

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ECONÓMICA**



“MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LOS
HOSPITALES EN LA REGIÓN DE PUNO: UNA
APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS
(DEA)”.

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. EDWIN CUTIPA LUQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ECONOMISTA

PUNO - PERU

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA

“MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LOS
HOSPITALES EN LA REGIÓN DE PUNO: UNA
APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS
(DEA)”

TESIS

Presentado por:

EDWIN CUTIPA LUQUE

Para Optar el Título de:

INGENIERO ECONOMISTA

APROBADO POR EL JURADO DICTAMINADOR:

PRESIDENTE


Dr. Esteban Héctor GARCIA CHIRE

PRIMER JURADO


Dr. Alfredo Pelayo CALATAYUD MENDOZA

SEGUNDO JURADO


M. Sc. María del Pilar BLANCO ESPEZUA

DIRECTOR DE TESIS


M. Sc. Rene paz PAREDES MAMANI

AREA : POLÍTICAS PÚBLICAS Y SOCIALES

TEMA : SALUD



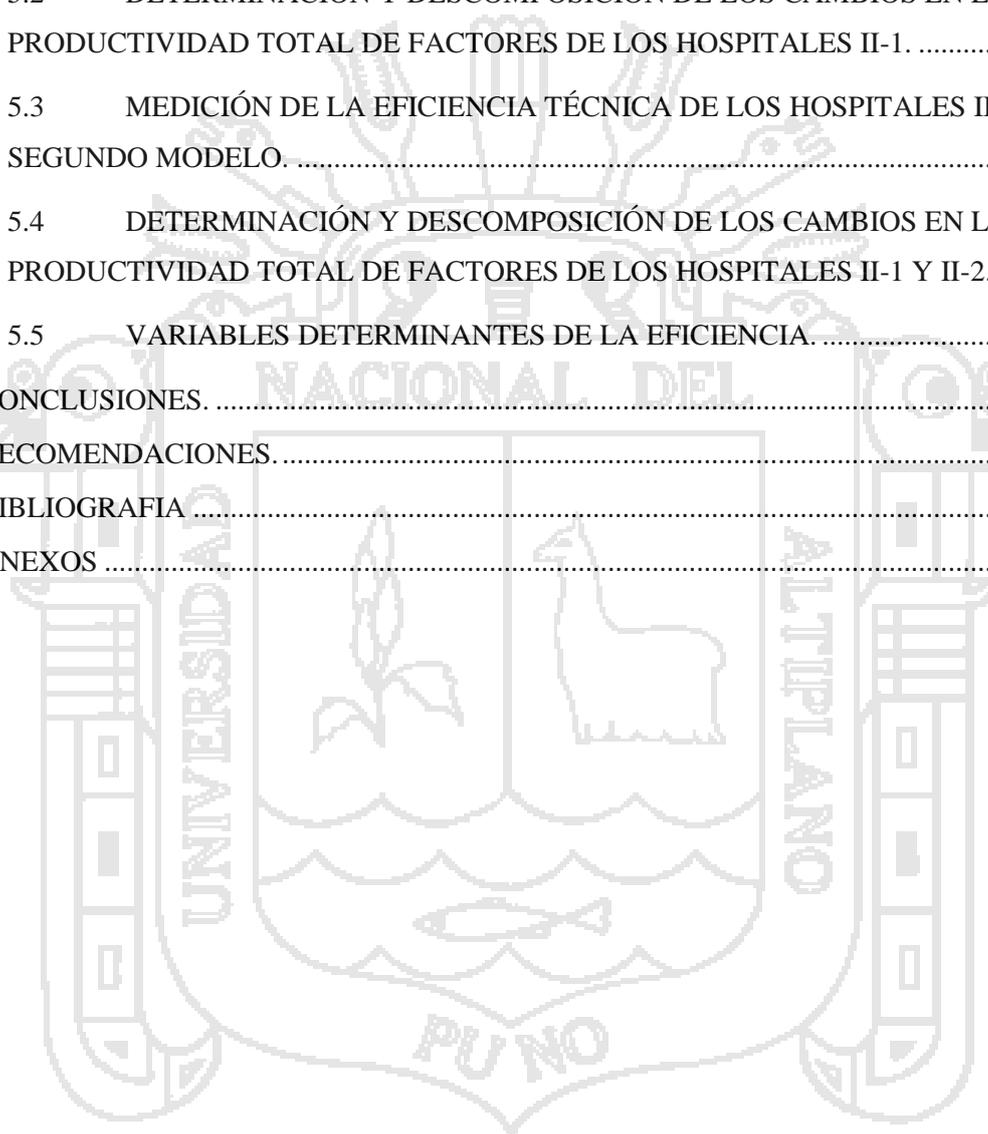
*Dedicado a mis padres Miguel y Francisca
por su confianza y apoyo incondicional, a
mis hermanos Jhony y Henry por la alegría
que en ellos encuentro.*

ÍNDICE

Lista de cuadros	
Lista de gráficos	
Lista de diagramas	
Lista de siglas	
RESUMEN.....	1
SUMMARY	4
INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.2.1 Estudios en el Perú.....	12
1.2.2 Estudios en el extranjero.....	15
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.3.1 Objetivos generales.....	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1 MARCO TEÓRICO.....	20
2.1.1 Revisión teórica del concepto de eficiencia.....	25
2.1.1.1 Eficiencia técnica.....	27
2.1.1.2 Eficiencia asignativa.....	29
2.1.1.3 Eficiencia económica.....	31
2.1.2 Diferencias entre eficiencia técnica y productividad.....	31
2.1.3 Orientaciones de las medidas de eficiencia técnica: Input y Output orientada... 33	
2.1.3.1 Medidas orientadas al input.....	33
2.1.3.2 Medidas orientadas al output.....	35
2.1.4 Frontera de posibilidades de producción.....	38
2.1.5 Estimación de la eficiencia mediante métodos paramétricos: SFA y DFA.....	40
2.1.6 Estimación de la eficiencia mediante métodos no paramétricos: Data Envelopment Analysis (DEA).....	42

2.1.6.1	El Análisis Envolvente de Datos (DEA).....	43
2.1.6.2	El modelo de rendimientos constantes a escala (CCR).....	52
2.1.7	Medición del cambio productivo y tecnológico.....	57
2.1.7.1	El Índice de productividad Malmquist.....	58
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	62
2.2.1	Eficiencia en el sector salud.....	62
2.2.2	Estructura, características y servicios hospitalarios en el Perú.....	66
2.2.2.1	Organización del sistema de salud en el Perú.....	66
2.2.2.2	Establecimientos de salud: Niveles de atención, complejidad y categorías....	70
2.2.2.3	Cobertura y características de los establecimientos de salud en el Perú.....	75
2.2.3	Características del sistema de salud de la Región de Puno.....	79
2.3	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	81
2.3.1	Hipótesis general.....	81
2.3.2	Hipótesis específicas.....	81
CAPÍTULO III. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....		82
3.1	METODOLOGÍA.....	82
3.2	UNIDADES DE ANÁLISIS.....	83
3.3	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	84
3.3.1	Variables outputs o productos.....	84
3.3.2	Variables inputs o insumos.....	85
3.3.3	Análisis de estadísticos descriptivos.....	86
CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....		95
4.1	AZÁNGARO: HOSPITAL CARLOS CORNEJO ROSELLO.....	97
4.2	MACUSANI: HOSPITAL SAN MARTIN DE PORRES.....	98
4.3	JULI: HOSPITAL JULI.....	98
4.4	ILAVE: HOSPITAL ILAVE.....	99
4.5	HUANCANÉ: HOSPITAL LUCIO ALDAZABAL PAUCA.....	100
4.6	LAMPA: HOSPITAL ANTONIO BARRIONUEVO.....	101
4.7	AYAVIRI: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS.....	102
4.8	SANDIA: HOSPITAL SANDIA.....	103
4.9	YUNGUYO: HOSPITAL YUNGUYO.....	104

4.10	PUNO: HOSPITAL MANUEL NUÑEZ BUTRON.....	105
4.11	JULIACA: HOSPITAL CARLOS MONGE MEDRANO.	106
CAPÍTULO V. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		108
5.1	MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LOS HOSPITALES II-1: PRIMER MODELO.....	108
5.2	DETERMINACIÓN Y DESCOMPOSICIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES DE LOS HOSPITALES II-1.	115
5.3	MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LOS HOSPITALES II-1 Y II-2: SEGUNDO MODELO.	118
5.4	DETERMINACIÓN Y DESCOMPOSICIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES DE LOS HOSPITALES II-1 Y II-2.	125
5.5	VARIABLES DETERMINANTES DE LA EFICIENCIA.	126
CONCLUSIONES.		129
RECOMENDACIONES.....		133
BIBLIOGRAFIA.....		135
ANEXOS.....		141



Lista de cuadros

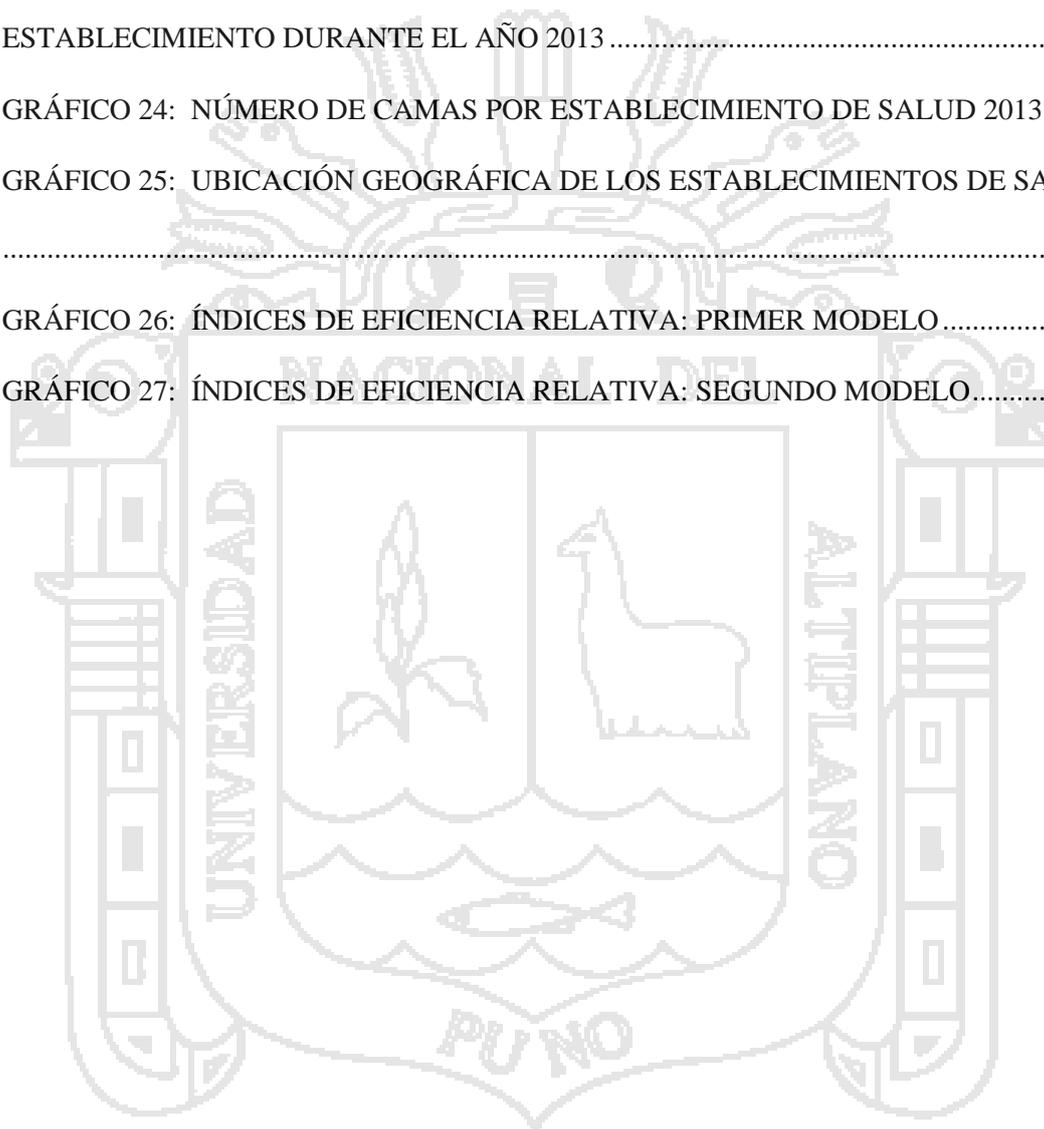
CUADRO 1: NIVELES DE COMPLEJIDAD Y CATEGORÍAS DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	72
CUADRO 2: COMPARATIVO NACIONAL DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	75
CUADRO 3: ESTABLECIMIENTOS DE SALUD PÚBLICOS DE LA REGIÓN PUNO (2013).....	79
CUADRO 4: PROFESIONALES DE SALUD SEGÚN TIPO DE ESTABLECIMIENTO DE SALUD	81
CUADRO 5: UBICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	84
CUADRO 6: VARIABLES INPUTS Y OUTPUTS.....	86
CUADRO 7: EGRESOS HOSPITALARIOS 2011-2013	87
CUADRO 8: CONSULTAS HOSPITALARIAS 2011-2013.....	89
CUADRO 9: EMERGENCIAS HOSPITALARIAS 2011-2013.....	90
CUADRO 10: CONSULTORIOS HOSPITALARIOS 2011- 2013.....	92
CUADRO 11: PERSONAL POR ESTABLECIMIENTO DE SALUD.....	94
CUADRO 12: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: AZÁNGARO	97
CUADRO 13: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: MACUSANI.....	98
CUADRO 14: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: JULI.....	99
CUADRO 15: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: ILAVE	100
CUADRO 16: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: HUANCANÉ... ..	101
CUADRO 17: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: LAMPA	102
CUADRO 18: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: AYAVIRI	103
CUADRO 19: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: SANDIA	104
CUADRO 20: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: YUNGUYO	105
CUADRO 21: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: PUNO	106

CUADRO 22: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: JULIACA	107
CUADRO 23: ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA (DEA – CCR INPUT ORIENTADO)	109
CUADRO 24: HOLGURAS INPUT E ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA.....	112
CUADRO 25: VARIACION DE INPUT NECESARIA PARA UBICARSE SOBRE LA FRONTERA EFICIENTE.	114
CUADRO 26: ÍNDICE DE MALMQUIST.....	117
CUADRO 27: ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA (DEA – CCR INPUT ORIENTADO)	118
CUADRO 28: HOLGURAS INPUT E ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA.....	121
CUADRO 29: HOLGURAS PROYECTADAS: VARIACIÓN DE INPUT NECESARIA PARA UBICARSE SOBRE LA FRONTERA EFICIENTE.....	124
CUADRO 30: ÍNDICE DE MALMQUIST.....	126
CUADRO 31: TEST MANN – WHITNEY	127

Lista de gráficos

GRÁFICO 1: CURVAS DE PRODUCCIÓN – ISOCUANTA.....	22
GRÁFICO 2: FRONTERA DE POSIBILIDADES DE PRODUCCIÓN.....	24
GRÁFICO 3: ISOCUANTA DE UNIDADES EFICIENTES	28
GRÁFICO 4: LÍNEA DE ISOCOSTE.....	30
GRÁFICO 5: CURVA DE LA FRONTERA DE PRODUCCIÓN	32
GRÁFICO 6: EFICIENCIA TÉCNICA Y LOCALIZADA	34
GRÁFICO 7: ISOCUANTA CONVEXA LINEAL	35
GRÁFICO 8: ORIENTACIÓN INPUT Y OUTPUT - MEDIDAS DE EFICIENCIA TÉCNICA Y RENDIMIENTOS DE ESCALA	37
GRÁFICO 9: EFICIENCIA TÉCNICA Y DE LOCALIZACIÓN. ORIENTACIÓN OUTPUT	38
GRÁFICO 10: MÉTODOS DE ESTIMACIÓN.....	39
GRÁFICO 11: INEFICIENCIAS ESTOCÁSTICAS Y DETERMINÍSTICAS.....	42
GRÁFICO 12: ORIENTACIONES EN DEA.....	47
GRÁFICO 13: MEDIDAS DE EFICIENCIA Y HOLGURAS DE INPUT	55
GRÁFICO 14: CAMBIO EN EFICIENCIA TÉCNICA Y CAMBIO TECNOLÓGICO	61
GRÁFICO 15: ESTABLECIMIENTOS DE SALUD PÚBLICOS A NIVEL NACIONAL (2014).....	76
GRÁFICO 16: ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL SECTOR POR INSTITUCIÓN (2010).....	76
GRÁFICO 17: HOSPITALES DEL SECTOR POR INSTITUCIÓN (2005)	77
GRÁFICO 18: PORCENTAJE DE HOSPITALES DEL MINSA POR REGIONES (2010) ...	78
GRÁFICO 19: PORCENTAJE DE HOSPITALES MINSA POR ZONAS (2010)	78
GRÁFICO 20: CAMAS HOSPITALARIAS PUNO - 2013	80

GRÁFICO 21: PORCENTAJE DE EGRESOS HOSPITALARIOS POR ESTABLECIMIENTO DURANTE EL AÑO 2013	88
GRÁFICO 22: PORCENTAJE DE CONSULTAS HOSPITALARIAS POR ESTABLECIMIENTO DURANTE EL AÑO 2013	89
GRÁFICO 23: PORCENTAJE DE EMERGENCIAS HOSPITALARIAS POR ESTABLECIMIENTO DURANTE EL AÑO 2013	90
GRÁFICO 24: NÚMERO DE CAMAS POR ESTABLECIMIENTO DE SALUD 2013	93
GRÁFICO 25: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.	96
GRÁFICO 26: ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA: PRIMER MODELO	110
GRÁFICO 27: ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA: SEGUNDO MODELO	120



Lista de diagramas

DIAGRAMA 1: COMPONENTES DE PROCESO DE UN SISTEMA DE SALUD 65

DIAGRAMA 2: ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE SALUD DEL PERÚ 68



Lista de siglas

MINSA: Ministerio de Salud

DIRESA: Dirección Regional de Salud

ESSALUD: Seguro Social de Salud

UPS: Unidad Productora de Servicios

EPS: Empresa Prestadora de Servicios.

