Alejandro del Río (Santiago, Santiago)	0,675	0,026
Hospital Dr Luis Tisné B (Santiago, Peñalolén)	0,775	0,498
Hospital de Niños Dr Luis Calvo Mackenna (Santiago, Providencia)	1,000	1,000
Hospital Barros Luco Trudeau (Santiago, San Miguel)	0,739	0,418
Hospital Dr Exequiel González Cortés (Santiago, San Miguel)	1,000	1,000
Hospital San Luis (Buín)	1,000	1,000
Nombre del Establecimiento	Eficiencia DEA 1 output	Eficiencia DEA 2 outputs

Hospital El Pino (Santiago, San Bernardo)	1,000	1,000
Hospital Clínico Metropolitano La Florida	0,365	0,232
Hospital Regional de Rancagua	0,628	0,569
Hospital San Juan de Dios (San Fernando)	0,767	0,661
Hospital de Santa Cruz	1,000	1,000
Hospital San Juan de Dios (Curicó)	0,811	0,617
Hospital Dr César Garavagno Burotto (Talca)	0,695	0,574
Hospital Presidente Carlos Ibáñez del Campo (Linares)	1,000	1,000
Hospital San José (Parral)	1,000	1,000
Hospital Clínico Herminda Martín (Chillán)	0,875	0,804
Hospital de San Carlos	0,959	1,000
Hospital Clínico Regional Dr Guillermo Grant Benavente (Concepción)	1,000	1,000
Hospital San José (Coronel)	0,787	0,768
Hospital Las Higueras (Talcahuano)	0,808	0,647
Hospital Dr Hernán Henríquez Aravena (Temuco)	0,908	0,910
Hospital de Intercultura (Nueva Imperial)	0,462	0,213
Hospital Clínico Regional (Valdivia)	0,733	0,683
Hospital Base de Osorno	0,765	0,566
Hospital de Puerto Montt	0,751	0,650
Hospital Dr Lautaro Navarro Avaria (Punta Arenas)	0,644	0,458
Hospital Provincial Dr Rafael Avaria (Curanilahue)	0,692	0,580
Hospital San José (Victoria)	0,574	0,278
Hospital de Castro	0,794	0,796
Hospital Del Salvador (Santiago, Providencia)	0,607	0,046
Complejo Hospitalario Dr. Sótero del Río (Santiago, Puente Alto)	1,000	1,000
Hospital Clínico Metropolitano El Carmen Doctor Luis Valentín Ferrada	0,598	0,414
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y Cirugía Torácica	0,642	0,032
Instituto de Neurocirugía Dr. Alfonso Asenjo	1,000	1,000
Hospital Padre Alberto Hurtado (San Ramón)	0,534	0,357
Complejo Asistencial Dr. Víctor Ríos Ruiz (Los Ángeles)	0,803	0,723
Hospital Regional (Coihaique)	0,591	0,282
Hospital Dr. Mauricio Heyermann (Angol)	0,689	0,391

* Los outputs corresponden a los egresos diferenciados por adulto y pediátrico.

Fuente: elaboración propia

El Modelo con dos *outputs* reduce la eficiencia promedio desde 0,767 a 0,628. Los 12 establecimientos que están en la frontera de eficiencia en ambos modelos coinciden en esa posición. De los otros hospitales, 14 mejoran su índice global de eficiencia. Seis de ellos lo mejoran en proporciones insignificantes con respecto a los resultados con el Modelo con un output (salvo el Complejo Hospitalario San José de Santiago que aumenta su puntuación en 0,16); otros cuatro mejoran el índice de manera significativa: Hospital de San Carlos; Hospital Clínico Regional Dr. Guillermo Grant

Benavente de Concepción; Hospital de Castro; y, Hospital Clínico San Borja-Arriarán. Por otra parte, siete hospitales reducen su nivel de eficiencia.

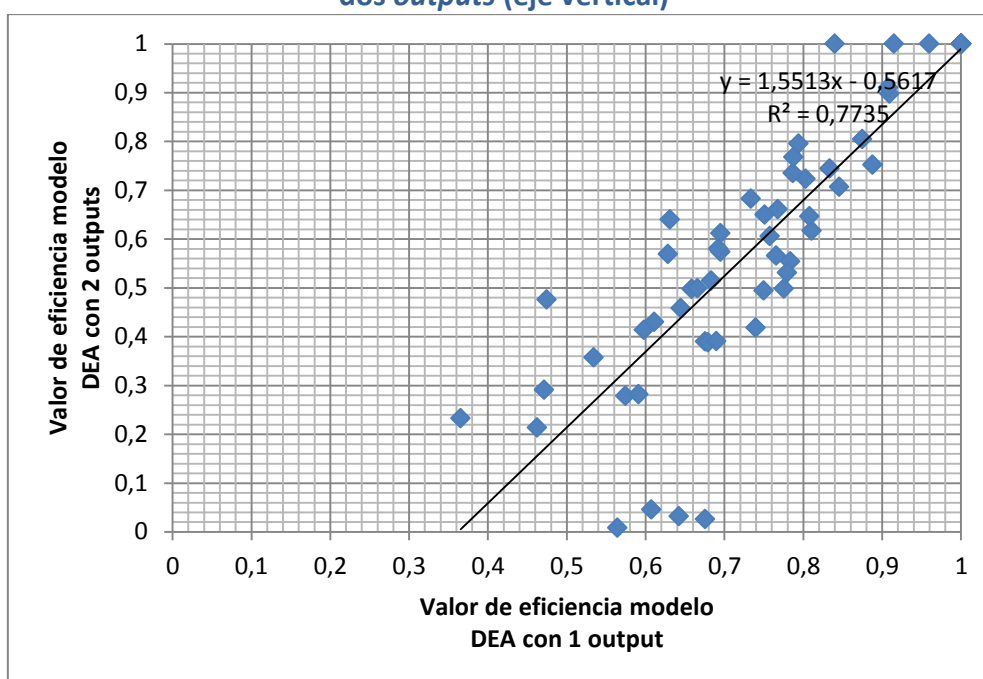
CUADRO 26: CONTRASTACIÓN DE MEDIAS ENTRE LOS RESULTADOS DEL MODELO CON UN OUTPUT Y MODELO CON DOS OUTPUTS						
Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Muestra	Suma	Promedio	Varianza		
DEA 1 output	62	47,563	0,767	0,026		
DEA 2 outputs	62	38,958	0,628	0,082		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,597	1	0,597	10,964	0,001	3,919
Dentro de los grupos	6,644	122	0,054			
TOTAL	7,241	123				

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 26 muestra que diferenciando el modelo con uno o dos *outputs* (egresos de adultos mayores de 15 años y egresos de menores de esta edad) se verifica una diferencia significativa en los resultados de eficiencia.