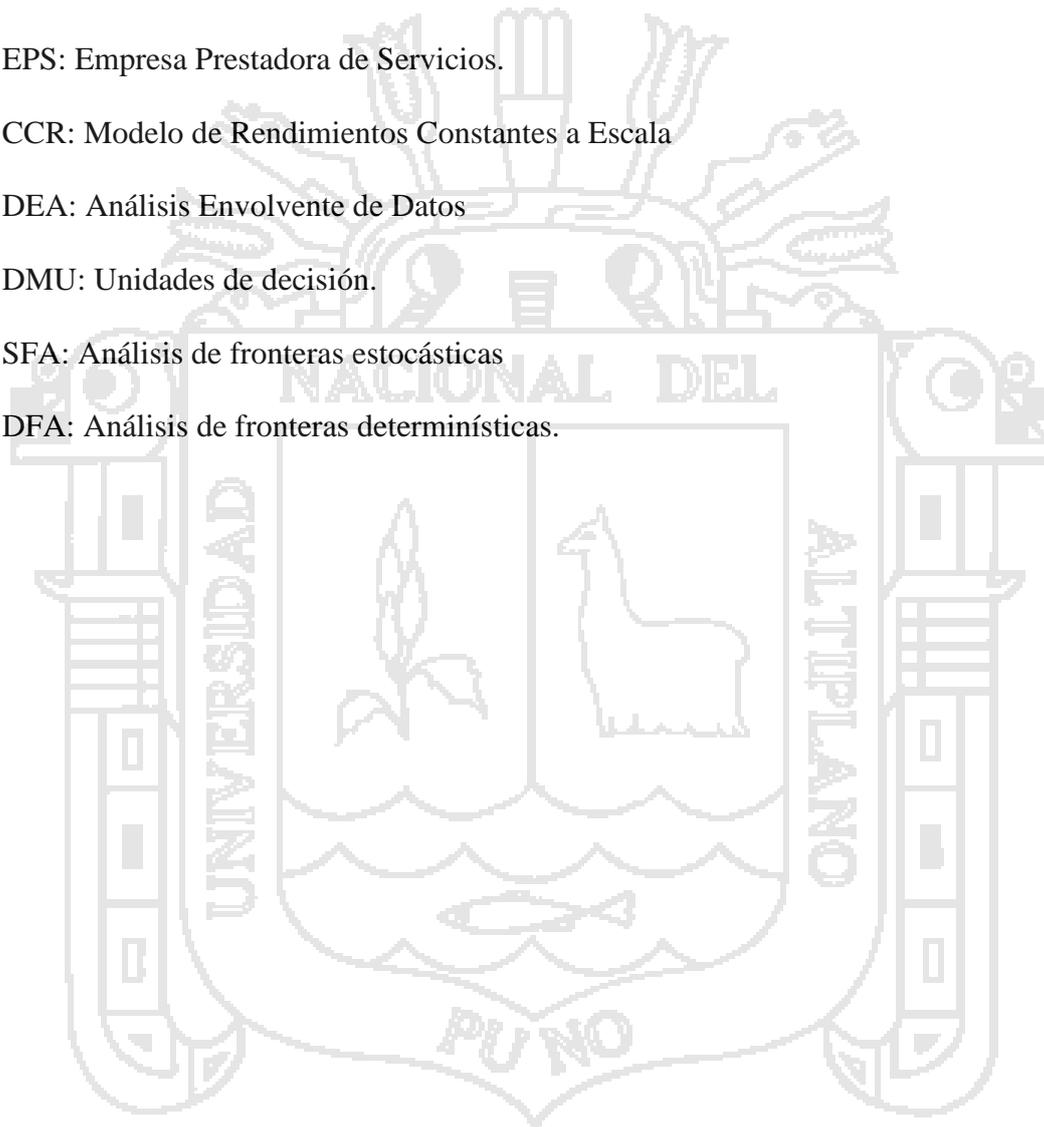
CCR: Modelo de Rendimientos Constantes a Escala

DEA: Análisis Envoltante de Datos

DMU: Unidades de decisión.

SFA: Análisis de fronteras estocásticas

DFA: Análisis de fronteras determinísticas.



RESUMEN

Las medidas de eficiencia aplicadas a los servicios hospitalarios están enfocadas principalmente a través del uso de ratios según Unidades Productoras de Servicios (UPS)¹, de acuerdo al Nivel de Atención y la categorización de establecimientos de salud. Si bien es cierto que estos indicadores cumplen las condiciones de objetividad y especificidad, estos no son capaces de medir la eficiencia del uso de los recursos en la producción de los servicios hospitalarios.

Es por ello que con el estudio propuesto, se pretende contribuir a la medición del desempeño de los hospitales, principalmente a la medición de la eficiencia técnica de los servicios hospitalarios. Esto con la finalidad de conocer la situación en la que se encuentran los hospitales de la Región de Puno, y en función a ello poder tomar decisiones de política replicando lo realizado en las unidades más eficientes sobre las menos eficientes.

Así, se ha planteado objetivos como la elaboración de un ranking de eficiencia técnica para los hospitales de la Región de Puno, además de Medir la eficiencia técnica de los hospitales de categoría II-1 y II-2 de la Región de Puno, Medir los cambios de la eficiencia técnica y determinar el cambio en la Productividad Total de los Factores durante el periodo 2011-2013.

Para el logro de estos objetivos sea empleado la metodología del análisis envolvente de Datos (DEA), el cual es una técnica de programación matemática no paramétrica, que es utilizada para determinar la estimación de la frontera. Asimismo, a

¹Es la unidad básica funcional del establecimiento de salud constituida por el conjunto de recursos humanos y tecnológicos en salud (infraestructura, equipamiento, medicamentos, procedimientos clínicos, entre otros), organizada para desarrollar funciones homogéneas y producir determinados servicios, en relación directa con su nivel de complejidad. Algunas de estas unidades son: Emergencia, centro quirúrgico, Unidad de cuidados intensivos, entre otros.

través de esta metodología, se calcula el índice de Malmquist, el cual permite descomponer el crecimiento de la productividad en dos componentes: cambios en la eficiencia técnica y en la tecnología a lo largo del tiempo

Tomando en consideración una primera muestra de los 9 hospitales de categoría II-1, se ha identificado que los hospitales más eficientes, en promedio para el periodo 2011 -2013, fueron el hospital de Ilave, Ayaviri y Sandia. En cuanto a los hospitales ineficientes, en promedio su índice de eficiencia técnica alcanza el 94.2%, o lo que es lo mismo, un porcentaje de ineficiencia de 5.8%.

Asimismo se ha estimado un segundo modelo, que incorpora a los dos hospitales de mayor complejidad de la Región (Puno y Juliaca), Como era de esperarse los hospitales de Juliaca y Puno contribuyen continuamente a la construcción de la frontera eficiente. En cuanto a los demás establecimientos, para el año 2011 los resultados son similares comparados al primer modelo, puesto que los hospitales de Sandia, Ayaviri, Lampa, Ilave y Macusani siguen siendo considerados eficientes respecto a las demás establecimientos. No obstante, existen dos situaciones que caracterizan a este segundo modelo. Por un lado, el hospital de Azángaro que evaluado en el primero modelo con sus pares de categoría II-1 obtuvo una calificación de eficiencia, en esta nueva estimación obtiene un índice de 0.839, con lo cual es ubicado por debajo de la frontera eficiente. Por otro lado, los hospitales que en el primer modelo lograron calificaciones de no eficientes, en este segundo modelo se ven aún más perjudicadas, pues sus calificaciones se ajustaron a la baja.

Como conclusión principal de la investigación se encontró que alrededor del 50% de las instituciones analizadas, aquellas que mostraron ineficiencia técnica relativa en su proceso de producción, presentaron sobredimensionamiento en sus recursos humanos.

Esto es, dado un nivel de producción, estas instituciones hubieran podido alcanzarlo con un nivel menor de insumos.

Palabras claves:

Eficiencia, eficiencia técnica, frontera de posibilidades de producción, análisis envolvente de datos (DEA), holguras, productividad e índice de Malmquist.



SUMMARY

The efficiency measures applied to hospital services are focused primarily through the use of ratios as Production Units Services (UPS) according to the level of care and categorization of health. While these indicators meet the conditions of objectivity and specificity, they are not able to measure the efficiency of resource use in the production of hospital services.

That is why the proposed in this thesis project, the study aims to contribute to the measurement of hospital performance, mainly to the measurement of technical efficiency of hospital services. This in order to know the situation in which are the hospitals in the region of Puno, and according to it to make policy decisions replicating what was done in the most efficient units on less efficient.

Thus has arisen goals such as developing a ranking of technical efficiency for hospitals in the region of Puno, plus Measuring technical efficiency of hospitals in category II-1 and II-2 of the Puno region, Measure changes in technical efficiency and determine the change in Total Factor Productivity for the period 2011-2013.

To achieve these goals is employed the methodology of data envelopment analysis (DEA), which is a nonparametric technique mathematical programming, which is used to determine the estimate of the border. Changes in technical efficiency and technology over time: Also, through this methodology, the Malmquist index, which can decompose productivity growth into two components is calculated

Considering a first sample of the 9 hospitals in category II-1, has been identified as the most efficient, on average for the period 2011 -2013, hospitals were hospital wrench, Ayaviri and Sandia. As for the inefficient hospitals, average index of technical efficiency reaches 94.2%, or what is the same, a percentage of 5.8% inefficiency.

It has also estimated a second model, which incorporates the two hospitals increased complexity of the region (Puno and Juliaca). As expected hospitals Juliaca and Puno continuously contribute to the construction of the efficient frontier. As for other establishments, for 2011 the results are similar compared to the first model, since hospitals Sandia, Ayaviri, Lampa, Ilave and Macusani still considered efficient compared to other establishments. However, there are two situations that characterize this second model. On the one hand, the hospital Azángaro that evaluated the first model with peers of category II-1 obtained an efficiency rating in this new estimate obtained an index of 0.839, which is located below the efficient frontier. Moreover, hospitals that achieved in the first model scores inefficient, in this second model are further disadvantaged because their ratings are adjusted downward.

The main conclusion of the investigation it was found that about 50% of the institutions analyzed, those that showed relative technical inefficiency in the production process, presented Oversizing human resources. That is, given a production level, these institutions have been able to achieve with a lower level of inputs.

Keyword:

Efficiency, technical efficiency, production possibility frontier, Data envelopment analysis (DEA), slacks, productivity and Malmquist index

INTRODUCCIÓN

La idea de eficiencia económica goza actualmente de un gran arraigo e impulso, incluso entre los agentes públicos. Señal de ello es el hecho que la eficiencia (junto a la eficacia y equidad) es un objetivo del sector salud.

La necesidad de considerar el uso eficiente de los recursos es un objetivo explícitamente establecido por todos los servicios de salud. La mejora de los instrumentos que miden la eficiencia en las organizaciones es un elemento básico para la gestión de las mismas.

Las empresas de servicios creen generalmente que ofrecen servicios, no que fabrican productos; de ahí que, no consigan pensar y actuar de forma tan coherente como lo hacen las empresas de fabricación, preocupadas por la producción eficiente, a costo bajo, de productos que satisfagan al cliente.

En la literatura internacional, existe un número importante y creciente de estudios sobre medida de la eficiencia de las organizaciones sanitarias, utilizando tanto técnicas paramétricas como no paramétricas. Hollingsworth (1999) identificaron 91 aplicaciones en el sector sanitario, incluyendo trabajos publicados hasta 1997.

La mayor parte de la producción científica sobre la eficiencia del sector salud procede de la segunda mitad de los noventa, dentro de la cual podemos mencionar los siguientes. Un estudio realizado en 40 servicios del Complejo Hospitalario Juan Canalejo encontró que los servicios analizados muestran un alto grado de eficiencia, y que de los mismos se deduce que la ineficiencia técnica global es debida en mayor medida a ineficiencia técnica más que a un inadecuado dimensionamiento de los servicios. Estudios en Colombia concluyen que los hospitales muestran mayor eficiencia técnica que asignativa; y, por nivel de complejidad, los hospitales de nivel II

resultan ser más eficientes técnicamente que los de niveles I y III, siendo los hospitales de nivel I los que reflejan mayor ineficiencia. Esta ineficiencia estaría explicada por el sobredimensionamiento de recurso humano y físico y el sobre costo de los mismos, de acuerdo con el volumen demandando de éstos.

La actividad investigadora en la medida de la eficiencia de las organizaciones de salud, al igual que en otros sectores de la economía peruana, es de aparición bastante reciente. En el 2003, Sanabria realizó el estudio de “Análisis de la eficiencia de la oferta de servicios de salud. El caso de los puestos de salud de Tumbes”. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia técnica de los establecimientos de salud de Tumbes, entendiéndola como la capacidad de los establecimientos de generar el máximo producto (servicios de salud), dada su combinación de insumos. Otro de los estudios sobre medida de la eficiencia en el sector salud para el Perú es el publicado por Madueño y Sanabria (2003); en este estudio, se utilizó el análisis envolvente de datos (DEA) para la estimación de los niveles de eficiencia y la producción potencial de las diferentes categorías de establecimientos de salud, encontrando que los centros y puestos de salud han operado en un nivel de eficiencia técnica de 71% y 58%, respectivamente.

El éxito de la política del sector salud, dirigida hacia una ‘mejor práctica’, pasa por identificar en forma oportuna aquellos servicios eficientes de los ineficientes. Para ello, actualmente se cuenta con métodos de estimación de frontera y eficiencia, que a diferencia de los métodos de promedio solo miden y comparan con el comportamiento común observado.

El análisis envolvente de datos (DEA: Data Envelopment Analysis) es un procedimiento no paramétrico y determinístico de evaluación de la eficiencia relativa

de un conjunto de unidades de decisión (DMU: Decisión Making Units) homogéneas. Utilizando las cantidades de inputs y outputs consumidas y producidas por cada unidad, y mediante técnicas de programación lineal, el DEA construye, a partir de la ‘mejor práctica’ observada, la frontera eficiente de producción, con respecto a la cual se evalúa la eficiencia de cada unidad.

El calificativo determinista implica que, la frontera de producción de costes de cada DMU carece de elementos aleatorios. El carácter no paramétrico significa que no requieren especificar una determinada forma funcional de la función frontera. Todo esto representa una ventaja aparente en el caso del DEA, por la mayor flexibilidad del método, pero el inconveniente fundamental consiste en la falta de propiedades estadísticas de los resultados obtenidos con la programación matemática

De esta forma, el objetivo del presente trabajo de investigación es determinar y calcular los niveles de eficiencia técnica de los hospitales del departamento de Puno durante el año 2011 y 2003.

El presente trabajo de investigación se estructura en once secciones. En la primera sección se plantea el problema que motiva la investigación y los objetivos que son perseguidos. En la segunda sección se plantea la justificación del estudio. En la sección tres y cuatro se desarrolla el marco conceptual y teórico. Posteriormente, la investigación presenta las hipótesis planteadas y el Marco Metodológico; en la séptima y octava sección se caracteriza el área de investigación y se analiza las variables involucradas en el estudio. Seguidamente en las secciones novena y decimase corroborar las hipótesis planteadas con los cálculos de las medidas de eficiencia técnica y productividad total de factores. Finalmente en la décima primera sección se muestran las conclusiones y recomendaciones que se derivan de la presente investigación.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El entendiendo del nivel de eficiencia de los hospitales² constituye una fuente de información relevante para la revisión de la gestión así como para el diseño de políticas que contribuyan al mejoramiento de los servicios de salud, y por tanto, a una mayor satisfacción de las necesidades de salud de sus habitantes.

Desde el punto de vista del sector salud, una medida de eficiencia que permita comparar relativamente a los establecimientos de salud servirá para evaluar su capacidad de resolución, lo cual a su vez permitirá al Gobierno contar con un indicador de desempeño que muestre la actuación de cada uno de ellos.

En el Perú, en la actualidad para la evaluación de la eficiencia de los hospitales se recurren a diversos indicadores de eficiencia parcial como por ejemplo el número consultas realizadas, tiempos dedicados a las atenciones, porcentajes de ocupación de camas, entre otros; los cuales ofrecen una visión aislada acerca de la eficiencia de los servicios de salud, pues no toman en cuenta la manera en que los insumos son combinados para finalmente producir servicios hospitalarios.

² Para la presente investigación la eficiencia de los hospitales es entendida como eficiencia técnica. Este concepto y otros serán ampliamente tratados en posteriores secciones del estudio.

Sin embargo dentro de la literatura económica de la eficiencia y productividad, existen medidas alternativas de eficiencia, que evalúan los productos o servicios de las Unidades de Decisión³ y que son capaces de evaluar cada Unidad dentro de un conjunto de Unidades de Decisión; así, de entre las medidas posibles, la más adecuada para el caso del sector público es la correspondiente a la eficiencia técnica. Esta medida, como tal, es un indicador referido al uso de insumos o recursos, el cual admite dos orientaciones posibles: una hacia el producto y otra hacia el insumo.

La importancia de esta medida puede ser entendida como una herramienta adicional para la toma correcta de decisiones a la hora de la asignación de recursos, o a la hora de plantear modificaciones al sistema de prestación de servicios de salud dentro de los hospitales.

Así, dada la exposición realizada previamente, el problema que guía esta investigación puede entenderse como:

En primer lugar, actualmente los indicadores de eficiencia de los servicios hospitalarios están representados por indicadores de proceso, como por ejemplo el número de consultas realizadas, tiempos dedicados a las atenciones, porcentajes de ocupación de camas, entre otros; los cuales al ser indicadores parciales de eficiencia, en el sentido de que su construcción considera solo un producto o servicio hospitalario y un solo insumo, no son adecuados al momento de evaluar la eficiencia de un establecimiento de salud de manera global. Este hecho genera la necesidad de encontrar un indicador que tome en consideración, en la medida de las posibilidades, todos los productos o servicios hospitalarios y los insumos necesarios para su consecución.

³ Entiéndase a partir de ahora como Unidades de Decisión a las unidades productoras de servicios de salud, sean estas postas de salud, centros de salud u hospitales.

En segundo lugar, si bien los indicadores de eficiencia actuales pueden ser útiles para comparar la eficiencia de cada uno de los establecimientos de salud, y analizar de entre ellos el de mejores prácticas, estos no serán del todo objetivos; pues al tener solo indicadores de eficiencia parciales, se estará comparando solo la eficiencia en determinados productos o servicios hospitalarios. Por ejemplo, si tenemos dos establecimientos de salud, A y B, y queremos analizar cuál de ellos es el más eficiente, la práctica habitual nos llevará a comparar, en un caso, el número de consultas realizadas o porcentaje de ocupación de camas del establecimiento A con los del establecimiento B. Esta forma de comparación, como puede comprobarse, ofrece una idea limitada de eficiencia, pues solo ofrecen un comparativo de indicadores por determinados servicios de salud, cuando lo más adecuado sería disponer de un solo indicador de eficiencia que nos permita comparar establecimientos de salud respecto a otros, y ver de entre todos el mejores prácticas.

Por lo tanto, frente a lo anteriormente expuesto el principal reto que se plantea en esta investigación es determinar los niveles de eficiencia técnica relativa de los hospitales públicos, estimando para ello una frontera eficiente de producción, en base a los insumos de capital y trabajo que se vienen empleando, esto con el fin de encontrar, para cada hospital, la combinación de insumos que maximice la relación producto por factor, e identificar cuáles de ellas se gestionan correctamente, y cuáles lo hacen de manera incorrecta o por debajo de sus posibilidades.

En este punto es necesario precisar que el problema planteado es una cuestión que alcanza a todos los establecimientos de salud del Perú, pero que sin embargo el análisis contenido en esta investigación se ocupará solamente de los hospitales del departamento de Puno.

En ese sentido, la interrogante que guía el presente trabajo de investigación es:
¿Cuáles son los niveles relativos de eficiencia técnica de los hospitales públicos en la Región de Puno?

Cabe resaltar que uno de los resultados de mucha utilidad al que se espera llegar con la resolución de esta interrogante es la obtención de un mejor indicador del grado de eficiencia relativa de los hospitales públicos, y que ayude a la detección, en caso de su existencia, de recursos físicos y humanos ociosos.

1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

En el Perú, si bien se han desarrollado estudios que intentan medir la eficiencia del gasto público, en cuanto al tema de salud estos son muy escasos.

De la revisión efectuada se ha logrado identificar los siguientes estudios realizados tanto en el Perú como en el extranjero:

1.2.1 Estudios en el Perú.

Sanabria (2003) realiza el estudio “Análisis de la Eficiencia de la Oferta de Servicios de Salud. El caso de los Puestos de Salud de Tumbes”. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia técnica de los establecimientos de Salud de Tumbes, entendiéndola como la capacidad de los establecimientos de generar el máximo producto (Servicios de Salud), dada su combinación de insumos. En este estudio se señala que existe una heterogeneidad en los Puestos de Salud en el sentido de tener una alta dispersión de promedios de eficiencia, además de existir posibilidades de mejoría que cambia según cada Establecimiento de Salud y según las condiciones al momento del estudio. El estudio también logra demostrar, que en general, los establecimientos que deben de crecer hacia un tamaño óptimo son mucho más que los que deben reducirse o mejorar sus niveles productivos

Otro de los estudios sobre medida de la eficiencia en el sector salud para el Perú es el publicado por Madueño y Sanabria (2003). En este estudio se utiliza el análisis envolvente de datos para la estimación de los niveles de eficiencia y la producción potencial de las diferentes categorías de establecimientos de salud, se analizaron 457 puestos de salud, 482 centros de salud y 72 hospitales, tomando como fuente de datos para las variables elegidas el II Censo de Infraestructura Sanitaria 1999; reportando que los centros y puesto de salud han operado en un nivel de eficiencia técnica de 71% y 58% respectivamente. Asimismo señalan que existe una estructura productiva sanitaria que no guarda correspondencia con las necesidades de la población, con holguras en la capacidad productiva del sector, la cual da un margen para el crecimiento de la producción de servicios sin necesidades adicionales de gastos de inversión, y estas ineficiencias están asociadas a problemas de gestión en la utilización de los recursos y que ello determina que los establecimientos de salud estén operando por debajo de sus niveles potenciales de producción

Ligarda y Ñaccha (2006), dentro del estudio “La eficiencia de las organizaciones de salud a través del Análisis Envolvente de Datos (DEA)⁴. Microredes de la Dirección de Salud IV Lima Este 2003”, evalúan mediante la metodología DEA la eficiencia de las Microredes (MR) de salud en Lima Este (Perú), utilizando un Estudio de tipo descriptivo, retrospectivo y transversal. Los datos se obtuvieron de la Dirección de Salud IV Lima Este, sobre outputs, tales como actividades preventivas promocionales (APP) y variables relacionadas con el número de atenciones, e inputs, como gasto en farmacia y personal médico y otro tipo de personal, correspondientes todos ellos al año 2003.

⁴ Metodología que será presenta con mayor amplitud en capítulos posteriores.

Los resultados encontrados muestran que dentro de la eficiencia del total de MR (17 en total), solo 9 MR alcanzaron el máximo de eficiencia global, con un rango entre 0,87 y 1. Para la eficiencia técnica pura, el número de MR en el óptimo de eficiencia fue 11, con un rango entre 0,91 y 1. De acuerdo con el estudio, MR1, MR8, MR9 y MR10 con los mismos recursos podrían aumentar en más de 10% el número de atenciones, mientras que las APP deberían de aumentar en más de 14%. Se concluyó, que en la evaluación de la eficiencia de las MR, al menos ocho mostraron algún tipo de ineficiencia. Finalmente como recomendación expusieron que el DEA es útil para evaluar globalmente inputs y outputs e identifica unidades que son comparativamente ineficientes. A pesar de las dificultades del método, parece ser una herramienta beneficiosa para la gestión.

Arrieta-Herrera y Riesco de la Vega (2010), con el estudio “Eficiencia Hospitalaria y Mortalidad Perinatal en ESSALUD: ¿Ser Eficiente Salva Vidas?”, analizan la asociación entre eficiencia hospitalaria y riesgo perinatal. Sus resultados muestran que muchos hospitales aparentemente eficientes están en realidad operando más allá de la capacidad máxima que garantiza menos muertes y mórbidos extremos. Es decir, su eficiencia se alcanza a costa de menor calidad en salud, indicando una falta de recursos humanos (médicos o enfermeras) o de capital (incubadoras) para atender con menor riesgo a su población adscrita. De acuerdo a sus resultados, un establecimiento eficiente que aumenta su indicador de eficiencia de 0.9 a 1 (sobre un indicador que va entre 0 y 1) puede aumentar el número de mórbidos extremos en 6 por cada mil nacimientos.

1.2.2 Estudios en el extranjero.

Diversos estudios en el ámbito internacional se han llevado a cabo para medir la eficiencia de los hospitales públicos. Se han utilizado diferentes técnicas de medición de eficiencia, tanto medidas paramétricas como no paramétricas. A continuación se describen algunos de estos estudios realizados.

En 1996, García, realizaron una medición de la eficiencia en los Centros de Atención Primaria –CAP– en la provincia de Zaragoza en España. La investigación surgió a raíz de las dificultades para llevar a cabo la medición de eficiencia de estas instituciones y la necesidad de asignar de manera eficiente los recursos del gobierno para su financiación. El estudio contó con información recolectada correspondiente al año 1994. Los autores afirman que el método es apropiado para llevar a cabo la medición de eficiencia en las instituciones, entendida como el análisis del grado de utilización de los recursos disponibles en el momento de la prestación de los servicios de salud en cada uno de los CAP de la muestra, dado que permite el uso de variables cualitativas y cuantitativas que permiten simultáneamente analizar tanto la calidad como la cantidad del servicio. Se realizaron dos tipos de análisis, uno del proceso productivo con el fin de evaluar la productividad global de los CAP desde el punto de vista de la asignación óptima de los recursos. Y un segundo análisis donde introducen variables proxy asociadas a la calidad, y extraídas de las Normas Técnicas Mínimas (NMT) sobre la historia del paciente. Son normas que recogen criterios mínimos de calidad en la prestación del servicio.

Mediante la estimación del primer modelo, los autores encontraron que 13 de las instituciones analizadas alcanzaron niveles de eficiencia medida en un rango entre 0.53 y 1. Al realizar la medición incluyendo variables cualitativas y asociadas a la calidad,

24 de las instituciones mostraron resultados de eficiencia con un rango superior, entre 0.64 y 1. Adicionalmente, los autores encontraron que dos de los CAP analizados presentan exceso de recursos humanos, especialmente médicos y el gasto en medicamentos a los pensionados es excesivo en 8 de estas instituciones.

Los autores afirman que a pesar de las dificultades presentadas con la limitación de indicadores directos que midan la mejora de salud en la población, mediante el uso de información de indicadores asociados a procesos del hospital, productos, y tiempo utilizado en producirlos, el DEA es una buena herramienta para llevar a cabo mediciones de eficiencia y evaluar resultados de gestión, pues permite conocer aquellas instituciones que realizan la mejor asignación de recursos en comparación al resto de instituciones de la muestra.

Otro estudio realizado utilizando la metodología DEA evalúa la eficiencia técnica relativa de los sistemas de salud pública de las 23 provincias de Argentina y su capital Buenos Aires (Alberto, Carigano y Flament, 2001). La información utilizada fue recogida directamente en las provincias y la determinación de la inclusión de variables producto e insumo del modelo fue consultada con expertos en el campo de la salud de ese país.

Como valor agregado de este estudio, los autores describen los resultados de 4 diferentes herramientas estadísticas y econométricas que les permitieron establecer la pertinencia de las variables de insumos y productos a ser utilizadas en el modelo analizando el grado de correlación entre éstas. Sin embargo, las variables utilizadas son las mismas que plantea la literatura como insumos y productos y que han sido normalmente utilizadas en otros estudios de medición de eficiencia hospitalaria.

Los autores realizan el análisis de medición de eficiencia mediante dos enfoques del DEA: el modelo CCR con orientación de insumos y el modelo aditivo. Los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias significativas en los niveles de eficiencia de las instituciones estimados bajo uno u otro enfoque.

Por su parte, Zuckerman, et al., (1994), realizan una medición de ineficiencia mediante el uso de frontera estocástica de una función de costo multiproducto. La función de costo incluye medidas de severidad de la enfermedad, calidad del producto y resultado en el estado de salud de los pacientes, para reducir la probabilidad de errores en la estimación y capturar las diferencias no medibles en el producto hospitalario entre las distintas instituciones.

Para el estudio se utilizó información de la encuesta anual de salud (Annual Survey), los reportes de costos de cada una de las instituciones analizadas, e información del sistema de datos de la administración financiera del cuidado de la salud (Health Care Financial Administration's MEDPAR Data System). Una vez recolectada la información para 5,322 hospitales, solamente 4,149 tuvieron completa la información. Sin embargo, por costos de información y procesamiento de la misma, los autores solo utilizaron una muestra de 1,600 instituciones. La hipótesis que evalúan es la relación existente entre las utilidades de las instituciones prestadoras de servicios de salud y la eficiencia en su operación, en aras de contribuir a la política de pago y financiación de los servicios, de tal manera que los hospitales no eficientes deban recortar su costos eliminando excesos de capacidad y reducir servicios que no tengan la suficiente demanda por parte de los pacientes.

Los autores concluyen que el 13.6% de las instituciones observadas presentan ineficiencia de costos, debidas principalmente al sobredimensionamiento en la planta

administrativa. Adicionalmente, encuentran que las tasas de rentabilidad son más altas entre hospitales menos ineficientes.

Por otro lado en el 2000, Sánchez, Nupia y Urdinola, realizaron el estudio “Gasto Público: Eficiencia y Cobertura del Sector Salud”. El estudio fue realizado para 31 hospitales públicos de Colombia del Distrito Capital de los distintos niveles de atención (Niveles I, II y II). La metodología utilizada fue el Análisis Envolvente de Datos – DEA–, y se realizó bajo dos de las alternativas que son brindadas por la metodología: i) Análisis de orientación de insumos, y ii) Análisis de orientación de productos, con el fin de calcular los coeficientes de eficiencia. Los autores clasificaron los hospitales de acuerdo a los resultados de eficiencia obtenidos y encontraron que 21 de los hospitales analizados, presentaron niveles de eficiencia técnica relativa y asignativa bajos.

Además, encontraron que la eficiencia es mayor en los hospitales con mayor tamaño y de mayor nivel de complejidad Al analizar los resultados de eficiencia en promedio por nivel de complejidad (I, II y III), encontraron que los hospitales poseen mayor eficiencia técnica que asignativa. Los hospitales de nivel II resultan ser más eficientes técnicamente que los de niveles I y III, aunque no son las más eficientes en términos asignativos. Los hospitales que reflejaron mayor ineficiencia, tanto técnica como asignativa fueron los hospitales de nivel I.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 Objetivos generales

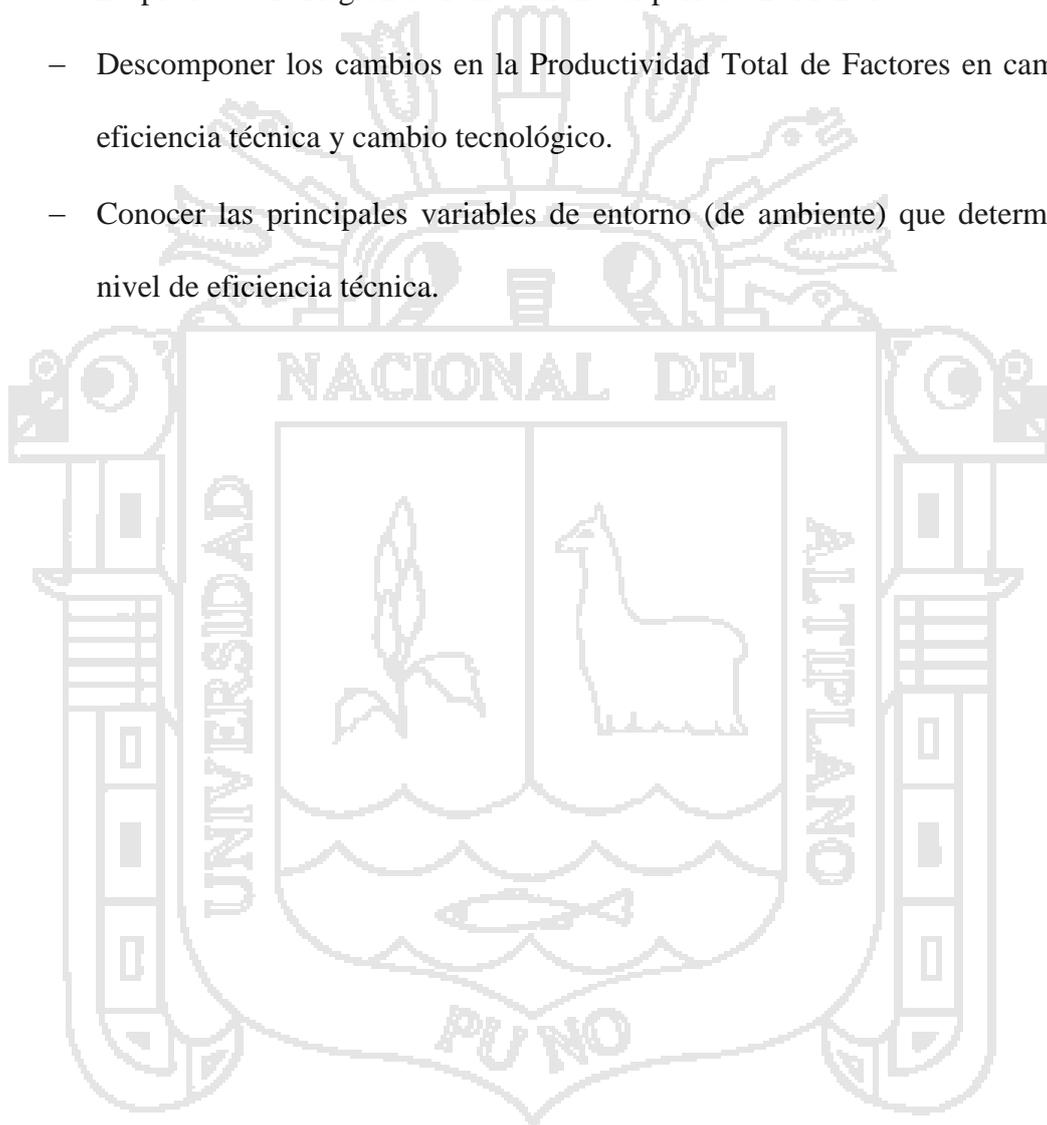
- Determinar los niveles relativos de eficiencia técnica de los hospitales públicos de la Región de Puno.

1.3.2 Objetivos específicos

- Medir la eficiencia técnica de los hospitales de categoría II-1 de la Región de

Puno

- Medir la eficiencia técnica de los hospitales de categoría II-2 de la Región de Puno,
- Determinar los cambios en la Productividad Total de los Factores de los hospitales de la Región de Puno durante el periodo 2011-2013.
- Descomponer los cambios en la Productividad Total de Factores en cambio en eficiencia técnica y cambio tecnológico.
- Conocer las principales variables de entorno (de ambiente) que determinan el nivel de eficiencia técnica.



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1 MARCO TEÓRICO.

El análisis de la eficiencia es un área de creciente interés en el ámbito de la gestión pública, especialmente cuando esta puede ser utilizada para comparar varias unidades productoras de servicios. El resultado de la eficiencia en la prestación de los servicios de salud no es solo el logro de alcanzar el máximo nivel de productividad sino maximizar la utilización de los insumos, teniendo en cuenta la demanda de servicios.

En cuanto a la eficiencia hospitalaria, esta depende principalmente del uso que la institución haga de sus recursos y el costo de los mismos, esto es, la eficiencia es una medida de productividad en términos de lo que produce y el costo de producirlo. “La teoría microeconómica permite observar cómo las empresas organizan su producción eficientemente y cómo varían los costes de ésta cuando cambian los precios de los factores y el nivel de producción. En el proceso de producción las empresas convierten los factores de producción en productos. La relación entre los factores del proceso de producción y la producción resultante se describe por medio de una función de producción, el cual indica el nivel de producción Q que obtiene una empresa con cada combinación específica de factores, trabajo L y capital K .

Suponga que en un hospital existen m insumos (médicos, enfermeras, consultorios, x, y, \dots, m) para producir un determinado número de consultas médicas bajo un proceso productivo f . Los dos principales tipos de insumos m para producir consultas médicas son capital K y trabajo L . La función de producción toma la siguiente forma:

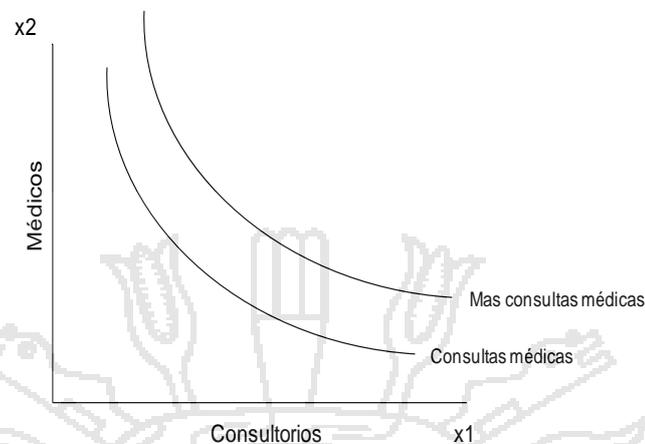
$$\text{Consultas médicas} = f(\text{médicos, enfermeras, consultorios, } x, y, \dots, m)$$

El hospital tendrá una productividad marginal decreciente en la medida que, dado un nivel fijo de los otros insumos m , una unidad adicional de un insumo x , disminuirá la producción marginal. La función de producción permite combinar los factores en diferentes proporciones para obtener un producto de muchas formas.

El gráfico 1 muestra las diferentes combinaciones de las cantidades de dos insumos (consultorios y médicos) en los ejes X_1 y X_2 respectivamente, que puede utilizar un hospital para obtener una cantidad determinada de producto (consultas médicas) Este concepto se representa a través de una curva isocuanta. La curva isocuanta más alejada del origen, representa las combinaciones de los dos insumos para producir un nivel mayor de consultas médicas.

La pendiente de la curva isocuanta representa la Tasa Marginal de Sustitución Técnica (TMST), esto es, la cantidad de un insumo a la que puede renunciar el hospital para aumentar la cantidad de otro insumo en una unidad y seguir produciendo el mismo nivel de producto, es decir, mantenerse en la misma curva isocuanta. Asumiendo un nivel de tecnología determinado, para un hospital que produce su máximo nivel de producto, dado un nivel de insumos, se dice que la institución es técnicamente eficiente. Sin embargo, esto no significa que el hospital sea económicamente eficiente, puesto que necesitaría adicionalmente utilizar una mezcla de insumos asociados a un mínimo costo.

**GRÁFICO 1:
CURVAS DE PRODUCCIÓN – ISOCUANTA**



Desde el punto de vista económico, la eficiencia es considerada como el logro de la máxima producción al menor costo posible. La eficiencia técnica o productiva por su parte, es considerada como la consecución del máximo nivel de producto dada una combinación de factores, o dada un nivel de producto, alcanzarlo bajo la mínima utilización de insumos. Por su parte La eficiencia asignativa ocurre cuando el producto es alcanzado con la cantidad óptima de recursos disponibles, dados sus respectivos precios y teniendo en cuenta las prioridades de las sociedad, expresadas en sus curvas de demanda. Cabe precisar que estos conceptos de eficiencia técnica y asignativa serán analizados ampliamente en la siguiente sección.

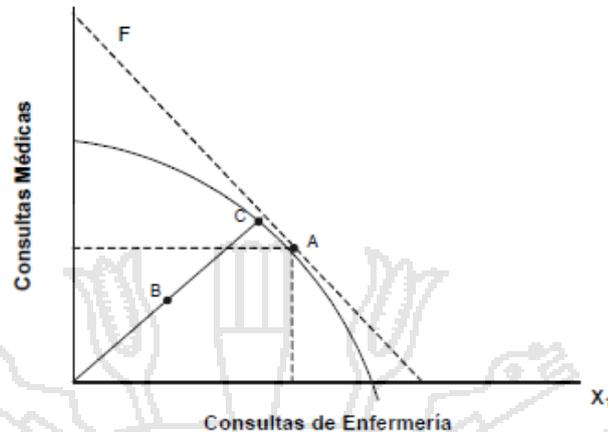
La medición de eficiencia en un contexto de múltiples firmas, es un concepto relativo y generalmente, su medición es realizada mediante las comparaciones de los niveles de insumos utilizados y productos obtenidos por diferentes empresas de una industria. Una empresa es eficiente si opera dentro de su frontera de costos o su frontera de producción.

A diferencia del equilibrio parcial, que estudia el comportamiento de las unidades decisorias individuales y de las operaciones de los mercados individuales, la Teoría del

Equilibrio General estudia el comportamiento de todas las unidades decisorias individuales y de todos los mercados decisorios en forma simultánea. Bajo la teoría del equilibrio general la literatura introduce el concepto de Frontera de Posibilidades de Producción. Esta frontera muestra la cantidad de dos bienes que pueden ser producidos, dada una cantidad de insumos disponibles en la economía. La pendiente de la Frontera de Posibilidades de Producción es llamada Tasa Marginal de Transformación e indica la cantidad de un producto a la que se renuncia para producir una unidad adicional de otro producto.

Suponga un mercado de prestación de servicios donde se producen dos tipos de productos: consultas médicas generales y consultas de enfermería. El gráfico 2, muestra la cantidad de estos bienes dado un nivel de insumos para producirlos, asumiendo como restricción del proceso productivo el número de consultorios, donde son realizadas tales consultas. Producir más consultas médicas disminuirá la producción de consultas de enfermería y viceversa. La tasa marginal de transformación muestra cuánto de consultas médicas se dejaría de producir para producir una consulta adicional de enfermería o cuánto de consultas de enfermería se dejaría de producir para producir una consulta médica general adicional.