Sin embargo, hay una alta correlación entre ambas variables como se observa en el Gráfico 3 y, además, el R^2 alcanza a 0,77. En el eje horizontal están los resultados del Modelo con un solo *output* y en el vertical los resultados del Modelo con dos *outputs*. Se verifica entonces que las estimaciones de la eficiencia cambian más bien el punto de origen, pero mantienen el ordenamiento de las puntuaciones entre hospitales.

GRAFICO 3.- Regresión entre Modelo con un *output* (eje horizontal) y Modelo con dos *outputs* (eje vertical)



Para examinar los cambios en eficiencia se calculó el índice de atención pediátrica sobre el total de la atención de cada establecimiento ($I_p / (I_p + I_a)$). Tal que I_p es el número de intervenciones pediátricas e I_a es el número de intervenciones de adultos.

Los cuatro hospitales con mayor proporción de atención pediátrica (Hospital Clínico de Niños Dr. Roberto del Río de Santiago (98%); Hospital de Niños Dr. Luis Calvo Mackenna de Santiago (96%); Hospital Dr. Exequiel González de Santiago (97%); y Hospital Dr. Félix Bulnes de Santiago (43%) se verifica que los resultados no son especialmente significativos para estos hospitales sea con el modelo con un output o con el modelo con dos *outputs*. En cambio, los hospitales con nula proporción de atención pediátrica, reducen considerablemente su nivel de eficiencia llegando a niveles cercanos a cero, siendo que estos hospitales por cartera de servicios no atienden pacientes pediátricos. Al descartar, dichos establecimientos el R^2 alcanza a 0,86. De tal forma, existe diferencia a nivel global provocada por los establecimientos no pediátricos, en cambio los pediátricos se mantienen en los mismos niveles. Por ende, el efecto de diferenciar en dos *outputs* solo perjudica a los que no atienden pacientes pediátricos.

El análisis del ajuste del modelo no acaba con el examen de los índices de ajuste. Un análisis pormenorizado de los residuos permite detectar problemas inadvertidos en el diagnóstico global y sugerir posibles modificaciones del modelo para mejorarlo.

Capítulo VII.- RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE LOS FACTORES EXPLICATIVOS DE LA EFICIENCIA (etapa 2)

1. Ecuaciones paramétricas para medir los determinantes de la eficiencia

Como se examinó en la revisión bibliográfica varios autores han desarrollado lo que se ha llamado la segunda etapa del DEA. Esto es encontrar mediante ecuaciones paramétricas los determinantes de la eficiencia hospitalaria. En los estudios en Chile, Santelices (2013), Castro (2005), el estudio del Banco Mundial (sin publicar) y Barros y Aguilera (2013) realizaron estos ejercicios.

Santelices (2013) usó como variables de la regresión la estadía promedio corregida por el IC; el ratio costos directos/costos indirectos; egresos/(matronas + enfermeras); horas de médicos; rendimientos en el indicador de los Establecimientos Autogestionados en Red (EAR); ratio entre Pagos por Prestaciones Valoradas (PPV) y Pagos por Prestaciones Institucionales (PPI); y dos variables dummy en que la primera distingue a la Región Metropolitana de las demás regiones y la segunda distingue a los establecimientos de mayor especialidad de los demás. El documento concluye que finalmente “las variables que inciden sobre los niveles de eficiencia corresponden a la estadía corregida por complejidad, los egresos por enfermera y matrona, y el rendimiento en el Instrumento de Evaluación de Establecimientos Autogestionados en Red”.

Castro (2005) usó como variables explicativas el Número de días de estadía; los egresos y una variable dummy que distingue la Región Metropolitana de las demás (RM=1, Regiones=0) y otra dummy con el Tipo de Gestión (Autónomo=1, Centralizado=0). Finalmente, solo resultaron significativas las dos primeras.

El estudio del Banco Mundial probó indicadores de comportamiento, de gasto, de gestión y de recursos humanos. Finalmente, los que arrojaron mejores resultados de impacto fueron la proporción del gasto en MLE (con signo negativo: (-)); la estadía (-); la readmisión (+), el Índice funcional (-) y la proporción de médicos generales sobre el total de médicos (+).

El estudio de Barros y Aguilera (2013) consideró 240 variables posibles de afectar la eficiencia hospitalaria, de ellas utilizan aquellas estadísticamente significativas con un R^2 igual a 0,41, las cuales fueron: Índice de vulnerabilidad social-delictual de la población atendida por hospital (-); Porcentaje de pacientes programados (+); Pacientes procedentes de At. Secundaria (+); pacientes procedentes desde emergencia (-) y la Diversidad de GRD atendidos (-).

Luego de probar diferentes variables y evaluar los errores estadísticos, se arribó a la ecuación siguiente que muestra las variables explicativas por hospital que resultaron significativas en el modelo:

$$Eficiencia = \beta_0 + \beta_1 * IEMA + \beta_2 \frac{Ctrls PSCV}{C. Morb Red} + \beta_3 \frac{Egresos_{pesoGRD>2,5}}{Egresos} + \beta_4 \frac{PPV}{(PPV + PPI)} + \varepsilon$$

En el Cuadro 27 se define cada variable identificando su fuente y su interpretación.

CUADRO 27: DEFINICIONES DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS DEL MODELO DE REGRESIÓN			
Variable	Definición	Fuente	Interpretación
<i>Eficiencia</i>	El Índice de eficiencia es el resultado del modelo base con la variable contextual IDH 2015	Elaboración propia	Eficiencia técnica (Relación del uso de <i>output/inputs</i>) por hospital
<i>IEMA</i>	El Índice de Estancia Media Ajustada (IEMA) es la razón entre la estancia media observada y la esperada ¹⁹ para cada GRD en un hospital	Sistema IR-GRD 2015	Razón del tiempo de ocupación de las camas (observado/esperado)
<i>Ctrls PSCV</i> <i>C. Morb Red</i>	La proporción de los controles del Programa de Salud Cardiovascular (PSCV) sobre las Consultas de morbilidad en la red (C. Morb Red) realizados en los establecimientos pertenecientes ²⁰ a la red territorial de cada hospital	REM SERIE A 2015 DEIS	Efecto del control de pacientes crónicos con enfermedades CV en Atención Primaria de Salud sobre el hospital
<i>Egresos_{pesoGRD>2,5}</i> <i>Egresos</i>	La proporción del número de hospitalizados con peso relativo GRD mayor a 2,5 ²¹ sobre el total de egresos	Reconstrucción en base a Sistema IR-GRD 2015	Efecto de la atención a pacientes con alto uso de recursos.
<i>PPV</i> <i>(PPV + PPI)</i>	La proporción de los ingresos hospitalarios por el Programa de Prestaciones Valoradas (PPV) sobre el total ingresos por Programas de Prestaciones (valoradas e institucionales)	Base ingresos SIGFE 2015	Efecto del pago por prestaciones

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en el cuadro 28 se presentan los coeficientes estimados, desviación típica, estadístico *t*, p-valores, intervalos de confianza inferiores y superiores de cada variable explicativa analizada. Todos los coeficientes resultaron ser estadísticamente significativos.