**GRÁFICO 2:
FRONTERA DE POSIBILIDADES DE PRODUCCIÓN**



La forma cóncava hacia el origen indica el incremento en costos que ocasiona el cambio de producir consultas médicas o consultas de enfermería. En el punto A, el mercado se encuentra en equilibrio. Geométricamente, un incremento proporcional del producto en el punto B significa que el producto es desplazado a través de la línea con intercepto en el origen. La combinación de productos en el punto C es considerada como el punto de comparación contra el cual el nivel de producto actual es contrastado. Por lo tanto, la medida de eficiencia es la distancia desde el origen hasta el punto B dividido por la distancia del origen hasta el punto C. De este modo, se obtiene un valor entre 0 y 1 que mide un proceso productivo eficiente cuando el valor es igual a 1. Este índice fue introducido por Farrel (1957), con el cual se puede estimar una medida numérica de ineficiencia de un hospital dada su frontera de posibilidades de producción.

Mediante el análisis de fronteras de posibilidades de producción de los hospitales públicos se pretende estimar la eficiencia técnica relativa de cada institución hospitalaria. Esta herramienta permite comparar lo que actualmente está produciendo un hospital y lo que podría estar produciendo dado un nivel de recursos, con el fin de establecer como referencia su desempeño eficiente ideal, y las posibles minimizaciones

de insumos, y mejoras en su desempeño. Al realizar análisis de eficiencia en las instituciones prestadoras de servicios de salud se pretende encontrar la combinación óptima de insumos de una institución, para obtener el máximo de producción, o dado un nivel de producción, obtener la óptima combinación de insumos, y determinar cuáles instituciones se encuentran operando de manera eficiente en el mercado y cuáles se encuentran operando por debajo de sus posibilidades.

2.1.1 Revisión teórica del concepto de eficiencia.

La noción de eficiencia es fundamental en el análisis microeconómico. Esta se entiende como una asignación de la cual ningún agente puede mejorar sin perjudicar la situación de otro, pues permite establecer un criterio para evaluar las asignaciones a las que se llega por diferentes mecanismos, entre ellos el mercado. Además, constituye un respaldo a este mecanismo como asignador de recursos, ya que es demostrable, por el primer teorema del bienestar, que dadas unas condiciones iniciales particulares, toda asignación de mercado es pareto-eficiente. Sin embargo, el criterio de eficiencia es aplicable a múltiples situaciones que requieren nuevas definiciones dependiendo del problema que se quiera abordar.

Para el caso de la eficiencia en los procesos productivos, el instrumento teórico más utilizado es la función de producción, pues representa el máximo nivel de producto factible para cada combinación de insumos y por esto es un referente de eficiencia, también en términos de optimalidad. Así mismo se utiliza el conjunto de posibilidades de producción como referente de todas las combinaciones de insumos y productos factibles y su frontera como límite de éstas. Dos estrategias comúnmente desarrolladas para establecer la función de producción empíricamente son: definirla a partir de los máximos niveles que teóricamente son alcanzables con la tecnología disponible para la

empresa o estimar la función con base en los mejores desempeños observados, como propone Farrell (1957).

Los planteamientos iniciales más relevantes en búsqueda de evaluar la eficiencia en la empresa fueron hechos durante los años cincuenta, sentando una base para todos los desarrollos posteriores. Koopmans (1951) realiza una primera definición de eficiencia productiva como una combinación factible de insumos y productos en la cual es tecnológicamente imposible aumentar algún producto y/o reducir algún insumo sin reducir simultáneamente al menos otro producto y/o aumentar al menos otro insumo. Debreu (1951) proponen la construcción de un índice de eficiencia técnica - coeficiente de utilización de recursos- para evaluar la pérdida muerta asociada a una situación subóptima. Farrell (1957), en su artículo seminal, además de la evaluación de la eficiencia técnica, define un indicador de eficiencia asignativa (que llama eficiencia en precios) suponiendo como objetivo de la empresa la minimización de costos a partir de los precios de mercado. Para esto construye un índice, tomando como referencia la empresa con mejores resultados entre la muestra seleccionada y compara el desempeño de las demás respecto a esta, obteniendo una medida de eficiencia de carácter relativo.

La eficiencia, aunque es un concepto que cambia en función del objeto de estudio, tiene unas características particulares inmodificables. Primero, es un concepto instrumental, pues tiene sentido evaluar la eficiencia de un servicio, producción de bien o actividad en general, solo respecto a un objetivo o referente. Segundo, no existe un concepto de eficiencia absoluta; la eficiente es un concepto relativo, donde lo importante es definir los criterios de comparación, ya sea respecto a otras alternativas disponibles, a lo ocurrido en períodos anteriores o al funcionamiento ideal, fijado por metas o por la capacidad máxima productiva.

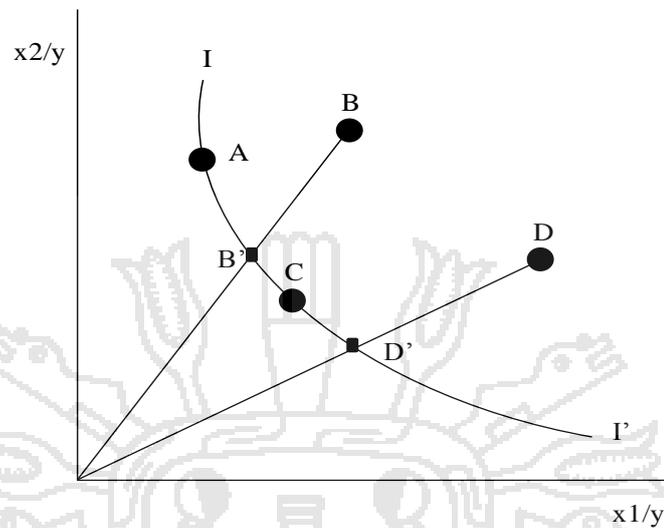
En términos empíricos, se encuentran diferentes medidas, variables o índices que son utilizados para evaluar eficiencia en la producción. Su punto de partida es el problema del productor convencional tanto de minimización de costos como de maximización de beneficios, es decir, se trata de un análisis desde el lado de la oferta, donde se evalúan las condiciones de producción de la empresa suponiendo una estructura de mercado competitiva. Los criterios son resumidos a continuación.

2.1.1.1 Eficiencia técnica.

Involucra la habilidad de la empresa para generar la cantidad máxima de producto de una cantidad dada de recursos (Kalirajan, 1990) o, lo que es equivalente, generar un nivel dado de producción con la mínima cantidad de insumos. La eficiencia técnica está asociada al aprovechamiento físico de los recursos en el proceso productivo. Farrell la denomina eficiencia de empresa (Farrell 1957, pág.17).

Considere cuatro Unidades, A, B, C y D; cada una de las cuales obtiene un único Output (y), empleando para ello dos Inputs (x_1 y x_2). En el gráfico 3 cada punto representa las coordenadas del plan de producción, de acuerdo a la de combinaciones de insumos (x_1/y , x_2/y) dado un nivel determinado de producto y . La isocuanta de las unidades eficientes viene representada por la curva II' , de modo tal que aquellas unidades que se encuentran por encima de la misma resultan ineficientes.

**GRÁFICO 3:
ISOCUANTA DE UNIDADES EFICIENTES**



Así, la eficiencia técnica, que pone de manifiesto la capacidad que tiene una Unidad para obtener el máximo Output a partir de un conjunto dado de Inputs, se obtiene al comparar el valor observado de cada unidad con el valor óptimo que viene definido por la frontera de producción estimada (isocuanta eficiente).

Observando la gráfico 3 puede verse que tanto la Unidad B como la Unidad D son ineficientes técnicamente, puesto que ambas podrían reducir la cantidad de Inputs y seguir produciendo la misma cantidad de Output. La ineficiencia de estas Unidades vendrá dada por la distancia B'B y D'D, respectivamente. Por el contrario, las unidades A y C son técnicamente eficientes puesto que operan sobre la isocuanta eficiente.

Numéricamente puede obtenerse la puntuación de eficiencia (relativa) como la relación entre la longitud de la línea desde el origen hasta el punto proyectado⁵ sobre la isocuanta eficiente de la Unidad considerada y la longitud de la línea que une el origen a la Unidad considerada. Así, para B se tiene:

⁵ Se emplea el término “punto proyectado” o “proyección” para hacer referencia al punto de intersección de la frontera eficiente y la recta que une el origen con aquel que representa a una Unidad

$$\text{EficienciaTécnicadeB} = ET_B = \frac{OB'}{OB}, \text{ (Ecuación 1.1)}$$

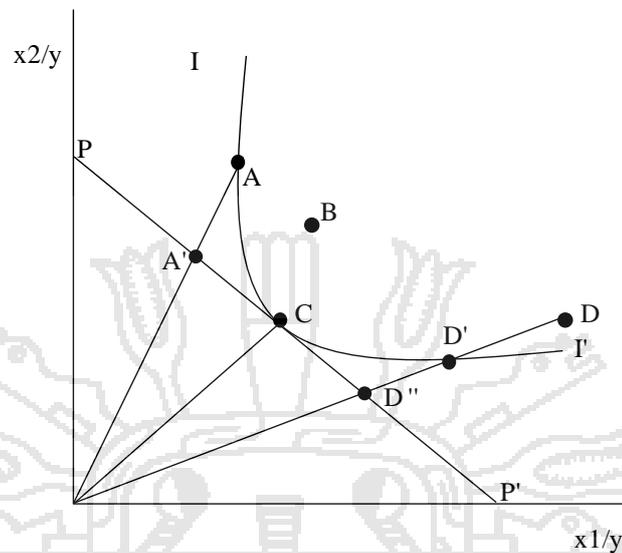
Evidentemente, la eficiencia técnica así definida sólo puede tomar valores comprendidos entre cero y uno. Una puntuación cercana a cero debe entenderse como que la Unidad que está siendo evaluada se encuentra muy lejos de la isocuanta eficiente y, en consecuencia, se trata de una Unidad muy ineficiente técnicamente. Todo lo contrario sucede si la eficiencia técnica está próxima a uno. Finalmente, una eficiencia técnica de uno indica que la Unidad se encuentra sobre la isocuanta eficiente, como es el caso de A y C.

De manera análoga a como se procedió con la Unidad B, la eficiencia técnica para la Unidad D vendrá dada por $ET_D = \frac{OD'}{OD}$.

2.1.1.2 Eficiencia asignativa.

La eficiencia asignativa (también denominada precio) se refiere a la capacidad de la Unidad para usar los distintos Inputs en proporciones óptimas dados sus precios relativos. Siguiendo con el planteamiento de la sección anterior, en el gráfico 4 se muestra la línea de isocoste PP'. La pendiente de la isocoste representa la relación entre los precios de los Inputs x_1 y x_2 .

**GRÁFICO 4:
LÍNEA DE ISOCOSTE**



Las Unidades A y C presentan eficiencia técnica puesto que operan sobre la isocuenta eficiente. Sin embargo, como puede observarse en la gráfico 4, únicamente la Unidad C resulta ser también eficiente en precios, en tanto que la Unidad A debería reducir los costes totales en la distancia o, alternatively, en la proporción $\left(\left[1 - \frac{OA''}{OA} \right] \cdot 100 \right)$, para ser eficiente asignativamente (o en precio).

La puntuación de eficiencia asignativa (o precio) puede obtenerse como la relación entre la longitud de la línea desde el origen hasta el punto proyectado sobre la isocoste eficiente de la Unidad considerada y la longitud de la línea que une el origen al punto proyectado sobre la isocuenta eficiente de la Unidad considerada. Así, para la Unidad A se tiene que la eficiencia precio vendrá dada por:

$$\text{Eficiencia asignativa} = EP_A = \frac{OA''}{OA}. \text{ (Ecuación 1.2)}$$

El indicador que se acaba de definir con objeto de proporcionar una medida de la eficiencia precio puede tomar valores comprendidos entre cero y uno, de manera que si

la puntuación de eficiencia precio es distinta de uno se dice que la Unidad considerada es ineficiente en precios.

2.1.1.3 Eficiencia económica.

Para una Unidad dada, la eficiencia económica, también llamada eficiencia global o total, se obtiene mediante el cociente entre la longitud de la línea que va desde el origen hasta el punto proyectado sobre la isocoste eficiente y la longitud de la línea que va desde el origen hasta el punto que representa a la Unidad considerada.

Así, la eficiencia global de la Unidad D (véase gráfico 4) vendrá dada por:

$$\text{Eficiencia Global} = EG_D = \frac{OD''}{OD}, \text{ (Ecuación 1.3)}$$

Continuando con esta misma Unidad, Farrell (1957) descompuso la eficiencia global de la siguiente forma:

$$EG_D = \frac{OD''}{OD} = \frac{OD'}{OD} \cdot \frac{OD''}{OD'}, \text{ (Ecuación 1.4).}$$

Es decir, la eficiencia global (EG) es igual al producto de la eficiencia técnica (ET), $\frac{OD'}{OD}$, y la eficiencia precio (EP), $\frac{OD''}{OD'}$, y como sucedía con éstas, su valor estará comprendido entre cero y uno. Como puede comprobarse viendo la gráfico 4, sólo la Unidad C muestra eficiencia técnica y eficiencia precio siendo, en consecuencia, la única Unidad globalmente eficiente.

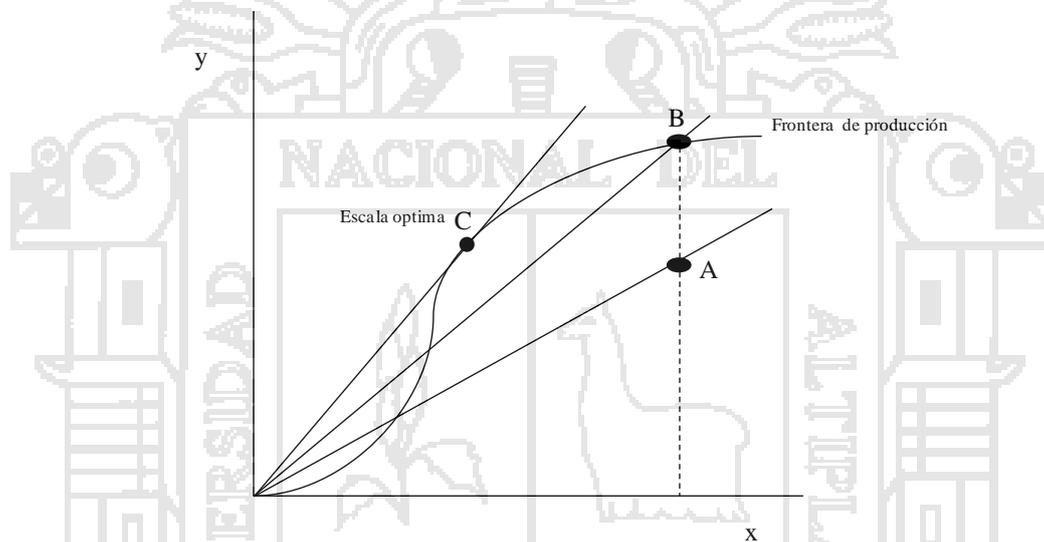
2.1.2 Diferencias entre eficiencia técnica y productividad.

Se ha visto como la eficiencia global puede ser descompuesta en eficiencia técnica y eficiencia en precio. No obstante, antes de continuar, es conveniente diferenciar entre dos términos, productividad y eficiencia (técnica), habitualmente usados como sinónimos. Cuando se habla de productividad, “normalmente se hace referencia al

concepto de productividad media de un factor, es decir, al número de Unidades de Output producidas por cada Unidad empleada del factor” (Álvarez, 2002:20)⁶.

Supóngase un proceso productivo que emplea un único Input en cantidad x para producir un único Output en cantidad y . En gráfico 5 se han representado tres Unidades (A, B y C) y la frontera de producción que representa el máximo Output alcanzable para cada nivel de Input, y refleja el estado actual de la tecnología en la industria.

**GRÁFICO 5:
CURVA DE LA FRONTERA DE PRODUCCIÓN**



Según la ilustración de Coelli, Prasada Rao y Battese (1998) reproducida en el gráfico 5, las Unidades B y C son técnicamente eficientes puesto que operan sobre la frontera, en tanto que la A es ineficiente al situarse por debajo de ésta. Por su parte, la productividad de una Unidad, entendida como producto medio (productividad media de un factor), se mide como la pendiente de la línea recta desde el origen hasta el punto que lo representa. Ahora, la Unidad A podría ganar en eficiencia y productividad al moverse hacia el punto representado por la B, mientras que ésta última, técnicamente

⁶Álvarez (2002:19-24) diferencia entre eficiencia, productividad y competitividad

eficiente, podría ganar en productividad si se moviese hacia el punto que representa a la Unidad C, el de máxima productividad, el punto de escala óptima.

Puede decirse, como conclusión, que “una empresa puede ser técnicamente eficiente pero todavía ser capaz de mejorar su productividad al explotar economías de escala” (Coelli, Prasada Rao y Battese, 1998:4).

2.1.3 Orientaciones de las medidas de eficiencia técnica: Input y Output orientada.

2.1.3.1 Medidas orientadas al input.

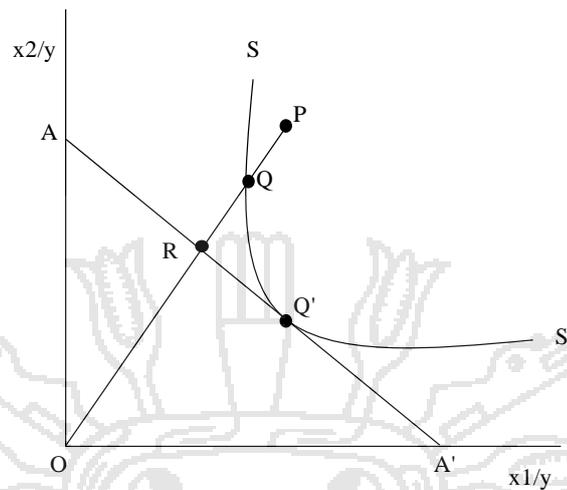
Farrell ilustró sus ideas a través de un sencillo ejemplo en el cual las empresas utilizan dos inputs (x_1 y x_2), y producen un output (y), bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala. El conocimiento de la unidad isocuántica de una empresa completamente eficiente, representada por SS' en el Gráfico 6, permite la medición de la eficiencia técnica. Si una empresa utiliza unas cantidades de input, definidos por el punto P, para producir una unidad de output, la ineficiencia técnica quedaría representada por la distancia QP, la cual representa la holgura por el cual todos los inputs podrían ser proporcionalmente reducidos sin una reducción en el output. Esta holgura se expresa normalmente en términos de porcentaje a través del ratio QP/OP , el cual representa el porcentaje por el cual todos los inputs podrían reducirse.

La eficiencia técnica (TE), se mide comúnmente por el ratio:

$$ETI = \frac{OQ}{OP}, \dots\dots\dots (1),$$

el cual es igual a $1 - \frac{QP}{OP}$, Esta medida tomará un valor entre 0 y 1, constituyendo un indicador del grado de ineficiencia técnica de esta unidad. Un valor de 1 indicaría una empresa con eficiencia técnica completa. Por ejemplo, el punto Q es técnicamente eficiente, ya que está situado sobre la isocuanta eficiente.

**GRÁFICO 6:
EFICIENCIA TÉCNICA Y LOCALIZADA**



Si la variación del precio del input, representada por la línea AA' en el gráfico 6 es también conocida, se podrá calcular la eficiencia asignativa. La eficiencia asignativa (EA) de la empresa operando en P se define como el ratio:

$$EAI = \frac{OR}{OQ'} \dots\dots\dots (2),$$

Así, la distancia RQ representa la reducción de los costes de producción que ocurriría si la unidad fuera eficiente en la asignación de recursos. Así, el punto Q', sería eficiente técnicamente y asignativamente, siendo el ratio RQ/OQ' la proporción en la reducción de los costes al desplazarse de Q a Q'.

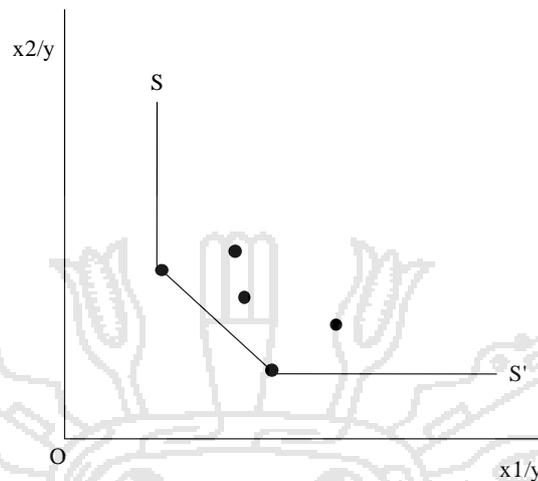
La eficiencia económica (EE) total se define a través de la tasa:

$$EEI = \frac{OR}{OP} \dots\dots\dots (3)$$

Donde la distancia RP puede ser interpretada en términos de reducción de coste. Cabe hacer notar, que la eficiencia económica puede ser calculada a través del producto de la eficiencia técnica y asignativa, estando comprendido su valor, también entre 0 y 1:

$$TEI \cdot AEI = \left(\frac{OQ}{OP}\right) \cdot \left(\frac{OR}{OQ}\right) = \frac{OR}{OP} = EEI \dots\dots\dots (4)$$

**GRÁFICO 7:
ISOCUANTA CONVEXA LINEAL.**



Estas medidas de eficiencia asumen que la función de producción de una empresa completamente eficiente es conocida. En la práctica este caso no se da, y la isocuanta de la empresa eficiente deberá ser estimada a través de datos muestrales. En el gráfico 7 se ve el caso donde la isocuanta tiene una forma convexa lineal. En este caso, la curva de isocosto se superpone a un segmento de la isocuanta, con lo cual la eficiencia técnica es similar a la eficiencia asignativa.

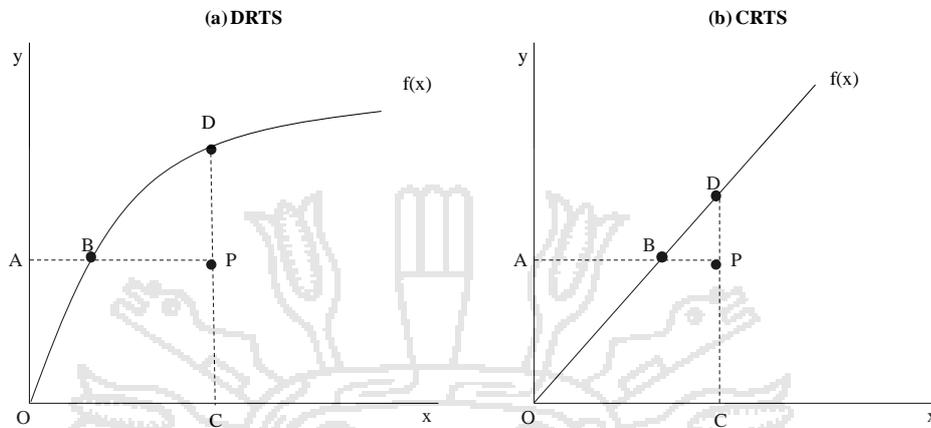
2.1.3.2 Medidas orientadas al output.

La eficiencia técnica orientada al Input respondía a la pregunta: ¿qué cantidad de input puede ser reducida proporcionalmente sin cambiar la cantidad del output? Otra pregunta alternativa sería: ¿en qué cantidad podemos aumentar el output sin alterar las cantidades de inputs utilizados? Su respuesta nos da una medida de eficiencia orientada al Output, en oposición a la descrita anteriormente. La diferencia entre las medidas orientadas al input y al output puede ser ilustrada usando un ejemplo sencillo de una industria que produce un solo output con un único input.

En el Gráfico 8(a) en donde se representa una tecnología $f(x)$ con rendimientos decrecientes a escala, y una empresa ineficiente operando en el punto P. La medida ET orientada al input de Farrell debería ser igual al ratio AB / AP , mientras que la medida ET orientada al output CP / CD . Las medidas orientadas al input y al output sólo proporcionarán medidas equivalentes de eficiencia técnica cuando existen rendimientos constantes a escala, pero serán distintas si los rendimientos son crecientes o decrecientes a escala. (Farrell and Lovell (1978)). Una tecnología con rendimientos constantes a escala como la representa en el gráfico 8 (b), muestra que $AB / AP = CP / CD$, en el punto P.

Consideramos a continuación una industria que produce dos outputs (y_1 e y_2) con un input x . De nuevo, si asumimos rendimientos constantes a escala, podemos representar la tecnología a través de una curva unitaria de posibilidades de producción en dos dimensiones. Este ejemplo es el que se muestra en el Gráfico 9 donde la línea ZZ' es la curva unitaria de posibilidades de producción y el punto A se corresponde con la producción de una unidad ineficiente. Destacar que dicho punto está situado por debajo de la curva, ya que ZZ' representa la banda superior de las posibilidades de producción.

**GRÁFICO 8:
ORIENTACIÓN INPUT Y OUTPUT - MEDIDAS DE EFICIENCIA TÉCNICA
Y RENDIMIENTOS DE ESCALA**



Las medidas de eficiencia orientada a outputs de Farrell deberían estar definidas como sigue. En el gráfico 9 la distancia AB representa la ineficiencia técnica. Esto es, la situación por el cual los outputs podrían ser incrementados sin requerir inputs extra. De hecho, una medida de eficiencia técnica orientada al output es el ratio:

$$ET_o = \frac{OA}{OB} \dots\dots\dots(5)$$

Si tenemos en cuenta información de precios podremos dibujar la línea isocuántica de ingresos DD', y definir la eficiencia asignativa como:

$$EA_o = \frac{OB}{OC} \dots\dots\dots(6)$$

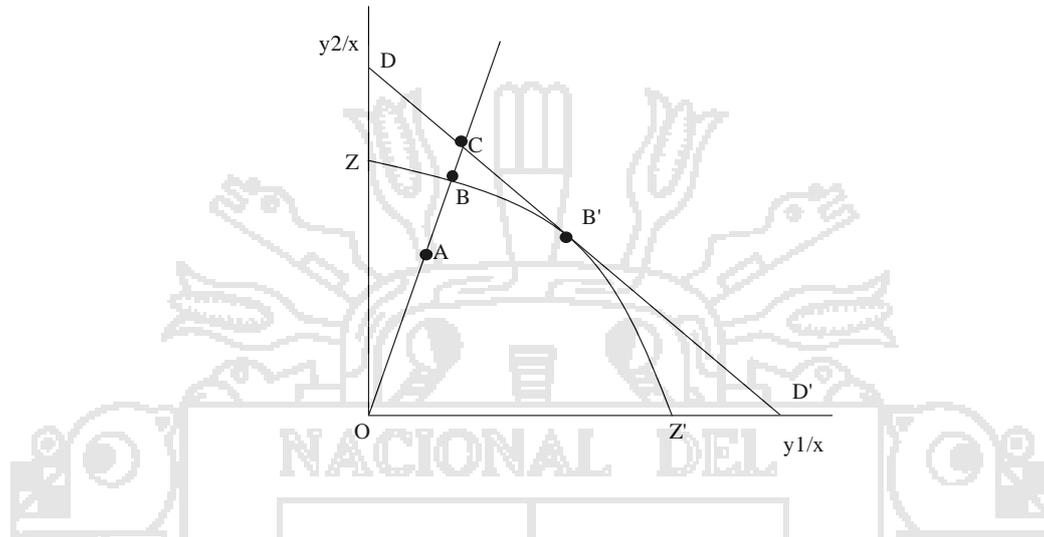
la cual se interpreta como el incremento de ingresos (similar a la interpretación de la reducción de coste en el caso de la eficiencia asignativa en la medición orientada a los inputs). Asimismo, se puede definir la eficiencia económica total como el producto de estas dos medidas:

$$EE_o = \left(\frac{OA}{OC}\right) = \left(\frac{OA}{OB}\right) \cdot \left(\frac{OB}{OC}\right) = TE_o \cdot AE_o, \dots\dots\dots(7)$$

Significar que todas estas medidas están comprendidas entre 0 y 1. Por último, señalar que todas las medidas de eficiente son unidades invariantes y pueden

demostrarse que son equivalentes a las funciones de distancia descritas en Shepherd (1970).

**GRÁFICO 9:
EFICIENCIA TÉCNICA Y DE LOCALIZACIÓN. ORIENTACIÓN OUTPUT**

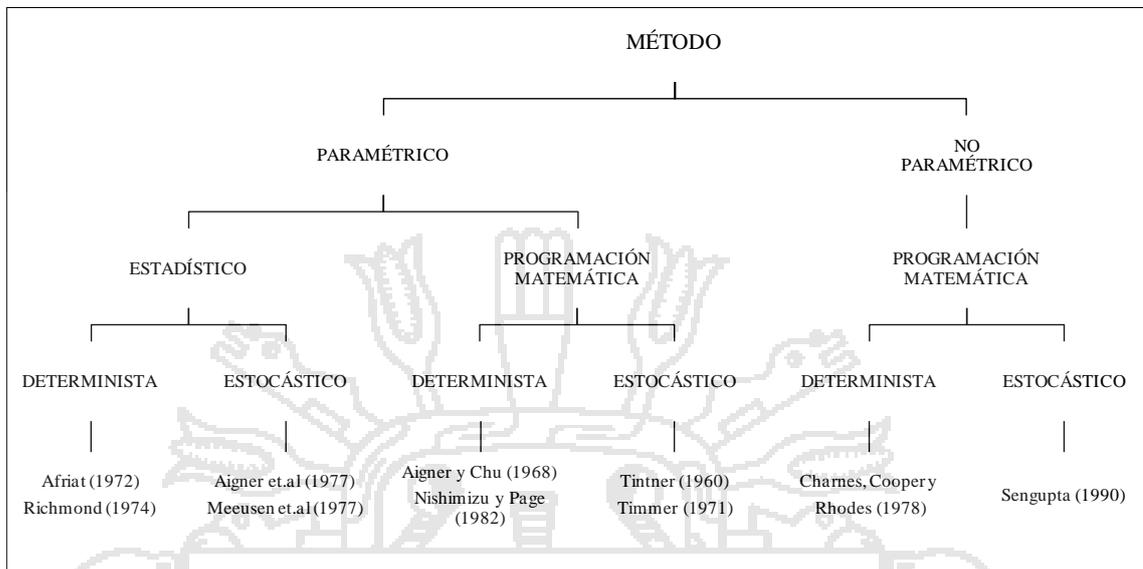


2.1.4 Frontera de posibilidades de producción

Hasta el momento, en la discusión conceptual realizada acerca de los conceptos de eficiencia hemos supuesto deliberadamente que la frontera de posibilidades de producción (FPP) es conocida. Sin embargo, en la práctica no es así, y por lo tanto resulta necesario estimarla.

Con carácter general, los métodos de estimación para construir la frontera de producción pueden clasificarse, en función de que se requiera o no especificar una forma funcional que relacione los Inputs con los Outputs, en métodos paramétricos o no-paramétricos. A su vez, pueden emplearse métodos estadísticos o no para estimar la frontera que, en última instancia, puede ser especificada como estocástica (aleatoria) o determinista. En el gráfico 10 se presenta una estructura en forma de árbol que trata de recoger los principales métodos para estimar la frontera eficiente y sus precursores.

GRÁFICO 10: MÉTODOS DE ESTIMACIÓN



Fuente: Olga M. Blasco Blaso, Evaluación de la eficiencia mediante DEA
Elaboración: Propia.

Como se puede observar, Entre las técnicas más utilizadas para la estimación de fronteras están las paramétricas y las no paramétricas. Dentro de las primeras se encuentran los tradicionales modelos estadísticos de regresión en los que se observa el comportamiento promedio de las Unidades de Decisión. Entre las técnicas paramétricas desarrolladas para la estimación de fronteras están las determinísticas y las estocásticas, las cuales requieren la especificación de una forma funcional a priori. Dentro de las técnicas no paramétricas, los modelos más utilizados son el Análisis Envolvente de Datos (DEA) y el Free Disposal Hull (FDH). Estos modelos no imponen el supuesto de conocer previamente la forma funcional de la FPP.

Es importante señalar que, dentro de las técnicas de análisis mencionadas, las no paramétricas son las más pertinentes para evaluar la eficiencia productiva del sector público. Al respecto, se puede anticipar algunas propiedades favorables de estas, tales como: trabajan bajo el supuesto de tecnología desconocida, no necesitan especificación de precios, se puede analizar Unidades de Decisión con múltiples productos, entre otras.

A continuación se brindará mayor información sobre cada una de estas técnicas, con el propósito de exponer claramente las ventajas y desventajas de las mismas.

2.1.5 Estimación de la eficiencia mediante métodos paramétricos: SFA y DFA

Dentro de las técnicas paramétricas de estimación, los principales métodos son: el análisis de fronteras estocásticas (SFA⁷) y análisis de fronteras determinísticas (DFA⁸). Cada uno de estos, al ser métodos paramétricos requieren a priori de la definición inicial de una forma funcional de la frontera de producción; además de determinar si la función a estimar es una de producción o una de costos (Rodríguez, Rossie y Ruzzier 2000), lo cual dependerá si el análisis es con orientación a productos o a insumos. Esto último determinado en función a las particularidades del sector al que pertenecen las Unidades de Decisión.

Una de las principales ventajas de estos métodos, es que permiten corregir por el error de predicción y otros errores aleatorios no relacionados a la ineficiencia de la Unidad de Decisión.

En cuanto a SFA, Este método da una forma específica a la función de frontera. Se asume la existencia de un término de error y la ineficiencia sigue una distribución normal truncada. Asumir una distribución truncada, se debe a que éstas no pueden tomar valores negativos.

Al tomar la hipótesis de truncamiento de la ineficiencia, se asume que la mayoría de las firmas están agrupadas más cercanas al nivel de eficiencia. Algunos trabajos en áreas de finanzas relajan el supuesto de truncamiento. Pero en este caso se corre el riesgo de que no exista una correcta separación de la ineficiencia y el término de error.

⁷Por sus siglas en inglés Stochastic Frontier Analysis

⁸Por sus siglas en inglés Deterministic Frontier Analysis

Algunas de las desventajas que se resaltan de este método son:

- No especifica la forma funcional de la distribución de los errores
- Requiere de supuestos restrictivos acerca de la tecnología de la producción.
- Necesita de la especificación de supuestos para incluir múltiples productos en la estimación de la frontera.
- Existe la posibilidad de que sea incorrecto suponer que la medida de eficiencia sea independiente de los regresores utilizados para la estimación de la frontera, pues las Unidades de Decisión podrían corregir la ineficiencia (si es que es conocida) a partir de la modificación de la combinación de insumos utilizados.
- Es sensible a los errores de medición.

Por otro lado, DFA, separa en forma diferente la ineficiencia y el término de error. Supone que la ineficiencia de cada firma es estable a través del tiempo, en tanto que el término de error aleatorio tiende a cero en el tiempo. La estimación de la ineficiencia de cada firma, se realiza mediante el cálculo de la diferencia entre el residuo medio y el residuo medio en la frontera.

De igual manera al caso de SFA, entre las desventajas de esta metodología se mencionan lo siguiente:

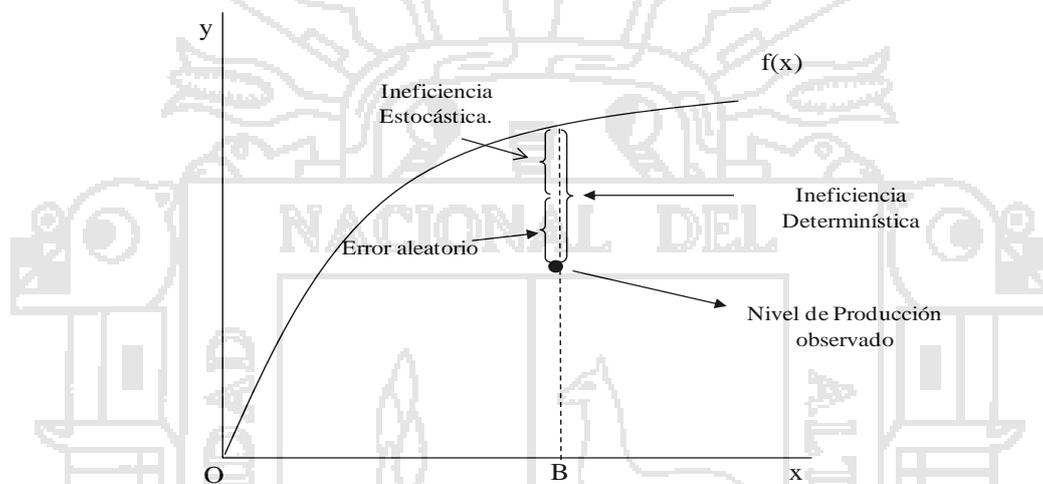
- Se estarían obviando aquellos factores externos no considerados para la estimación de la frontera y que no necesariamente están relacionados a ineficiencias originadas por la calidad del manejo de las instituciones.
- Estas estimaciones son bastante sensibles a los outliers. Así, por ejemplo, errores de medición de los datos podrían ocasionar sesgos por defecto en las medidas de

eficiencia, los cuales además no son superados aumentando los datos para el análisis (Rodríguez, Rossie y Ruzzier 2000).

- No se determina la forma de la distribución de los errores.

Para un mejor entendimiento, las diferencias entre ambos métodos pueden verse en el siguiente gráfico:

**GRÁFICO 11:
INEFICIENCIAS ESTOCÁSTICAS Y DETERMINÍSTICAS.**



Para el caso de DFA, la ineficiencia se encuentra representada por la distancia desde el punto del nivel de producción observado hasta la curva de la frontera de producción. Por su parte, la ineficiencia medida por SFA, se calcula como un error compuesto entre un error aleatorio y un componente de ineficiencia estocástica.

2.1.6 Estimación de la eficiencia mediante métodos no paramétricos: Data Envelopment Analysis (DEA).

Ya finalmente expuestos los conceptos de eficiencia, productividad y la diferencia entre los modelos paramétricos y no paramétricos, es el momento de explicar en qué consiste la metodología sobre la que se basa el presente trabajo de investigación.

2.1.6.1 El Análisis Envolvente de Datos (DEA)

El análisis envolvente de Datos (DEA) es una técnica de programación matemática no paramétrica, que es utilizada para determinar la estimación de la frontera. El análisis no paramétrico de eficiencia DEA (Data Envelopment Analysis) fue desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978, y se emplea para estimar los niveles de eficiencia de unidades organizativas sobre diversos campos de aplicación.

El objetivo es obtener un escalar que representa la mínima proporción a la que se pueden reducir los consumos de inputs sin que se disminuya la cantidad producida de output. La eficiencia relativa de las diferentes unidades consiste en calcular los siguientes cocientes que miden la relación input-output:

$$\text{Eficiencia de la unidad } i - \text{ésima} = \frac{\text{Output de la unidad } i - \text{ésima}}{\text{Input de la unidad } i - \text{ésima}}$$

Sin embargo, el cálculo de este tipo de cocientes como indicadores de eficiencia relativa se muestran insuficientes cuando, por ejemplo, las unidades organizativas emplean varios inputs para obtener simultáneamente varios outputs. En principio esta dificultad puede soslayarse generalizando la expresión anterior de la siguiente manera.