¹⁹ La estancia media esperada por hospital (o estancia media ajustada por funcionamiento) es el promedio de las estancias estándares por cada GRD de los hospitalizados. Las estancias estándares por GRD son definidas por el patrón funcional o *benchmark* nacional.

²⁰ Estos establecimientos son de nivel primario o secundario que derivan pacientes a cada hospital, dependiendo de la comuna a la que pertenecen. Así, el total de controles PSCV y de consultas de morbilidad de dichos establecimientos fue asociada a cada hospital según la comuna a la que pertenecen.

²¹ Esto significa que consumen más de 2,5 veces del GRD promedio, lo cual representa menos del 5% del total de egresos nacionales.

CUADRO 28: RESULTADOS DE LA REGRESIÓN						
Variable	Coeficientes β_i	Desv. típica	Estadístico t	P-valor	Inferior 95%	Superior 95%
Índice de Estancia Media Ajustada (IEMA)	-0,535	0,150	-3,6	0,001	-0,83	-0,23
Controles PSCV en red	0,090	0,037	2,4	0,019	0,02	0,16
% hospitalizados con peso GRD mayor a 2,5 sobre el total GRD	-1,545	0,521	-3,0	0,004	-2,59	-0,50
% Prestaciones Valoradas sobre total	0,616	0,149	4,1	0,000	0,32	0,91
Constante	1,053	0,161	6,5	0,000	0,73	1,38

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 28 en la columna de coeficientes indica que:

i) Cuando es mayor la razón de estancia observada en comparación a la estancia esperada (razón IEMA), menor es la eficiencia, lo cual es consistente con la idea de que a más días de uso de cama (medido por el estándar clínico o por GRD), el uso de los recursos será menos eficiente.

ii) A mayor proporción de controles cardiovasculares en Atención Primaria de Salud (APS) es mayor la eficiencia hospitalaria. Esto porque los pacientes cardiovasculares, en general son pacientes crónicos que presentan comorbilidades que requieren atención continua y en caso de que no sigan un tratamiento adecuado es muy probable que se descompensen o sufran un accidente vascular que conduce a la urgencia hospitalaria. Es decir, se asume que un control oportuno de enfermos crónicos cardiovasculares en APS de cada red hospitalaria, ayuda a disminuir el consumo de recursos hospitalarios.

iii) Las hospitalizaciones con peso GRD mayor a 2,5 veces la media (pacientes con un alto nivel de complejidad) utilizan más recursos que el resto y por esto impactan negativamente en los niveles de eficiencia.

iv) Los hospitales que tienen mayores ingresos provenientes de la modalidad de pagos por prestaciones efectuadas, resultan más eficientes porque este indicador se relaciona con los incentivos de este mecanismo de pago. En Chile se asigna el presupuesto público en salud según prestaciones valoradas por acto (PPV) o según presupuesto histórico (PPI) es decir, por estimaciones globales de necesidades.

Por su parte, para dar cuenta de que las variables explicativas son robustas, independientes y que conjuntamente explican la eficiencia con el R señalado, se realizaron cuatro test estadísticos: El de normalidad de los residuos que empleó el test Skewness/Kurtosis que dio una probabilidad de 0,6987 para no rechazar la hipótesis de normalidad, es decir, los residuos siguen una distribución normal; para la heterocedasticidad el test de Breusch-Pagan / Cook-Weisberg que dio una

probabilidad de 0,946 que la varianza es idéntica en la muestra; el test de multicolinealidad con los factores de inflación de la varianza por variable inferiores a 2 y la media de 1,28 que elimina la hipótesis de multicolinealidad; y, el test de error de especificación que da un 81% de probabilidad que en el modelo no se habrían omitido variables y están expresadas con el exponente adecuado.

En conclusión, los resultados de esta regresión resultan coherentes con la intuición. Es necesario destacar que se probaron otras variables relacionadas con los aspectos sociales y que en esta regresión no resultaron estadísticamente significativos y lógicamente consistentes con el desempeño de los hospitales.

Capítulo VIII.- CONCLUSIONES Y DISCUSION

1. Este estudio tiene por objeto evaluar indicadores de eficiencia en 62 hospitales públicos de Chile con datos de 2015 y aplicando modelos tradicionales con *Data Envelopment Analysis* (DEA) a los cuales se les ha agregado una variable contextual con el objeto de evaluar si algunos elementos de los determinantes sociales de la salud influyen en los resultados de eficiencia.

2.- La hipótesis subyacente en esta modelación queda demostrada puesto que los resultados de eficiencia efectivamente aumentaron al incluir alguna variable que diese cuenta de los gradientes provocados por los determinantes sociales. Se usó como variable contextual el Índice de Desarrollo Humano del PNUD calculado a nivel comunal. El promedio general de la eficiencia en los hospitales del modelo con la variable contextual aumenta sólo en 2,5% pero es muy significativa justamente en los hospitales que atienden pacientes con menor IDH. Es el caso del Hospital Intercultural de Nueva Imperial, de la Provincia de Cautín en la zona costera de la Región de La Araucanía, que es nexa de las comunas de Carahue, Cholchol, Galvarino, Puerto Saavedra y Teodoro Schmidt, todas con los niveles más bajos del IDH comunal. Este hospital pasó de un nivel de eficiencia de 0,48 (puesto 60 en el ranking medido sin variable contextual) a la frontera de eficiencia (valor y puesto 1).

3.- En este estudio también se intentó probar que los hospitales con mayor proporción de pacientes de las comunas de menores condición socioeconómica se verían perjudicados en el ranking de eficiencia al compararse con hospitales con menor proporción de personas de los rangos más bajos de dicha condición. En consecuencia, el objeto de incorporar una variable contextual es compensar el efecto de “determinantes sociales en salud”. Tal como se demostró en el documento de MINSAL-DESAL (2018), la situación de los estados de salud estaba ampliamente correlacionada con el nivel socioeconómico de las comunas ($R^2 = 0,92$) y con el IDH. Esta hipótesis también se demuestra en este estudio porque ningún hospital baja en su puntuación al introducirse la variable contextual IDH. En cambio, de los 10 hospitales de menor puntuación en IDH, cuatro de ellos mejoran su Índice alcanzando la frontera de eficiencia al calcularse con la variable contextual (Hospital Intercultural (Nueva Imperial), Hospital de San Carlos, Hospital Las Higueras (Talcahuano) y el Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena (Temuco). Cabe notar, en todo caso, que dos de entre estos 10 hospitales de menor IDH ya estaban en la frontera de eficiencia antes de incluir el IDH (Hospital San José de Parral y Hospital Presidente Carlos Ibáñez del Campo de Linares).