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de la unidad } i - \text{ésima} \\ = \frac{\text{Suma de los output de la unidad } i - \text{ésima}}{\text{Suma de los input de la unidad } i - \text{ésima}} \end{aligned}$$

El principal problema asociado con la medida de la eficiencia dada por la anterior expresión, reside en la falta de homogeneidad dimensional de los diferentes outputs e inputs. El problema entonces se resuelve, introduciendo un sistema de pesos adecuados que normalice tanto el numerador como el denominador de la última ecuación presentada:

Eficiencia de la unidad i – ésima

$$= \frac{\text{Suma ponderada de outputs de la unidad } i - \text{ésima}}{\text{Suma ponderada de inputs de la unidad } i - \text{ésima}}$$

Recurriendo a la notación usual en este campo, para el caso de m outputs y n inputs tenemos:

$$E_j = \frac{U_1 Y_{1j} + U_2 Y_{2j} + \dots + U_i Y_{ij} + \dots + U_m Y_{mj}}{V_1 X_{1j} + V_2 X_{2j} + \dots + V_i X_{ij} + \dots + V_n X_{nj}}$$

Dónde:

E_j es la eficiencia relativa de la unidad organizativa j-ésima.

U_i es el peso asociado al output genérico i-ésimo.

V_i es el peso asociado al input genérico i-ésimo.

Y_{ij} es la cantidad de output genérico i-ésimo en la unidad organizativa j-ésima.

X_{ij} es la cantidad de input genérico i-ésimo en la unidad organizativa j-ésima.

En consecuencia de la definición de eficiencia relativa para esta expresión, se plantea el problema de determinar los conjuntos de pesos U_i y V_i que permiten normalizar tanto los outputs como los inputs. Una primera cuestión a considerar es si los pesos a aplicar a las diferentes unidades organizativas deben o no ser los mismos. Los primeros trabajos en este campo (Farrell, 1957) abordaron este problema intentando establecer un mismo conjunto de pesos para ponderar los outputs e inputs de todas las unidades organizativas. Por el contrario, Charnes et al (1978) sostiene que cada unidad organizativa puede valorar sus outputs e inputs de manera diferente.

La forma de determinar los mejores conjuntos de pesos para los outputs e inputs de cada unidad organizativa constituye el núcleo analítico del análisis de la metodología DEA. De esta manera la eficiencia de la unidad j-ésima se obtendrá maximizando el cociente que mide la eficiencia de dicha unidad, sujetando el proceso de optimización a

que la eficiencia de todas las unidades organizativas, incluyendo la propia unidad j -ésima, sea menor o igual que la unidad. En términos analíticos, se formula un modelo de programación matemática, cuyas variables representan los pesos más favorables para la unidad organizativa j -ésima. La estructura algebraica del modelo, tal como lo propusieron Charnes et al. (1978), para la unidad j -ésima es la siguiente:

$$\text{Max } E_j = \frac{\sum_{i=1}^m U_i Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n V_i X_{ij}}$$

$$\text{s. a } \frac{\sum_{i=1}^m U_i Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n V_i X_{ij}} \leq 1, \forall j$$

$$U_i, V_i \geq 0$$

La solución del modelo anterior proporciona la cuantificación de la eficiencia relativa de la unidad organizativa j -ésima con respecto al resto de unidades, así como los mejores valores de los pesos que han permitido alcanzar dicha eficiencia.

Si en el óptimo $E_j = 1$, entonces podemos decir que la correspondiente unidad j -ésima es eficiente en términos relativos con respecto a las otras $k-1$ unidades. Por el contrario si $E_j < 1$ ello significa que aun habiendo elegido la unidad j -ésima sus pesos más favorables, existen unidades organizativas en la muestra analizada que combinan sus inputs en outputs de una manera más eficiente.

a) Caracterización de los modelos DEA.

Los modelos DEA pueden ser clasificados, básicamente, en función de:

- El tipo de medida de eficiencia que proporcionan: modelos radiales y no radiales.
- La orientación del modelo: Input orientado, Output orientado o Input-Output orientado.

- La tipología de los rendimientos a escala que caracterizan la tecnología de producción, entendida ésta 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 a escala.

b) Orientación del modelo.

Siguiendo a Charnes, Cooper y Rhodes (1981), la eficiencia puede ser caracterizada con relación a dos orientaciones (o direcciones) básicas, pudiendo hacer referencia a modelos:

- Input orientados: 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 orientados: 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.

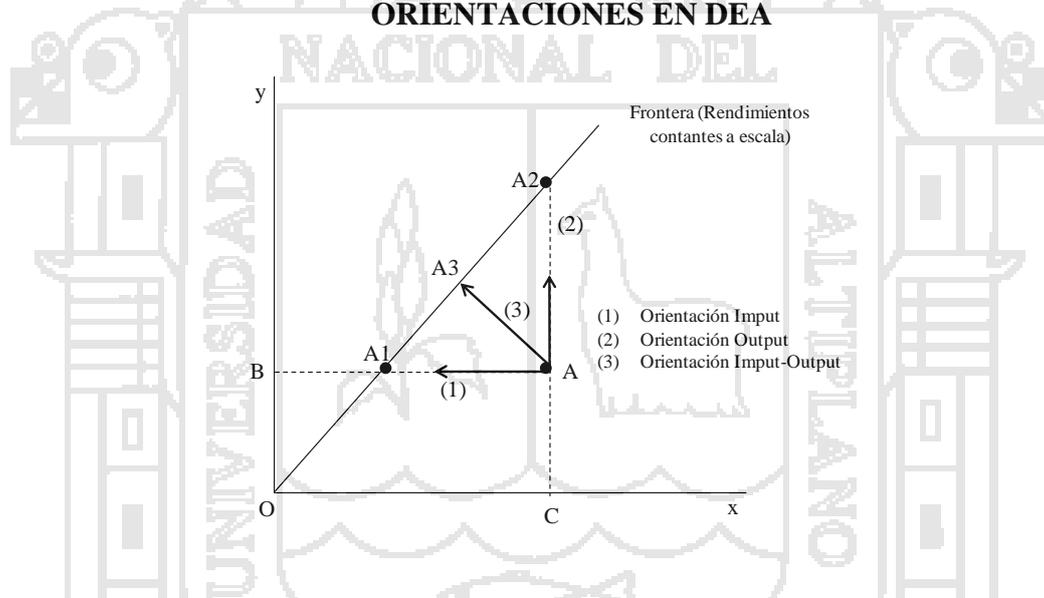
Teniendo en cuenta las orientaciones definidas, una Unidad será considerada eficiente si, y solo si, no es posible incrementar las cantidades de Output manteniendo fijas las cantidades de Inputs utilizadas ni es posible disminuir las cantidades de Inputs empleadas sin alterar las cantidades de Outputs obtenidas.

En la gráfico 12 se ha representado, bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, el caso de un único Input y un único Output, y en ella puede verse cómo la Unidad A es ineficiente técnicamente, se sitúa por debajo de la frontera.

Desde el punto de vista de un modelo Input orientado, la Unidad A podría reducir la cantidad de Input X (los Inputs son controlables) y seguir produciendo la misma cantidad de Output, es decir, la Unidad A debería tomar como referencia la mejor práctica de la Unidad A1. La eficiencia técnica) de la Unidad considerada vendría dada

$$\text{por: } ET_A = \frac{BA1}{BA}$$

**GRÁFICO 12:
ORIENTACIONES EN DEA**



De igual forma, al considerar la evaluación de la eficiencia a través de modelos Output orientados (los Outputs son controlables), la Unidad A sería calificada como ineficiente. Esta Unidad podría consumiendo la misma cantidad de Input, producir una mayor cantidad de Output. En este caso, la eficiencia de la Unidad A vendría dada por el cociente $ET_A = \frac{CA}{CA2}$.

Bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, las medidas de eficiencia técnica Input y Output orientadas coinciden.

Como puede observarse en la gráfico 12, cabe la posibilidad de considerar una tercera opción, correspondiente a los denominados modelos no orientados (también llamados Input-Output orientados), en los que tanto Inputs como Outputs son controlables, que buscan simultáneamente la reducción Input y expansión Output equiproporcional y que dan lugar a medidas de eficiencia “hiperbólica” (Färe, Grosskopf y Lovell, 1985). En este caso se mide la “distancia hacia la frontera a lo largo de la hipérbola que pasa por el proceso productivo” (Álvarez, 2002:27) que representa a la Unidad evaluada.

c) Tipología de los rendimientos.

Para evaluar la eficiencia de un conjunto de Unidades es necesario identificar la tipología de los rendimientos a escala que caracteriza la tecnología de producción.

Los rendimientos a escala, que indican los incrementos de la producción que son resultado del incremento de todos los factores de producción en el mismo porcentaje, pueden ser constantes, crecientes o decrecientes:

- Rendimientos constantes a escala: cuando el incremento porcentual del Output es igual al incremento porcentual de los recursos productivos.
- Rendimientos crecientes a escala (o economías de escala): se dice que la tecnología exhibe este tipo de rendimientos cuando el incremento porcentual del Output es mayor que el incremento porcentual de los factores.
- Rendimientos decrecientes a escala (o deseconomías de escala): cuando el incremento porcentual del Output es menor que el incremento porcentual de los Inputs.

Matemáticamente, si $f(cX) = c^t f(X)$, $t = 1$, implica rendimientos constantes a escala $t > 1$, rendimientos crecientes y $t < 1$, rendimientos decrecientes; donde $f(X)$, es la tecnología de producción, X es un vector input y C un escalar.

d) Ventajas e inconvenientes del DEA.

La metodología DEA presenta una serie de ventajas (fortalezas) que la han convertido, en relativamente poco tiempo, en una técnica muy utilizada. Charnes, Cooper y Rodhes (1978) destacan como características importantes de DEA las siguientes tres:

1. “Caracteriza cada una de las Unidades mediante una única puntuación de eficiencia (relativa).
2. Al proyectar cada Unidad ineficiente sobre la envolvente eficiente destaca áreas de mejora para cada una de las Unidades.
3. La no consideración por DEA de la aproximación alternativa e indirecta de especificar modelos estadísticos y hacer inferencias basadas en el análisis de residuos y coeficientes de los parámetros”.

Además de las tres características enunciadas anteriormente, Charnes et al. (1994) aportan otras peculiaridades de DEA como son, por ejemplo, la posibilidad de ajustarse a variables exógenas e incorporar variables categóricas.

Otro aspecto a tener en cuenta de DEA es su capacidad de manejar situaciones de múltiples Inputs y Outputs (Restzlaff-Roberts y Morey, 1993) expresados en distintas Unidades de medida. Además, DEA es una técnica no-paramétrica y, por tanto, no

supone ninguna forma funcional⁹ de la relación entre los Inputs y los Outputs, ni supone una distribución de la ineficiencia (Banker, Gadh y Gorr, 1993).

DEA determina la frontera de mejor práctica e identifica las Unidades ineficientes de tal forma que cada una de ellas es comparada con una Unidad eficiente o combinación de Unidades eficientes. Consecuentemente, DEA facilita la identificación de las fuentes y cantidad de ineficiencia y permite establecer un plan (Inputs y Outputs objetivos) eficiente para la Unidad ineficiente. DEA optimiza la medida de eficiencia de cada Unidad en relación con las otras Unidades.

Además, al evaluar la eficiencia relativa de una Unidad específica, DEA considera las condiciones más favorables. Como se verá al tratar el modelo CCR (de rendimientos constantes a escala) en forma de cociente, los pesos de los Inputs y Outputs serán diferentes entre las distintas Unidades evaluadas. Boussofiene, Dyson y Thanassoulis (1991) consideran que dicha flexibilidad en la elección de los pesos es tanto una fortaleza como una debilidad de la técnica DEA. Así, la fortaleza la justifican en que si una Unidad resulta ser ineficiente incluso cuando se han incorporado los pesos más favorables en su medida de eficiencia entonces el argumento de que los pesos no son apropiados no es justificable. Por otra parte, afirman que es una debilidad porque una elección no juiciosa de pesos puede permitir calificar como eficiente a una Unidad, aunque esto tenga más que ver con la elección de pesos que con cualquier eficiencia inherente.

⁹ DEA representa la frontera utilizando métodos de programación matemática que determinan un casco convexo de los puntos observados. Implícitamente supone que no hay errores de medida sino únicamente desviaciones unilaterales que representan ineficiencias al no lograr el Output sobre la frontera (Banker, Gadh y Gorr, 1993). Stolp (1990) indica que al imponer el supuesto más débil de que las relaciones entre los Inputs y los Outputs son simplemente monótonas y cóncavas, DEA hace posible que los datos hablen por ellos mismos antes que en el idioma de alguna forma funcional impuesta.

Continuando con las debilidades o desventajas que presenta la técnica DEA, una de las mayores críticas recibidas es que se trata de una aproximación determinista y no tiene en cuenta influencias sobre el proceso productivo de carácter aleatorio e imposibles de controlar ni la incertidumbre (errores de medida o introducción incorrecta de datos, por ejemplo) (Restzlaff-Roberts y Morey, 1993). Así, la precisión de los resultados alcanzados (puntuaciones de eficiencia relativa) dependerá de la exactitud de las medidas de los Inputs y Outputs considerados. Si la incertidumbre está presente, los resultados pueden ser erróneos y conducir a que una Unidad aparezca, falsamente, como eficiente, es decir, la frontera puede cambiar de forma y/o posición y, consecuentemente, puede estar mostrando Unidades ineficientes cuando realmente no lo son. Además, DEA es sensible a la existencia de observaciones extremas y toda desviación respecto de la frontera es tratada como ineficiencia, lo que puede derivar en una sobreestimación de la misma (Doménech, 1992).

Por otra parte, mediante la aproximación DEA, un considerable número de Unidades son caracterizadas como eficientes a menos que la suma del número de Inputs y Outputs sea pequeña en relación con el número de observaciones (Andersen y Petersen, 1993; Doyle y Green, 1991). Concretamente, tal y como apuntan Drake y Howcroft (1994), DEA probablemente trabaje mejor cuando el número de observaciones es aproximadamente el doble de la suma de los Inputs y Outputs. Por esta razón, los estudios con pequeñas muestras (reducido número de Unidades) trabajan con un alto grado de agregación respecto de las categorías de los Inputs y Outputs. También, hay que tener presente que la omisión de un Input u Output importante puede redundar en resultados sesgados.

Además, como quedará patente a lo largo de los próximos capítulos en los que se exponen los modelos DEA básicos, DEA-CCR y DEA-BCC, deben ejecutarse tantos programas lineales como número de Unidades deban evaluarse, lo cual puede generar problemas computacionales.

2.1.6.2 El modelo de rendimientos constantes a escala (CCR).

Tal y como se ha presentado en la sección precedente, los modelos DEA se distinguen, básicamente, por la naturaleza de la medida de eficiencia, la orientación del modelo para calcularla y la tipología de los rendimientos a escala que caracterizan la frontera eficiente.

En el caso de los rendimientos constantes a escala el planteamiento del modelo es como sigue.

Supongamos que cada una de las N empresas (DMU's a partir de ahora) tienen K inputs y M outputs. La i -ésima DMU está representada por los vectores x_i e y_i , respectivamente. La matriz $(K \times N)$ de inputs, X , y la matriz $(M \times N)$ de outputs, Y representan los datos de las N DMU's.

El propósito del DEA es construir una frontera no paramétrica sobre los puntos de referencia, tal que todos los puntos observados queden sobre la frontera de la producción o por debajo. Para el sencillo ejemplo de una industria donde se produce un output usando dos inputs, esto puede ser visualizado como un número de planos que se intersectan formando una envolvente sobre una dispersión de puntos en un espacio tridimensional. Dado el supuesto de CCR, esto se puede también representar por una unidad isocuántica en un espacio de input/output (ver gráfico 6).

La eficiencia en cada DMU se obtiene a partir de una medida del cociente de todos los outputs sobre todos los inputs, $u'y_i/v'x_i$, donde u es el vector de dimensión $M \times 1$ de

los pesos de los outputs y v es el vector de $K \times 1$ de los pesos de los inputs. Para seleccionar los pesos óptimos especificamos el siguiente problema de programación matemática:

$$\begin{aligned} & \max_{u,v} (u'y_i/v'x_i) \\ \text{st} \quad & u'y_i/v'x_i < 1, i = 1, 2, \dots, N, \\ & u, v \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Esto implica el encontrar los valores para u y v , de manera que la medida de la eficiencia del i -ésimo DMU es maximizada, sujeto a la restricción de que todas las medidas de la eficiencia deben ser menores o iguales a uno. El problema de esta formulación es que tiene un número infinito de soluciones¹⁰. Para evitar esto se impone la restricción $v'x_i = 1$, que proporciona:

$$\begin{aligned} & \max_{\mu,v} (\mu'y_i), \\ \text{st} \quad & v'x_i = 1, \\ & \mu'y_i - v'x_i \leq 0, i = 1, 2, \dots, N \\ & \mu, v \geq 0, \end{aligned} \quad (3)$$

Donde el cambio en la notación de u y v a μ y v reflejan la transformación. Esta forma se conoce como la forma del multiplicador del problema de programación lineal¹¹.

Usando la dualidad en la programación lineal, una manera equivalente de expresar dicho problema sería:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta,\lambda} \theta, \\ \text{st} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \end{aligned}$$

¹⁰ Si (u^*, v^*) es una solución, entonces $(\alpha u^*, \alpha v^*)$ es otra solución, etc

¹¹ μ y v se denominan en este caso precios sombra normalizados

$$\lambda \geq 0, \quad (4)$$

Donde θ es un escalar y λ es un vector $N \times 1$ de constantes. Esta forma de plantear el problema implica menos restricciones que la forma del multiplicador ($K + M < N + 1$), y por lo tanto es generalmente la forma utilizada.

El valor de θ obtenido será la eficiencia de la i ésima DMU y está comprendido entre 0 y 1, tomando un valor de 1 si el DMU está situado en la frontera de referencia, es decir, será técnicamente eficiente de acuerdo a la definición de Farrell (1957). Señalar que el problema de programación lineal debe de ser resuelto N veces, una para cada DMU de la muestra, obteniendo un θ para cada DMU.

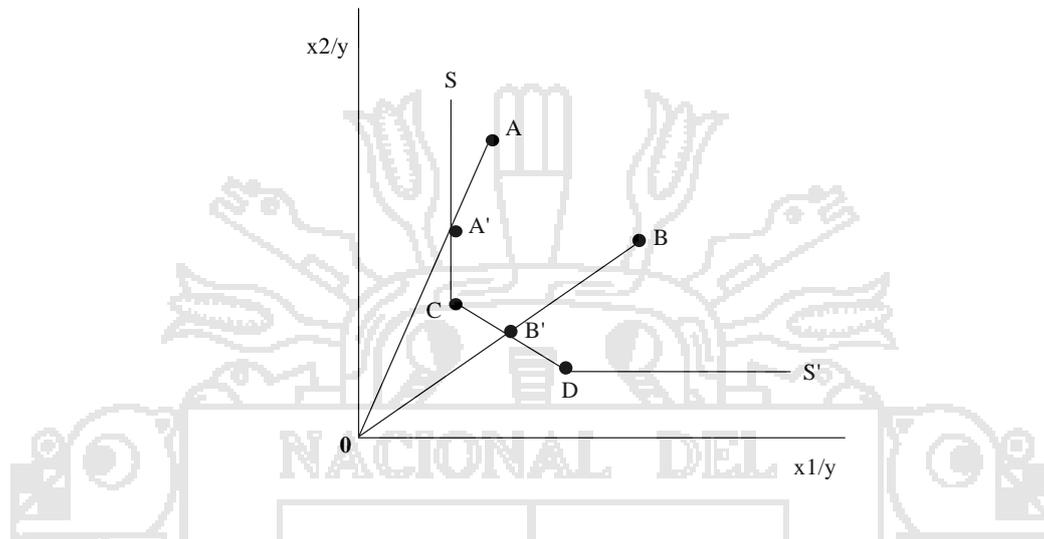
La forma de la frontera no paramétrica del DEA, formada por trozos de líneas, puede causar algunas dificultades en la medida de la eficiencia. El problema se presenta debido a las secciones de la frontera que discurren paralelas a los ejes (ver gráfico 7) que no ocurren en la mayoría de las funciones paramétricas (véase el Gráfico 6). Para ilustrar el problema, en el Gráfico 13 las DMU's que utilizan las combinaciones de inputs C y D son dos DMU's eficientes, las cuales definen la frontera, y A y B son ineficientes.

Las medidas de eficiencia técnica de Farrell (1957) dan la eficiencia de A y B como OA'/OA y OB'/OB , respectivamente. Sin embargo, es cuestionable si el punto A' es un punto eficiente puesto que podría reducirse la cantidad del input x_2 usada (por la cantidad CA') y todavía producir la misma cantidad de output. Esto se conoce como holgura del input en la literatura. Análogamente se define las holguras de los outputs.

Así podría ser discutido que la medida de Farrell de la eficiencia técnica (θ) y cualquier holgura diferente a cero en el input o en el output debería ser calculada, de

cara a proporcionar una indicación exacta de la eficiencia técnica de un DMU en el análisis DEA.

**GRÁFICO 13:
MEDIDAS DE EFICIENCIA Y HOLGURAS DE INPUT**



En el Gráfico 13 la holgura del input x_2 asociada al punto A' es CA' . En casos con más inputs y outputs, la identificación del punto eficiente "más cercano" de la frontera (tal como C), y por lo tanto el cálculo subsiguiente de holguras, no es una tarea trivial.

Algunos autores (véase Ali y Seiford 1993) han sugerido la solución de una segunda etapa del problema de programación lineal para mover a un punto eficiente de la frontera, maximizando la suma de las holguras requeridas para moverse desde un punto ineficaz de la frontera (tal como A' en el Gráfico 13) a un punto eficiente de la frontera (tal como el punto C). Esta segunda etapa del problema de programación lineal se define como (Coelli, 1996).

$$\min_{\lambda, OS, IS} - (M1'OS + K1'IS),$$

$$\text{st} \quad -y_i + Y\lambda - OS = 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda - IS = 0,$$

$$\lambda \geq 0, OS \geq 0, IS \geq 0, \quad (5)$$

Donde OS es un vector $M \times 1$ de holguras del output, IS es un vector $K \times 1$ de holguras del input, and $M1$ and $K1$ son vectores unitarios de $M \times 1$ y $K \times 1$, respectivamente. Señalar que en esta segunda etapa, θ no es una variable, su valor es tomado de los resultados derivados de la primera etapa. Asimismo, este problema debe resolverse para cada una de las DMU's de la muestra.

Hay dos problemas importantes asociados a esta segunda etapa. El primero y más obvio es que la suma de holguras está maximizada más bien que reducida al mínimo. Por lo tanto identificará no el punto eficiente más cercano sino el punto eficiente más alejado. El segundo problema es que no es invariante a las unidades de medida. La alteración de las unidades de medida, podría dar lugar a la identificación de diferentes fronteras de eficiencia y por lo tanto de diferentes holguras y medidas de eficiencia.

Sin embargo, estas dos cuestiones no son un problema en el ejemplo del Gráfico 13 porque hay solamente un punto eficiente a elegir. No obstante, si la holgura ocurre en 2 o más dimensiones (lo cual ocurre a menudo) entonces los problemas antedichos pueden entrar en juego.

Como resultado de este problema, muchos estudios solucionan simplemente el problema lineal de primera etapa (ecuación 2) para los valores de las medidas técnicas radiales de la eficacia de Farrell (α) para cada DMU ignorando completamente las holguras, o calculan la medida de eficiencia de Farrell (θ) y las holguras residuales, calculadas como $OS = -y_i + Y\lambda$, y $IS = \theta x_i - X\lambda$.

Sin embargo, esta forma de obtener las holguras no está exenta de problemas, porque no hay garantía de que proporcionen todas las holguras (por ejemplo, cuando un número de observaciones aparecen en la sección vertical de la frontera en el Gráfico 13) y por lo tanto no siempre puede identificarse el punto eficiente más cercano para cada

DMU (Koopman, 1951). Una solución a lo expuesto, sería la utilización de múltiples etapas del problema de programación lineal. El método multietapa del DEA exige mucho más cómputo que los otros dos métodos (véase Coelli 1997 para más detalles). Sin embargo, las ventajas de esta solución son que identifica los puntos eficientes con múltiples inputs y outputs, y que son también invariantes a las unidades de medida.

Las holguras se pueden ver como una consecuencia del método de construcción de la frontera elegido (DEA) y del uso de los tamaños de muestra finitos. Si un tamaño de muestra infinito estuviera disponible y/o si un método alternativo de construcción de la frontera fuera utilizado, que implique una superficie suave de la función, el problema de las holguras desaparecería. Además, parece absolutamente razonable aceptar el argumento de Ferrier y Lovell (1990), los cuales observan a las holguras como un problema de ineficacia asignativa.

2.1.7 Medición del cambio productivo y tecnológico

Una vez obtenido los índices de eficiencia para un grupo de unidades de decisión resulta pertinente evaluar el cambio de su productividad a lo largo del tiempo. Así, una de las principales extensiones de los modelos DEA es la evaluación de la productividad mediante el índice de Malmquist propuesto por Färe, Grosskopf, Norris y Zhang (1994b).

A través de esta metodología, el índice de Malmquist permite descomponer el crecimiento de la productividad en dos componentes: cambios en la eficiencia técnica y en la tecnología a lo largo del tiempo.

A continuación se expone algunos conceptos básicos, los cuales luego serán utilizados para responder a los principales objetivos del presente trabajo de investigación.

2.1.7.1 El Índice de productividad Malmquist.

La definición general del índice de Malmquist está basada en el concepto económico de función de distancia introducido por Shephard (1970), cuya inversa es igual a la medida de la eficiencia técnica enunciada por Farrell (1957). Desde la contribución inicial de Farrell (1957) al análisis de la producción, se ha desarrollado el concepto de frontera de posibilidades de producción formada por las mejores observaciones, que define el límite de las combinaciones de output-input posibles. De esta manera, la cuantía en la que una observación se encuentre alejada de la frontera dará lugar a una medida de su ineficiencia técnica. En particular, se considera que una unidad es técnicamente eficiente si no es posible aumentar la cantidad obtenida de uno de sus productos sin incrementar el uso de ningún factor o sin disminuir la cantidad obtenida de cualquier otro producto.

El índice de Malmquist, inicialmente propuesto por Caves, Christensen y Diewert (1982), consiste en el cálculo de índices a partir de funciones de distancia -introducidas en la teoría del consumo por Malmquist (1953). A partir de dichas funciones de distancia, se podrá establecer en qué medida un sector es eficiente, y en caso de no serlo, como es de ineficiente, en relación con una eficiencia óptima del mercado para ese sector. La combinación de estas funciones de distancia permite definir índices de productividad que pueden ser interpretados como variaciones en la PTF si cumplen con la propiedad de proporcionalidad, según la cual si la producción se ve incrementada de un año a otro, permaneciendo el consumo de factores inalterado, entonces el índice debe incrementarse en igual proporción, que el aumento de outputs. Asimismo, si el consumo de factores productivos se reduce en una determinada proporción a lo largo de un periodo de tiempo, manteniéndose la producción inalterada, entonces el índice debe

incrementarse en igual proporción. Desde la perspectiva de los índices de Malmquist y las funciones de distancia que lo integran, esto implica que las funciones de distancia deben ser homogéneas de grado uno en outputs y -1 en factores, lo cual equivale a que la tecnología de producción considerada para evaluar el rendimiento o eficiencia productiva se corresponda con rendimientos constantes a escala.

Este índice permite medir el crecimiento de la productividad entre dos períodos t y s . El procedimiento, propuesto por Caves, Christensen y Diewert (1982), se basa en el cálculo de la distancia que separa a cada individuo de la tecnología de referencia en cada período, utilizando para ello la función distancia.

Matemáticamente El índice de productividad con orientación al input, definido inicialmente por Caves et al. (1982), tomo como referencia la tecnología del periodo inicial para medir y empleo del concepto de función de distancia para definirlo. En donde el Índice de Malmquist quedaría representado como:

$$IPM_j^t = \frac{D_j^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_j^t(y^t, x^t)},$$

Donde $D_j^t(y^{t+1}, x^{t+1})$ sería la distancia input que la DMU j tendría en el periodo $t+1$ respecto a la frontera eficiente el periodo t y $D_j^t(y^t, x^t)$, representaría la distancia que la DMU j tendría en el periodo t respecto a la frontera eficiente del mismo periodo.

Si $IPM_j^t > 1$ la $D_j^t(y^t, x^t) > D_j^t(y^{t+1}, x^{t+1})$, por lo que observaría que la DMU j ha experimentado un incremento en la productividad entre el periodo t y $t+1$, dado que la reducción proporcional que habría que realizar la DMU j para ubicarse en la frontera eficiente en el periodo t sería mayor en el periodo inicial t que el periodo final $t+1$.

Sin embargo, como se mencionó inicialmente, la frontera eficiente tomada como referencia para medir la distancia fue la del periodo inicial t , resultando esto consistente

si el periodo que se analiza es corto o el sector analizado presenta escaso cambio técnico. En ese sentido, Caves et al. (1982) proponen que una forma de evitar los problemas derivados de la elección ad hoc de la tecnología de referencia sería el utilizar la media geométrica de ambos, de modo que el índice de Malmquist quedaría definido como:

$$M_j^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[\frac{D_j^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_j^t(y^t, x^t)} \cdot \frac{D_j^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_j^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2},$$

El índice de Malmquist representado como una media geométrica de las cuatro funciones de distancia, requiere relacionar el vector input output de un periodo con la tecnología existente en otro periodo. De este modo, en $D_j^t(y^t, x^t)$ y $D_j^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})$ se está comparando cada empresa con la frontera del período al que pertenece, mientras que en $D_j^{t+1}(y^t, x^t)$ y $D_j^t(y^{t+1}, x^{t+1})$ la observación pertenece a un período diferente del de la frontera con la cual se la está comparando y, por lo tanto, la función distancia puede tomar valores inferiores a la unidad. El índice de Malmquist, de esta manera, agrega estos efectos y mide el cambio en la productividad de una empresa, midiendo la distancia de la misma en dos periodos de tiempo t y $t+1$ respecto a la frontera tecnológica existente en t o en $t+1$.

El cambio en la productividad medido a través del índice del Malmquist, que toma en cuenta la distancia hacia la frontera inicial y final se puede descomponer en cambios en la eficiencia técnica (catching-up), que representan la eficacia con la que se aplica el conocimiento tecnológico a la producción; y desplazamientos de la frontera de eficiencia (shift frontier), debidos a la mejora de la tecnología disponible. El cambio en la eficiencia técnica, como se vio anteriormente, se puede separar en cambio en la eficiencia pura y cambio en la eficiencia de escala, es decir cuánto de la eficiencia se

debe a mejoras en la gestión y cuanto a un mejor ajuste del tamaño de la empresa a la demanda atendida.

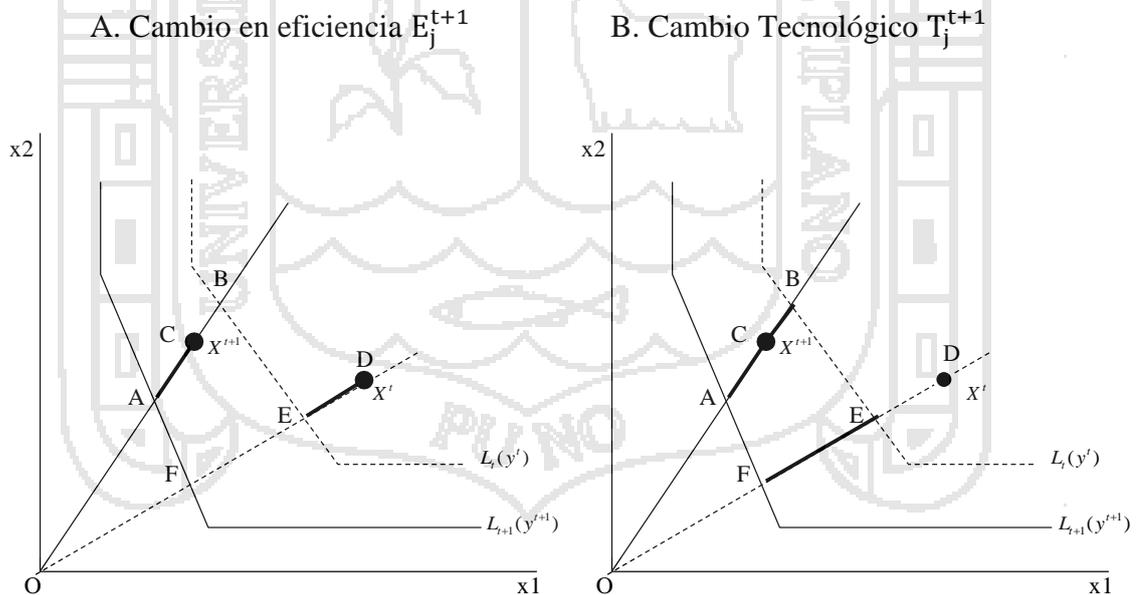
El admitir la posibilidad de comportamientos ineficientes les permite descomponer el índice de la siguiente forma (Färe et al., 1990):

$$M_j^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \frac{D_j^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_j^t(y^t, x^t)} \left[\frac{D_j^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_j^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_j^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_j^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= ETT_j^{t+1} \cdot T_j^{t+1}$$

Donde ETT_j^{t+1} , mide el cambio en la eficiencia técnica (catching-up) y T_j^{t+1} mide el desplazamiento en la frontera de producción (frontier shift). En el Gráfico 14 se ilustra el caso de un único producto (y) y dos factores productivos (x_1, x_2). Se representan las dos isocuantas, $L_t(y_t)$ y $L_{t+1}(y_{t+1})$. Además se asume que $y_t = y_{t+1}$.

GRÁFICO 14:
CAMBIO EN EFICIENCIA TÉCNICA Y CAMBIO TECNOLÓGICO



En el Gráfico 14 se recoge la situación de una empresa que utiliza la combinación de factores X^t en el momento t (se encuentra en el punto D) y la combinación X^{t+1} en el

momento $t+1$ (se encuentra en el punto C). En términos de las distancias ahí señaladas, el índice de Malmquist vendrá dado por:

$$M_j^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \frac{OE/OD}{OA/OC} \left[\frac{OA/OC}{OC/OB} \frac{OF/OD}{OE/OD} \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{OE/OD}{OA/OC} \left[\frac{OA/OF}{OB/OE} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= ETT_j^{t+1} \cdot T_j^{t+1}$$

Si la empresa se encuentra en ambos períodos en sus fronteras respectivas, el primer término será igual a 1 y el cambio productivo experimentado entre los dos períodos vendrá explicado por el movimiento de la frontera. Al contrario, si el segundo término es 1, los cambios de productividad estimados vendrán explicados por los cambios en la eficiencia de la empresa en ambos períodos. En los demás casos, los cambios productivos reflejados en M_{jt+1} serán una mezcla de cambios ambas.

2.2 MARCO CONCEPTUAL.

2.2.1 Eficiencia en el sector salud.

En el Perú, los establecimientos de salud son esencialmente públicos y por lo tanto se hallan expuestos a restricciones presupuestarias. En este contexto, las Unidades de Decisión de los establecimientos requieren planificar adecuadamente sus necesidades de recursos y administrarlas de una manera eficiente, es decir minimizando desperdicios y optimizando su capacidad productiva, si es que se desea garantizar mejoras en el estado de salud de la poblacional. Por ello, la evaluación de la eficiencia del sector salud adquiere importancia. Algunos de los aspectos claves de esta evaluación pueden resumirse como:

En primer lugar, permitiendo identificar las áreas o procesos críticos que presenten problemas de productividad.

En segundo lugar, posibilitando tipificar las fuentes de generación de ineficiencia

y por lo tanto, coadyuvar al diseño de estrategias de mejoras de gestión orientadas a elevar los niveles de productividad de la empresa, potenciar las capacidades de los recursos humanos y reducir las restricciones organizativas. En este sentido, el establecimiento de metas, mediante acuerdos de gestión, y un adecuado control de las mismas son elementos de gestión que contribuirían a que los establecimientos operen de manera eficiente, optimizando su producción de acuerdo a los recursos disponibles.

Finalmente, desde una perspectiva temporal, la evaluación de la eficiencia fortalece el rol proactivo de la gestión de las Unidades de Decisión y su capacidad de anticipación al mercado. Ello es así, debido a que la evaluación de la eficiencia proporciona información relevante para tomas de decisiones de reorientación de las estrategias vigentes, al posibilitar el análisis de sensibilidad de cambios en el nivel de eficiencia ante modificaciones en las políticas de gestión o cambios de entornos.

Sin embargo, las características propias del mercado de salud y de sus organizaciones dificultan esta evaluación según los criterios convencionales. Entre las limitantes halladas se pueden mencionar:

1. La creación, proceso de desarrollo y gestión de la organización sanitaria de un país no responde a criterios económicos ligados a una firma o empresa, sino que influyen criterios de la ciencia de la salud y políticos. Cabe señalar, que este mercado existe una elevada intervención del Estado debido a que la salud al ser un bien público, está expuesto a fallas de mercado y a elevados problemas de inequidad.

En este contexto, un porcentaje elevado de los establecimientos de salud opera sin fines de lucro y por lo tanto sus decisiones de producción y de inversión no

responden a criterios de rentabilidad, sino que están orientados a la consecución de unos determinados fines relacionados con la salud de la población.

2. No existe una producción estandarizada de servicios de salud debido a que ésta, se halla asociada a las características individuales de cada paciente.
3. La salud tiene un carácter multicausal y por lo tanto, dificulta distinguir en su evolución los aspectos vinculados a la efectividad de la intervención de la red sanitaria o sistema de salud de aquellos vinculados a factores económicos, sociales, entre otros.
4. Los establecimientos de salud son esencialmente empresas multi producto, es decir, utilizan múltiples recursos productivos (profesionales de salud, salas de operaciones, camas, equipos quirúrgicos y de laboratorio, medicamentos, entre otros) para la producción de una diversidad de servicios (consulta externa, hospitalizaciones, pruebas de laboratorio, intervenciones quirúrgicas, atención de emergencia, entre otros).

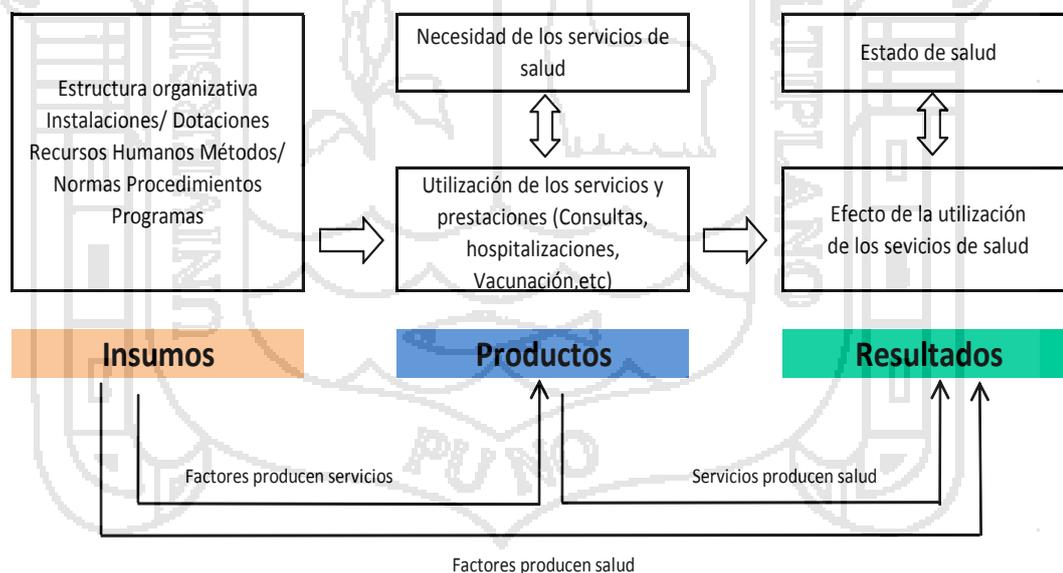
Como ya se mencionó la existencia de recursos escasos es un factor que obliga a las empresas a asignar y utilizar de manera racional sus recursos productivos para alcanzar sus objetivos organizacionales. En el caso del sector de salud, este hecho es muy particular, pues debido a que los servicios de salud son bienes sociales, y de derecho humano, la articulación entre los diferentes medios (productos intermedios) y fines (productos finales), puede ser abordada desde diversos enfoques: (Régnier, 1993, ver diagrama 1):

- a. Recursos que producen servicios: Las Unidades de Decisión buscarán garantizar la máxima producción de servicios de salud (fines) mediante la combinación

óptima de actividades, procesos y factores productivos (medios) que reduzca los riesgos de desperdicios de recursos;

- b. Servicios producen salud: Las Unidades de Decisión buscarán proveer un adecuado nivel de servicios de salud (productos intermedios) que optimice el estado de salud de la población (medios); y
- c. Recursos producen salud: Las Unidades de Decisión buscarán garantizar el mejor estado de salud poblacional (fines) mediante la combinación óptima de actividades, procesos y factores productivos que reduzcan los riesgos de desperdicios de recursos (medios). En este sentido, la gestión de la Unidad de Decisión será eficiente en tanto obtenga la combinación de factores que optimice el coste-efectividad de las intervenciones en salud.