4.- La introducción de la variable contextual no distorsiona los conceptos fundamentales ni básicos de eficiencia técnica que se midieron en este estudio. En efecto, al considerar parámetros simples de productividad -concepto similar al de eficiencia técnica- entre los grupos que arroja el DEA se verifica una gran coherencia.

Es decir, los “nuevos” hospitales que alcanzaron la curva de eficiencia también exhiben resultados mejores en los indicadores de productividad aquí usados (egresos/camas disponibles; egresos) gastos en subtítulo 22 y egresos/ número de jornadas completas de los médicos).

Los promedios de productividad (relación *output/input* o la relación por cociente entre los resultados y el valor de los recursos empleados) de los 11 primeros hospitales que alcanzaron la frontera de eficiencia (con el Modelo Tradicional) superan a todos los demás. A su vez, los cuatro nuevos hospitales que pasan a situarse en esta frontera por la inclusión de la variable contextual en el Modelo Base, mantienen coherencia con los indicadores de productividad.

5.- En este estudio se hizo una exhaustiva revisión bibliográfica de trabajos nacionales y se analizaron decenas de trabajos internacionales que aplicaron DEA al sector sanitario y, en particular, al hospitalario. Asimismo, se revisaron otras ópticas para evaluar eficiencia y desempeño en el sector. Se concluyó que las frecuencias de mayor uso para *inputs* y *outputs* resultaron ser:

a) Uso de *inputs* sanitarios: Número de camas (como representación de capital); Número de médicos (especialistas o generalistas); Número de personal sanitario diferente a los médicos; Número de otro personal. A las dos primeras -que se aplicaron en este estudio- se agregó el gasto en bienes y servicios de salud que son los insumos imprescindibles para obtener el producto.

b) Uso de *inputs* contextuales (de entorno o DSS): En general, hay pocas referencias porque cada país puede tener especificidades concretas. Se terminó usando el IDH que fue validado por la estimación del Nivel Socio económico en un estudio de Determinantes sociales de la salud (DESAL-MINSAL 2018).

c) Uso de *outputs*: Años de Vida Potencialmente Perdidos (no asimilables a hospitales; día de estadía (solo válido ponderado por complejidad); y Egresos hospitalarios (según tipos) que es el *output* usado en este estudio.

6.-Se verificó que el ranking que arroja el DEA es sensible a:

i) **la introducción de variables.** Por ejemplo, manifestó cambios entre el *output* solo con egresos con hospitalización lo que mejora cuando se incorporan las cirugías mayores ambulatorias. Al incorporar o no una variable contextual; el tipo de variable contextual mejoró sustantivamente cuando se adoptó el IDH en lugar de pacientes Fonasa A (como proxy de pobreza).

ii) **la especificación de las variables.** Por ejemplo, los egresos por definición no incorporan la cirugía mayor ambulatoria siendo funcionalmente similares; el IDH se

aplica al domicilio del paciente y se pondera según pacientes por hospital lo que mejora a una simple asignación por domicilio del hospital

iii) **el carácter de las variables.** Se refiere a la orientación de las holguras que implica optar por algunos de los modelos disponibles. En particular, resulta más amplio el uso de *Slacks Based Measure* (SBM) que permite encontrar holguras con orientación *input-output* (es decir, tanto en el *output* como en los insumos). Asimismo, al adoptar la variable contextual como fija cambia los resultados si fuese una variable con holguras. En este caso se justifica porque no está en la capacidad de los gestores hospitalarios cambiar el IDH o “elegir” pacientes según IDH.

7.- Se estima que los estudios serán más robustos si se considera los siguientes criterios para la elección de las variables que intervendrán como *inputs* u *outputs*: i) procedimientos o diagnósticos representativos; ii) un porcentaje significativo de los gastos hospitalarios; iii) procedimientos que sean el procedimiento principal dentro de una hospitalización (según casos quirúrgicos tipificados); y, iv) condiciones médicas bien identificadas (para casos médicos tipificados).

8.-Este estudio con datos de 2015 incorpora con respecto al total del sistema público (Sistema Nacional de Servicios de Salud) al 81% de los egresos hospitalarios; el 75,2% de las horas médicas por Ley 19664; el 87,8% del gasto en el Subtítulo 22 y el 75% de la dotación de camas. Asimismo, incorpora a todos los hospitales públicos de Chile calificados como de alta complejidad

9.- Hemos podido identificar que los modelos DEA generan rankings de eficiencia que suelen no ser comprendidos o compartidos por las autoridades de los establecimientos puesto que se suele asociar el desempeño con la gestión. No obstante, no todas las explicaciones conducen a mejores puntuaciones de quienes se sientan perjudicados. El análisis de los hospitales especializados en niños con los demás verifica que no cambia la puntuación de eficiencia de manera significativa al separar en el *output* a pacientes menores y mayores de 15 años (los valores promedio de diferencia del índice de eficiencia entre el modelo base y el modelo con 2 *outputs* para los hospitales con proporción de atención pediátrica superior a la media (20%) son de apenas 0,05%). En cambio, la introducción de la variable contextual tiene los efectos que han sido explicitados.

10.- El DEA también entrega resultados con holguras que es necesario entenderlas como espacios de mejora. Las holguras son combinaciones lineales que maximizan los egresos minimizando la combinación de los insumos usados en el modelo. Las holguras se presentan siempre como proporción de los valores de la base de datos de cada hospital en cada una de las variables utilizadas. El programa DEA, resuelve automáticamente las ecuaciones duales que plantea la lógica de programación lineal de estas ecuaciones.

Por ejemplo, un valor positivo de holgura en los egresos significa la proporción de egresos que podría aumentar el hospital. Para los *inputs* el razonamiento podría ser inverso, pero no es lógico –salvo excepciones de sobre oferta– que la solución de la holgura sea reducir en el porcentaje indicado, el número de camas o la dotación de médicos ya que la intuición sugiere más bien darle mejor uso a estos insumos. Asimismo, un menor gasto en bienes y servicios podría aumentar el déficit de *outputs* de un hospital. Para ello la dirección del hospital en un análisis mesoeconómico debería especialmente visualizar las herramientas de gestión a su alcance que permitirían estos logros. El modelo DEA todo lo que indica es que, con las variables enunciadas y sin que medien factores de escala, hay al menos otro hospital que las combinan mejor, es decir, logra más egresos con los mismos insumos o usa menos insumos para los mismos egresos. Algunos autores indican que las holguras en el sector sanitario solo se pueden visualizar en una orientación *output*, es decir, los insumos difícilmente pueden reducirse sin impactar en el producto y menos aumentar porque es una decisión externa (presupuesto público). No obstante, la gestión se hace con los *inputs*.

Aunque cambien muy poco los valores en el modelo, el programa dual que aplica el DEA resolverá las ecuaciones de eficiencia de manera simultánea con estos nuevos valores. Así, los resultados de eficiencia y también los de las holguras pueden cambiar, es decir, desde el punto de vista de la gestión, las holguras señalan caminos por los cuales mejorar sin que se asegure una meta porque el modelo es flexible y sensible a todo cambio. Este es el sentido de que el DEA sea un modelo no paramétrico.

Solo si todas las variables fueran evaluadas en unidades homogéneas (pesos; dólares, etc.) se estaría en presencia de una programación más simple de eficiencia asignativa: maximizar el valor de la producción minimizando los costos de producción.

11.- En el marco del modelo se incluye el concepto de súper-eficiencia que es una comparación adicional, pero solo entre aquellos establecimientos que en el modelo inicial se situaron en la frontera de eficiencia. Un 40% de estos hospitales se ubican a menos de 10% de la frontera lo que indica que su situación puede ser amenazada ante ligeros cambios en los demás hospitales. Asimismo, los hospitales que superan valores de súper-eficiencia de 1,5 no debiesen ser considerados en el análisis general porque probablemente confluyen factores especialmente atípicos (son *outliers*) en su evaluación.

12.- Los resultados de la segunda etapa mediante regresión de los índices de eficiencia con el Modelo Base (variable Y_i de la ecuación) con las variables explicativas X_i (El Índice de Estancia Media Ajustada (IEMA) + La proporción de los controles del Programa de Salud Cardiovascular (PSCV) sobre las Consultas de morbilidad en la red + La proporción del número de hospitalizados con peso relativo GRD mayor a 2,5 sobre el total de egresos + La proporción de los ingresos hospitalarios por el Programa de

Prestaciones Valoradas (PPV) sobre el total ingresos por Programas de Prestaciones, valoradas e institucionales) arrojaron coeficientes estimados estadísticamente significativos y con las tendencias intuitivamente coherentes.

13.- Se puede potenciar el uso y la calidad de modelos de esta naturaleza complementando y articulando información proveniente de diferentes instancias del propio Ministerio de Salud y de otros organismos públicos del área (Fonasa, Superintendencia de Salud, Cenabast). Además de la recopilación general de la información que realiza el Departamento de Estadísticas e Información en Salud (DEIS) hay otras fuentes de información en el propio Ministerio de Salud que pueden ser usadas para estos fines como el Índice Funcional (IF) que informa la eficiencia en la gestión (uso) de camas; el desglose de los indicadores GRD; la base de datos de los establecimientos autogestionados en red, entre otros.

14.- Los análisis con DEA pueden hacerse en otras áreas o subconjuntos del sector. Por ejemplo, en la atención primaria o en los problemas cubiertos por el Programa de Garantía Explícitas de Salud, además de comparaciones longitudinales en los mismos hospitales.

BIBLIOGRAFIA

Arcaya M., Alyssa L. Arcaya and S. V. Subramanian. 2015. Inequalities in health: definitions, concepts, and theories. *Glob Health Action* 2015, 8: 27106 - <http://dx.doi.org/10.3402/gha.v8.27106>

Asanduluia, Laura; Romanb, Monica y Fatulescua, Puiu. 2014. The efficiency of healthcare systems in Europe: a Data Envelopment Analysis Approach. *Procedia Economics and Finance* 10. 261 – 268

Ash AS, Fienberg SF, Louis TA, Normand S-LT, Stukel TA, Utts J. 2012. Statistical issues in assessing hospital performance. Baltimore: Centers for Medicare & Medicaid Services.

Banker, R., Charnes, A., y Cooper, W. 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, vol. 30, issue 9, 1078-1092

Barahona-Urbina Planck. 2011. Análisis de eficiencia hospitalaria en Chile.

Barros, O & Aguilera, I. 2013 Asignación de recursos a hospitales: ¿Cómo promover la mejora de servicios y la eficiencia? Working paper. Serie Gestión N° 144. Departamento de Ingeniería Industrial. U. de Chile. <https://www.dii.uchile.cl/wp-content/uploads/2013/08/Asignacion-de-recursos-a-hospitales-como-promover-la-mejora-de-servicios-y-la-eficiencia-Oscar-Barros-e-Ismael-Aguilera.pdf>

Bilsel Murat and Nurhan Davutyan. 2011. Hospital efficiency with risk adjusted mortality as undesirable *output*: the Turkish case. Springer Science+Business Media, LLC.

Bunker, J.P., Frazier, H.S. and Mosteller, F. 1995. The role of medical care in determining health: Creating an inventory of benefits. In, *Society and Health* ed Amick III et al. New York: Oxford University Press. Pp 305-341.

Caballer-Tarazona, María; Moya-Clemente, Ismael; Vivas-Consuelo, David y Barrachina-Martínez, Isabel. 2010. A model to measure the efficiency of hospital performance. *Mathematical and Computer Modelling* 52. 1095–1102

Cabo Salvador Javier. Concepto de “complejidad del case mix” en <http://www.gestion-sanitaria.com/grupos-relacionados-diagnostico-GRD.html> (visto el 4 de septiembre de 2018)

Canadian Institute of Advanced Research, Health Canada, Population and Public Health Branch. AB/NWT 2002, quoted in Kuznetsova, D. 2012. Healthy places: Councils leading on public health. London: New Local Government Network. Available from New Local Government Network website

Canadian Institute for Health Information (CIHI). 2012a. Developing a Model for Measuring the Efficiency of the Health System in Canada. Ottawa, ON.

Canadian Institute for Health Information (CIHI). 2012. Developing a Model for Measuring the Efficiency of the Health System in Canada—Data Availability. Updated September.

Canadian Institute for Health Information (CIHI). 2012b. A Performance Measurement Framework for the Canadian Health System.

Canadian Institute for Health Information (CIHI). 2014. Measuring the Level and Determinants of Health System Efficiency in Canada. Ottawa, ON.

Carreño Dueñas, Alexander. 2008. Medición de la calidad, la eficiencia y la productividad en hospitales públicos de tercer nivel de atención en Bogotá, Rev Administración y Empresa Universidad del Rosario Colombia.

Casas, M y Mattioni, K. IR-GRD: Una guía práctica para médicos. Cuadernos de Gestión Clínica. IASIST

Castillo C., X. Aguilera, M. Hirmas, I. Matute, I. Delgado, M. Nájera, A. Olea, C. González. 2017. Health Insurance Scheme Performance and Effects on Health and Health Inequalities in Chile. MEDICC Review, April–July 2017, Vol 19, No 2–3.

Castro, Rodrigo. 2004. Midiendo la (IN)Eficiencia de los hospitales públicos en Chile. L y D, Informe Social 83.

Charnes, A., Cooper, W. y Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision-making units, European Journal of Operational Research. Volume 2, Issue 6, November 1978, Pages 429-444, [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

Charnes, A., Cooper, W.W., y Rhodes, E. 1979. Measuring the efficiency of decision-making units, European Journal of Operational Research, Volume 3, Issue 4, Page 339, ISSN 0377-2217, [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7).

Chen, Y. 2003. Non-radial Malmquist Productivity Index with an Illustrative Application to Chinese Major Industries, International Journal of Production Economics, 83, 27-35.

Chirikos Thomas N. and Alan M. Sear. 2000. Measuring Hospital Efficiency: A Comparison of Two Approaches Objective. Journal List Health Serv Res.34(6); Feb.

Cid C., D. Debrott, Vera. 2009. Hacia un presupuesto poblacional que remplace el presupuesto histórico en el sistema nacional de servicios de salud.

Cid C, Herrera CA, Prieto L. 2016. Desempeño hospitalario en un sistema de salud segmentado y desigual: Chile 2001-2010. Salud Publica Mex.

Coelli Tim. 2008. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. Australia.

Cooper W. W., Park K. S., Pastor J. T. 1999. RAM: a range adjusted measure of inefficiency for use with additive models, and relations to other models and measures in DEA. Journal of Productivity Analysis, 11, 5–42

Cooper W. W., Park K. S., Pastor J. T. 2001. The range adjusted measure (RAM) in DEA: a response to the comment by Steinmann and Zweifel. *Journal of Productivity Analysis*, 15, 145–152

Cooper W. W., Pastor J. T., Borras F., Aparicio J., Pastor D. 2011. BAM: a bounded adjusted measure of efficiency for use with bounded additive models. *Journal of Productivity Analysis*, 35, 85–94

Cooper W. W., Seiford L., Tone K. 2007. *Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software*. New York: Springer

Culyer A. 2015. *Efficiency, equity and equality in health and quality in health and care*. CHE York.

Dacosta Claro, Iván. 2001. Los servicios de suministros de los establecimientos sanitarios: la medición de la performance. *Rev Esp Salud Pública*, Vol. 75, N.º 4

Dormont, Brigitte et Milcent, Carine. 2011. Comment évaluer la productivité et l'efficacité des hôpitaux publics et privés ? Les enjeux de la convergence tarifaire.

Ehreth Jenifer L. 1994. The development and evaluation of hospital performance measures for policy analysis. *Medical Care*, Volume 32, number 6, pp 568-587.

Epstein D., Jiménez-Rubio D., Smith P and Marc Suhrcke. 2009. *An Economic Framework for Analysing the Social Determinants of Health and Health Inequalities*. CHE Research Paper 52. U York.

M. Epstein, Arnold & Stern, Robert & Weissman, Joel. 1990. Do the Poor Cost More? A Multihospital Study of Patients' Socioeconomic Status and Use of Hospital Resources. *The New England journal of medicine*. 322. 1122-8. 10.1056/NEJM199004193221606.

Evans, D.B.; Tandon, A.; Murray, C.J.L. and Lauer, J.A. 2001. Comparative efficiency of national health systems: cross national econometric analysis, *BMJ*, 323: 307-10

Farrell MJ. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*. 120(A):253-90.

Martínez Úrsula, Faura; Gómez Gallego, Juan Cándido; Pérez Cárcelos, María Concepción y Gómez García, Juan. 2012. Comparación de rankings de eficiencia mediante análisis de componentes principales y DEA. *Estadística Española • Volumen 54, número 178*, pp. 357-373

Flokou A., Vassilis Aletras, Dimitris Niakas. 2017. A window-DEA based efficiency evaluation of the public hospital sector in Greece during the 5-year economic crisis *PLoS One*.

García B. 1997 *Análisis de eficiencia del sector hospitalario: una revisión de métodos*. Cuadernos de Estudios Empresariales. Número 7, 151-176

González Chordá, V.M. y Maciá Soler, M.L. 2011. Grupos de pacientes Relacionados por el Diagnóstico (GRD) en los hospitales generales españoles: variabilidad en la estancia media y el coste medio por proceso. *Enferm. glob.* vol.10 no.24 Murcia oct.

Ministère des Services gouvernementaux et des Services aux consommateurs. 2006. Groupe de travail sur les mesures de performance de la chaîne d'approvisionnement des hôpitaux. Mesures de performance. Rapport du Groupe de travail sur les mesures de performance de la chaîne d'approvisionnement des hôpitaux. Ontario, Canadá.

Hadad Sharon, Yossi Hadad, Tzahit Simon-Tuval. 2013. Determinants of healthcare system's efficiency in OECD countries. *The European Journal of Health Economics* April Volume 14, Issue 2, pp 253–265

Häkkinen Unto and Isabelle Jourmard. 2007. Cross-country analysis of efficiency in OECD health care sectors: options for research. Working paper No 554. OCDE

Harrison Jeffrey P and Sean Meyer. Measuring Efficiency Among US. Federal Hospitals. *The Health Care Manager* Volume 33, Number 2, pp. 117–127. 2014 Wolters Kluwer Health.

Jaime, Jaime Alberto y Luque Calvo, Pedro Luis. 2016. Formulaciones en el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Resolución de casos prácticos. Universidad de Sevilla. Facultad de Matemáticas. Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Kaplan, R. S. and D. P. Norton. 1992. The balanced scorecard - Measures that drive performance. *Harvard Business Review* (January-February): 71-79.

Kawachi I, Subramanian SV, Almeida-Filho N. 2002. A glossary for health inequalities. *J Epidemiol Community Health* 2002; 56: 647–52.

Watkins, Kevin. 2017. Saving lives with equity—the efficient route to the SDGs. Volume 390, No. 10092, p339–340, 22 July

Koechlin, F., L. Lorenzoni and P. Schreyer. 2010. Comparing Price Levels of Hospital Services Across Countries: Results of Pilot Study, *OECD Health Working Papers*, No. 53, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5km91p4f3rzw-en>

Kuhn L. y R. Urriola. 2017. Eficiencia con equidad en salud. Alcances metodológicos para evaluar el desempeño del sistema de salud de Chile. MINSAL-DESAL. Boletín Economía y Salud, Volumen 10, Nº 1.

Kujawska, Justyna. 2015. Measurement of healthcare system efficiency in OECD countries Quantitative methods in economics. Vol. XVI, No. 2, pp. 23 – 32

Liu John S, LouisY.Y.Lu, Wen-MinLu, BruceJ.Y.Lin. 2013. A survey of DEA applications. *Omega* 41 893–902

Lovell, C. A. K., Pastor J. T. 1995. Units invariant and translation invariant DEA models. *Operations Research Letters*, 18, 147–151.

- Malmquist, S. 1953. Index numbers and indifference surfaces, *Trabajos de Estadística* 4, 209–242.
- Mancebón, M. J. 1996. La evaluación de la eficiencia de los centros educativos públicos. Tesis Doctoral, Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública de la Universidad de Zaragoza.
- Marmot, Michael and Allen, Jessica. 2014. *American Journal of Public Health*. Supplement 4, Vol 104, No. S4
- Martín JJ, López del Amo MP. 2007. La medida de la eficiencia de las organizaciones sanitarias. *Presupuesto y Gasto Público*. 49:139–61
- Martín-Rivero, Raquel. 2007. La Eficiencia Productiva en el Ámbito Universitario: Aspectos Claves para su Evaluación. *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 25, núm. 3, diciembre, pp. 793-811. Asociación Internacional de Economía Aplicada. Valladolid, España
- Martínez S, Carrasquilla G, Guerrero R, Gómez-Dantés H, Castro V, Arreola-Ornelas H, Bedregal P. 2011. Cobertura efectiva de las intervenciones en salud de América Latina y el Caribe: métrica para evaluar los sistemas de salud. *Salud Publica Mex*; 53 supl 2:S78-S84.
- McGinnis, J.M., Williams-Russo, P. and Knickman, J.R. 2002. The case for more active policy attention to health promotion. *Health Affairs* 21 (2) pp.78-93.
- Medeiro, Joao & Schwierz, Christoph. 2015. Efficiency estimates of health care systems EUROPEAN ECONOMY. *Economic Papers* 549 | June.
- MINSAL. 2009. Secretaría Ejecutiva Comisión Sectorial de Mecanismos de Presupuestación y Transferencias. Hacia un presupuesto poblacional que reemplace el presupuesto histórico en el Sistema Nacional de Servicios de Salud: Propuesta Metodológica y Estimaciones 2009 – 2010.
- MINSAL. 2016. Instrumento de evaluación. Establecimientos Auto gestionados en Red. Abril.
- MINSAL-DESAL. 2018 Medición cuantitativa de los determinantes sociales de la salud en Chile. Enero.
- MINSAL-DESAL. 2016. Distribución del gasto de salud por enfermedad, edad y sexo a nivel terciario de atención en Chile, año 2014. Septiembre.
- MINSAL. Estudio Verificación del Costo Esperado Individual Promedio por Beneficiario del Conjunto Priorizado de Problemas de Salud con Garantías Explícitas. Varios años.
- Minwir Al-Shammari. 1999. A multi-criteria data envelopment analysis model for measuring the productive efficiency of hospitals. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19 No. 9, pp. 879-890

Moshiri Hossein, Syed Mohammed Aljunid, Rahmah Mohd Amin. 2010. HOSPITAL EFFICIENCY: CONCEPT, MEASUREMENT TECHNIQUES AND REVIEW OF HOSPITAL EFFICIENCY STUDIES Malaysian Journal of Public Health Medicine, Vol. 10 (2): 35-43

OECD. 2017. Tackling Wasteful Spending on Health, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266414-en>

Olini Gabriele. 2017. La gobernanza europea: poner en primer plano el bienestar de las personas. En http://www.primerapietra.cl/papers/2017/PP732-26_6_2017.pdf

Onyebuchi A. Arah, Gert P. Westert, Jeremy Hurst and Niek S. Klazinga. 2006. A conceptual framework for the OECD Health Care Quality Indicators Project. International Journal for Quality in Health Care; September: pp. 5–13

Ortún Rubio, Vicente; Casado Marín, David y Sánchez Tuomala, Joan R. 1999. Medidas de producto y producción en atención primaria. Universitat Pompeu Fabra.

Panagiotis Mitropoulos, IOANNIS Mitropoulos y Aris Sissouras. 2013. Managing for efficiency in health care: the case of Greek public Hospitals. Eur J Health Econ 14:929–938

Peiró Salvador, Jorge García-Petit, Enrique Bernal-Delgado, Manuel Ridao-López y Julián Librero. 2007. El gasto hospitalario poblacional: variaciones geográficas y factores determinantes. Presupuesto y Gasto Público 49: 193-209

Pérez-Romero Carmen, M. Isabel Ortega-Díaz, Ricardo Ocaña-Riola y José Jesús Martín-Martin. 2017. Análisis de la eficiencia técnica en los hospitales del Sistema Nacional de Salud español Gac Sanit. 31(2):108–115

Rahimi Hamed , Mohammad Khammar-nia, Zahra Kavosi, Marzieh Eslahi. 2014. Indicators of Hospital. A Systematic Review. International Journal of Hospital Research 3(4):199-208

Remington Patrick L, Bridget B Catlin and Keith P Gennuso. 2015. The County Health Rankings: rationale and methods. Population Health Metrics 13:11

González B., Rubio; Rubio Cebrián, Santiago y Repullo Labrador, José Ramón. 2007. En busca de nuevas herramientas de análisis de la eficiencia en el sector público sanitario. Rev Adm Sanit. 5(4):659-72

Benedict E, Rumbold; Smith, Judith A.; Hurst, Jeremy; Charlesworth, Anita and Clarke, Aileen. 2014. Overview Improving productive efficiency in hospitals: findings from a review of the international evidence. Health Economics, Policy and Law (2015), 10, 21–43 © Cambridge University Press.doi:10.1017/S174413311400022X

Santelices E, Ormeño H, Delgado M, Luí C, Valdés R, Duran L. 2012. Análisis de la eficiencia técnica en la gestión hospitalaria 2011. Documento de Investigación, Departamento de Desarrollo Estratégico, Ministerio de Salud. Santiago de Chile.

Santelices C. Emilio, Héctor Ormeño C., Magdalena Delgado S., Christopher Lui M., Raúl Valdés V., Lorena Durán C. 2013. Análisis de los determinantes de la eficiencia hospitalaria: el caso de Chile 2013. Rev. méd. Chile vol.141 no.4 Santiago abr.

Seijas Díaz, Amparo y Iglesias Gómez, Guillermo. 2009. Medida de la eficiencia técnica en los hospitales públicos Gallegos. Revista Galega de Economía, vol. 18, núm. 1

Simar, L. y Wilson, P.W. 2007. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. Journal of Econometrics. Vol.136, pp.31--64. Smith, P.C. 2002. Measuring health system performance. Eur J Health Econ. 3: 145.

Smith P, Street A. 2005. Measuring the efficiency of public services: the limits of analysis. Journal of the Royal Statistical Society. 168(2):401-417.

Soteriades, Andreas D. 2017. additiveDEA: Additive Data Envelopment Analysis Models. R package. version 1.1. <https://cran.r-project.org/web/packages/additiveDEA/additiveDEA.pdf>

Spinks, J. y Hollingsworth, B. 2005. Health Production and the Socioeconomic Determinants of Health in OECD Countries: the Use of Efficiency Models, Monash University, Centre for Health Economics Working Paper, n.º 151.

The King's Fund. 2017. Broader determinant of health. Available at: <http://www.kingsfund.org.uk/time-to-think-differently/trends/broader-determinants-health>. Visitado el día 9 de noviembre de 2017.

Tone, Kaoru. 2001. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. European Journal of Operational Research 130 498–509. www.elsevier.com/locate/dsw

Tone, K.. 2002. A Slacks-based Measure of Super-efficiency in Data Envelopment Analysis, European journal of Operational Research, 143, 32-41.

Veillard J., F. Champagne, N. Klazinga, V. Kazandjian, O. A. Arah and A.I. Guisset. 2005. A performance assessment framework for hospitals: the WHO regional office for Europe PATH project. International Journal for Quality in Health Care; Volume 17, Number 6: pp. 487–496 10.1093/intqhc/mzi072

Watkins, K. 2017. Saving lives with equity – the efficient route to the SDGs. The Lancet, Volume 390, Issue 10092, 22-28 July 2017, Pages 339-340. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)31873-1/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)31873-1/abstract)

Whitehead M. 1992. The concepts and principles of equity and health. Int J Health Serv 1992; 22: 429–4

Wilson, P. W. 1995. Detecting influential observations in data envelopment analysis. Journal of Productivity Analysis, 6 (1) pp. 27–46.

WHO. 2014. Monitoring, Evaluation and Review of National Health Strategies: A country-led platform for information and accountability.

Zhaohui Cheng, Miao Cai, Hongbing Tao, Zhifei He, Xiaojun Lin, Haifeng Lin, and Yuling Zuo. 2016. Efficiency and productivity measurement of rural township hospitals in China: a bootstrapping data envelopment analysis *BMJ Open*. 6(11): e011911.

Zhu, J. 1996. Data Envelopment Analysis with preference Structure, *Journal of the Operational Research Society*, 47, 136-150.

Anexo 1 Otras técnicas y métodos para medir eficiencia

1) Medición de Eficiencia a través de cadenas de abastecimiento

Entre las medidas de eficiencia utilizadas se encuentra el sistema de evaluación de las Cadenas de Abastecimiento cuyo objetivo es maximizar un determinado valor de una función de abastecimiento lo cual se asemeja a las ecuaciones de investigación operativa con objetivos del tipo reducir los “puntos muertos” minimizar stocks, detectar cuellos de botella de las cadenas, etc.

Esta óptica que se desarrolló por ejemplo en Canadá (Groupe de travail sur les mesures de performance de la chaîne d’approvisionnement des hôpitaux 2006) y en España (Dacosta 2001) para establecer medidas de desempeño de las cadenas de abastecimiento en los hospitales permite a los organismos concentrarse especialmente en la excelencia estratégica más que en las competencias en materia operativa. En Chile se han implantado en la gestión pública diversos esquemas de Planificación Estratégica y desarrollo de procesos que conllevan a este tipo de resultados. En efecto, en la primera etapa de la elaboración de la cadena de abastecimiento se enfatizan las prácticas que hacen más eficientes las actividades del ciclo que componen la cadena, es decir: planificación, compra, almacenamiento, circulación de equipos e insumos y pagos por productos y servicios.

El propio perfeccionamiento de las técnicas de soporte (información online, automatización de aspectos operacionales, etc.) ha exigido mayor eficacia, pero al mismo tiempo mayor flexibilidad lo que se ha demostrado que aporta significativamente a reducir los costos, mejorar la atención de los pacientes, responder oportunamente a las necesidades de los profesionales que atienden pacientes y mejorar las relaciones y precios con los pacientes.

2) Medición de eficiencia a través de los gastos innecesarios

Esta óptica también permite comparar el desempeño de los establecimientos hospitalarios, es decir, invertir el análisis *input-output* y partir de los gastos innecesarios en salud que son: i) Servicios y procesos que causan perjuicios o no reportan beneficios; y, ii) Costos que pueden ser evitados con alternativas más baratas. Es intuitivamente claro que estos gastos se reproducen en el ámbito de la salud, pero no es fácil su medición.

La OCDE (2017), sin embargo, ha evaluado que los recursos pueden ser asignados ineficientemente por diferentes razones, entre ellas:

1. 10% de los pacientes tienen tratamientos erróneos. Esto implica que 10% de los gastos hospitalarios se usan en corregir perjuicios o daños
2. Muchos pacientes reciben prestaciones innecesarias
3. Una apreciable proporción de las atenciones de urgencia podría haber sido resueltas en atención primaria o aun tratada por los mismos pacientes (atención domiciliaria) con una educación adecuada
4. Hay excesivas prescripciones y consumo de antibióticos (contribuye a mayores gastos y a una menor resistencia antimicrobiana)
5. No se ha desarrollado suficientemente el mercado de genéricos

6. Varios procesos no agregan valor e incluso son capturados por el fraude y la corrupción.

En suma, la OCDE estima que 20% del gasto podría ser recuperado para mejores usos (ibid).

En consecuencia, las categorías o variables que permitirían construir indicadores para esta visión de gastos innecesarios se refieren a: Pacientes que no reciben las prestaciones adecuadas: esto incluye duplicación de servicios, falta de prevención intrahospitalaria (p. ej. caso de infecciones) y tratamientos innecesarios (por ejemplo, cesárea e imagenología); sobre uso de recursos sin añadir beneficios: Medicamentos o aparatos descartados sin uso o cuando se podría comprar insumos a precios más baratos. O recurrir a departamentos de urgencia que son más caros que los de atención normal por falta de atención en éstos; y, pérdidas de recursos por su uso en procedimientos que no contribuyen a los resultados en los pacientes. Es decir, procedimientos administrativos innecesarios que incluso en ciertos casos están asociados a fraude, abuso o corrupción.

De hecho, cortar gastos innecesarios es un objetivo intermedio que vale la pena perseguir porque puede: i) aportar ahorros estratégicos; ii) apoyar un enfoque transformador del valor en los sistemas de cuidado de la salud y iii) contribuir sustancialmente a posibilitar reformas estructurales a largo plazo.