**DIAGRAMA 1:
COMPONENTES DE PROCESO DE UN SISTEMA DE SALUD**



Fuente: MINSA

Elaboración: Abt Associates Inc.

Si bien el último enfoque, en un sentido de derecho social, es el más adecuado conceptualmente, orientando su atención hacia aspectos de la calidad y efectividad de las prestaciones de salud, las dificultades para medir el estado de salud o la falta de

consenso para determinar el mejor indicador de salud poblacional, obligan a centrarse en la interrelación entre recursos productivos y producción de servicios para la medición de la eficiencia del sector¹².

2.2.2 Estructura, características y servicios hospitalarios en el Perú.

2.2.2.1 Organización del sistema de salud en el Perú

Dentro del sistema de salud del Perú se tienen proveedores de servicios de salud públicos y privados, cada uno de los cuales incorpora un conjunto de mecanismos de financiamiento y suministro de servicios integrados verticalmente. La estructura interna de cada uno de estos es descrita a continuación.

a) Proveedores de servicios de salud del sector Público.

Para la prestación de servicios de salud, el sector público se organiza en cinco segmentos, con financiamiento contributivo o de rentas generales.

En primer lugar, el Gobierno ofrece servicios de salud a la población no asegurada a cambio del pago de una cuota de recuperación de montos variables ya través del Seguro Integral de Salud (SIS)¹³ que subsidia la provisión de servicios a la población en situación de pobreza. La prestación de servicios, tanto para el régimen subsidiado de población abierta como para la población afiliada al SIS, se realiza mediante la red de

¹² En la medida que los mismos inputs y los outputs sirvan de base de cálculo de medidas de productividad y de valores objetivos en los establecimientos de salud, el resultado del análisis podría estar sobrestimando sistemáticamente los niveles de eficiencia. (González López-Valcárcel, 1996).

¹³ El Seguro Integral de Salud (SIS) tiene como finalidad proteger la salud de los peruanos que no cuentan con un seguro de salud, priorizando a aquellas poblacionales vulnerables que se encuentran en situación de pobreza y pobreza extrema. Este componente del sistema de salud del Perú se creó en 2001 con la fusión del seguro gratuito escolar - SGE (1997), que cubría a niños, niñas y adolescentes escolarizados de entre 3 y 17 años, y el seguro materno infantil - SMI (1998), que cubría a gestantes y niños y niñas menores de 5 años. El SIS amplió la cobertura del SMI en términos geográficos y de población. Para lograr mejores resultados y marcar la diferencia entre el SIS y sus predecesores, en la Ley N° 28588, se incorporó con carácter prioritario, en forma sucesiva y de acuerdo con la disponibilidad presupuestaria, la atención de salud por medio del SIS, a mujeres mayores de 17 años, no gestantes, en situación de extrema pobreza. Además, al independizar a las escuelas públicas del proceso de adscripción, la cobertura se amplió a todo niño, niña y adolescente menor de 18 años, sea escolar o no, en condición de pobre o extremadamente pobre

establecimientos de los Gobiernos regionales y del Ministerio de Salud (MINSA), que están ubicados en las regiones y en la capital de la república. Este subsistema está estructurado en tres niveles: nacional, regional y local. El nivel nacional está conformado por el MINSA, los órganos desconcentrados del MINSA (Dirección de Abastecimiento de Recursos Estratégicos en Salud y los Institutos especializados). El nivel regional está representado por las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA), pertenecientes a los gobiernos regionales y, el nivel local, por algunas municipalidades encargadas de la administración y el presupuesto de los establecimientos de salud de sus jurisdicciones (MINSA, 2010).

Los otros cuatro subsistemas que brindan servicios de salud son:

- i) El Seguro Social de Salud - EsSalud adscrito al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, opera con su propia red de hospitales y centros de salud; ofreciendo servicios de salud a la población asalariada y a sus familias en sus propias instalaciones, pero desde la promulgación de la Ley de Modernización de la Seguridad Social, en 1997, el sector privado le ha vendido servicios personales a través de las EPS¹⁴. Estas últimas tienen como finalidad complementar, con servicios de menor complejidad, la prestación de los servicios ofrecidos por EsSalud a aquellos trabajadores que hayan optado por afiliarse voluntariamente a alguna de esas instituciones. Las EPS brindan servicios de salud en establecimientos privados, propios o de terceros, aunque también tienen convenios con establecimientos públicos (MINSA, 2010).

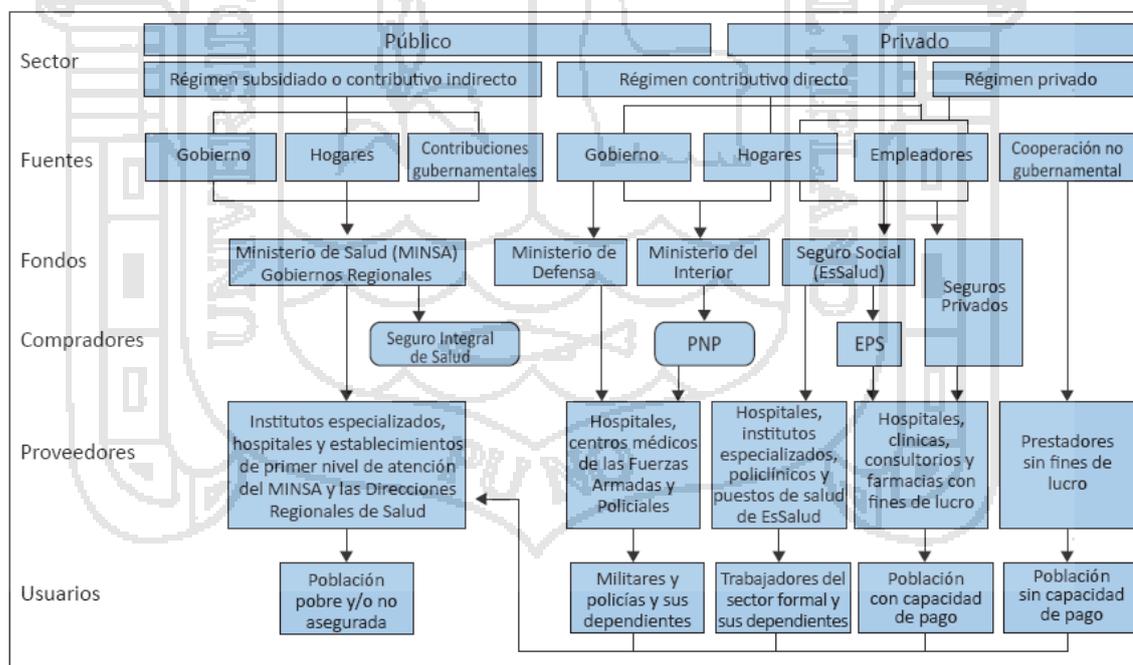
¹⁴EPS, Las Entidades Prestadoras de Salud (EPS) son empresas e instituciones públicas o privadas, distintas a EsSalud, cuyo único fin es prestar servicios de atención de salud, con infraestructura propia y/o de terceros, sujetándose a los controles de la Superintendencia de Entidades Prestadoras de Salud (SEPS).

- ii) Las Sanidades de las Fuerzas Armadas (Marina, Aviación y Ejército), adscritas al Ministerio de Defensa, que cuenta con sus propias instalaciones;
- iii) La Sanidad de la Policía Nacional del Perú (PNP), adscrita al Ministerio del Interior, que también cuenta con sus propias instalaciones;

La Sanidad de las Fuerzas Armadas y la Sanidad de la PNP brindan servicios solo a sus miembros, familiares directos y trabajadores, mediante su propia red de establecimientos. Sin embargo, a pesar de comportarse como seguros de salud, el financiamiento de los subsistemas proviene tanto del Tesoro público como de los copagos realizados por los familiares de los beneficiarios titulares (MINSA, 2010).

- iv) Las instituciones del sector privado: entidades prestadoras de salud (EPS), aseguradoras privadas, clínicas y organizaciones de la sociedad civil (OSC).

**DIAGRAMA 2:
ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE SALUD DEL PERÚ**



Fuente: MINSA
Elaboración: MINSA.

b) Proveedores de servicios de salud del sector Privado.

Dentro de las prestaciones del sector privado, se distingue el servicio privado lucrativo y el servicio privado no lucrativo. Forman parte del privado lucrativo las EPS, las aseguradoras privadas, las clínicas privadas especializadas y no especializadas, los centros médicos y policlínicos, los consultorios médicos y odontológicos, los laboratorios, los servicios de diagnóstico por imágenes y los establecimientos de salud de algunas empresas mineras, petroleras y azucareras¹⁵. Por otro lado, el sector privado no lucrativo está clásicamente representado por un conjunto variado de asociaciones civiles sin fines de lucro (como la Cruz Roja Peruana, los Bomberos Voluntarios y las Organizaciones de acción social de algunas iglesias, entre otras). La mayor parte de estas entidades presta servicios de primer nivel y frecuentemente recibe recursos financieros de cooperantes externos, donantes internos, del Gobierno y de hogares.

La autoridad sanitaria máxima y el ente rector del Sistema Nacional de Salud es el Ministerio de Salud -MINSAL. La Ley General de Salud (Ley N° 26842) asigna al MINSAL la dirección y gestión de la política nacional de salud, así como la supervisión de su cumplimiento de conformidad con la política general del Gobierno. También, establece que el Gobierno es garante de proveer los servicios de salud pública a toda la población y que la salud individual es una responsabilidad compartida por el individuo, la sociedad y el Estado (Alcalde-Rabanal *et al.*, 2011). Por otra parte, la Superintendencia Nacional de Aseguramiento en Salud – SUNASA (Organismo Público Técnico Especializado adscrito al Ministerio de Salud) se constituye como el ente encargado de registrar, autorizar, supervisar y regular las instituciones administradoras de fondos de aseguramiento en salud, así como de supervisar a las instituciones

¹⁵ También existen prestadores privados informales: chamanes, curanderos, hueseros y parteras, entre otros.

prestadoras de servicios de salud en el ámbito de su competencia. Asimismo, es la institución encargada de registrar, autorizar, regular y supervisar el funcionamiento de las entidades prepagas de salud y de todas las entidades públicas, privadas o mixtas que ofrezcan servicios bajo la modalidad de pago regular o anticipado. Para ejercer sus funciones, la SUNASA cuenta con facultades sancionadoras.

2.2.2.2 Establecimientos de salud: Niveles de atención, complejidad y categorías.

Se denominan establecimientos de salud a los establecimientos constituidos por los recursos humanos, de infraestructura, equipamientos tecnológicos y financieros que organizados adecuadamente tienen el objetivo de solucionar las necesidades de salud de población.

Estos establecimientos son categorizados de acuerdo a funciones, características, niveles de atención y complejidad, necesaria para resolver con eficacia y eficiencia necesidades de salud de diferente magnitud y severidad.

En cuanto a los niveles de atención, los establecimientos de salud son clasificados en los siguientes tres¹⁶:

- **Primer nivel:** Es la puerta de entrada de la población al sistema de salud, en donde se desarrollan principalmente actividades de promoción de la salud, prevención de riesgos y control de daños a la salud, diagnóstico precoz y tratamiento oportuno, teniendo como eje de intervención las necesidades de salud más frecuentes de la persona, familia y comunidad. El grado de severidad y magnitud de los problemas de salud en este nivel, plantea la atención con una

¹⁶Norma técnica de salud NTS N° 021-MINSA I DGSPN.03, "CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD"

oferta de gran tamaño, y de baja complejidad: además se constituye en el facilitador y coordinador del flujo del usuario dentro del sistema.

- **Segundo nivel:** En este nivel se complementa la Atención Integral iniciada en el nivel precedente, agregando un grado de mayor especialización tanto en recursos humanos como tecnológicos, brindando un conjunto de servicios de salud dirigidos a solucionar los problemas de las personas referidas del primer nivel de atención o aquellas que por urgencia o emergencia acudan a los establecimientos de salud de este nivel. Además, realiza actividades preventivas promocionales, según corresponda.
- **Tercer nivel:** Es el nivel de mayor especialización y capacidad resolutive en cuanto a recursos humanos y tecnológicos dirigidos a la solución de las necesidades de salud que son referidas de los niveles de atención precedentes, así como aquellas personas que acudan a los establecimientos de este nivel por razones de urgencia o emergencia. Además, realiza actividades preventivas promocionales, según corresponda.

Asimismo, en cuanto al nivel de complejidad, éste mide el grado de diferenciación y desarrollo de los servicios de salud alcanzado merced a la especialización y tecnificación de sus recursos. Cabe precisar que el nivel de complejidad guarda una relación directa con las categorías de los establecimientos de salud. Véase Cuadro 1.

**CUADRO 1:
NIVELES DE COMPLEJIDAD Y CATEGORÍAS DE LOS
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD**

Nivel de Atención	Niveles de complejidad	Categorías de	
		General	Especializada
Primer nivel de atención	1º Nivel de complejidad	I-1	
	2º Nivel de complejidad	I-2	
	3º Nivel de complejidad	I-3	
	4º Nivel de complejidad	I-4	
Segundo nivel de atención	5º Nivel de complejidad	II-1	II-E
	6º Nivel de complejidad	II-2	
Tercer nivel de atención	7º Nivel de complejidad	III-1	III-E
	8º Nivel de complejidad		III-2

Fuente: MINSA

Elaboración: Propia.

En cuanto a las categorías de los establecimientos, a los hospitales de atención general le corresponde los niveles de complejidad 5º, 6º y 7º; bajo las categorías II-1, II-2 y III-1. A continuación se describe de manera general las características principales de los hospitales de nos ocupa en este trabajo de investigación: II-1 y II-2.

Categoría II-1

Corresponden a esta categoría los siguientes establecimientos de salud: Hospitales de atención general y Clínicas de atención general.

Estos establecimientos de salud cuentan como mínimo con Médicos especialistas en Medicina Interna, Ginecología y Obstetricia, Cirugía General, Pediatría y Anestesiología; adicionalmente con Médico -Cirujano, profesionales Químico Farmacéutico, de Odontología, de Enfermería, de Obstetricia, de Psicología, de Nutrición, de Tecnología Médica (en Laboratorio Clínico y Anatomía patológica y Terapia Física), de Trabajo Social, y personal técnico asistencial y administrativo.

Unidades productoras de servicios de salud.

- Consulta Externa
- Emergencia.

- Hospitalización
- Centro Obstétrico
- Centro Quirúrgico.
- Diagnóstico por imágenes.
- Patología Clínica (Laboratorio Clínico).
- Farmacia.
- Nutrición y Dietética.
- Central de esterilización.

Categoría II-2

Corresponden a esta categoría los siguientes establecimientos de salud:

- Hospitales de atención general.
- Clínicas de atención general.

En estos establecimientos de salud se cuenta como mínimo con Médicos especialistas en Medicina Interna, Ginecología y Obstetricia, Cirugía General, Pediatría, Anestesiología, Traumatología y Ortopedia, Patología Clínica, Radiología, Anatomía Patológica, Medicina de Rehabilitación, Cardiología, Neurología, Neumóloga, Gastroenterología, Reumatología, Psiquiatría, Oftalmología, Otorrinolaringología, Urología, Además, cuentan con Médico especialista en Oncología o Médico especialista con entrenamiento en Oncología, Médico especialista en Medicina Intensiva y/o Médico especialista en Medicina Interna capacitado en Cuidados Intensivos y Médico especialista en Pediatría capacitado en Cuidados Intermedios Neonatal y Cuidados Intermedios Pediátrico.

Asimismo, cuentan con Médico -Cirujano u otros profesionales de la salud con formación de postgrado en Epidemiología (Maestría o Diplomado), y Químico

Farmacéutico, profesionales de Odontología, de Enfermería, de Obstetricia, de Psicología, de Nutrición, de Tecnología Médica (en Terapia Física y Rehabilitación, y de Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica), de Biología, de Trabajo Social, y profesionales de Administración, Contabilidad, Estadística; personal técnico asistencial y administrativo, todos los cuales deben tener permanencia continua durante el horario de atención del establecimiento de salud.

Unidades productoras de servicios de salud.

- Consulta Externa
- Emergencia.
- Hospitalización
- Centro Obstétrico
- Centro Quirúrgico.
- Cuidados intensivos.
- Medicina de rehabilitación
- Diagnóstico por imágenes.
- Patología Clínica (Laboratorio Clínico).
- Anatomía patológica.
- Farmacia.
- Centro de hemoterapia y banco de sangre.
- Nutrición y Dietética.
- Central de esterilización.

Es importante mencionar que esta clasificación solo considera a los establecimientos de salud bajo la administración del MINSA. Para el caso de ESSALUD, sanidades de las Fuerzas Armadas y Policía Nacional del Perú, en el

cuadro siguiente se muestra un comparativo nacional de cada establecimiento respecto a la clasificación del MINSA.

**CUADRO 2:
COMPARATIVO NACIONAL DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD**

Categorías	MINSA	ESSALUD	PNP	FAP	NAVAL	PRIVADO
I - 1	Puesto de salud		Puesto Sanitario	Posta Medica	Enfermería y Servicios de sanidad	Consultorio
I - 2	Puesto de Salud con Médico	Posta Medica	Posta Medica	Departamento Sanitario	Departamento de Sanidad y Posta Naval	Consultorio Médicos
I - 3	Centro de Salud	Centro Medico	Policlínico		Centro Medico	Policlínicos
I - 4	Centro de Salud con Internamiento	Policlínico	Hospital Regional	Hospital Zonal	Policlínico Naval	Centros Médicos
II - 1	Hospital I	Hospital I y II		Hospital Regional	Clínica Naval	Clínicas
II - 2	Hospital II	Hospital III y IV				Clínicas
III - 1	Hospital III	Hospital Nacional	Hospital Nacional	Hospital Central FAP	Hospital Naval	Clínicas
III - 2	Instituto especializado	Instituto				Institutos

Fuente: MINSA

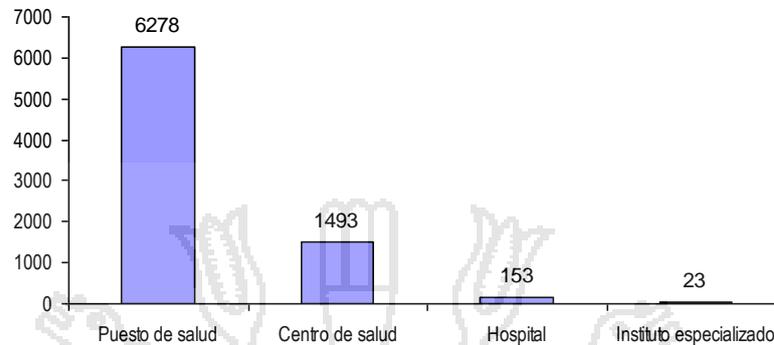
Elaboración: Propia.

2.2.2.3 Cobertura y características de los establecimientos de salud en el Perú.

En cuanto a la cobertura de los establecimientos de salud, tal y como fue tratado en el apartado anterior, estos son clasificados según las necesidades de atención de primer nivel, segundo nivel y tercer nivel, los cuales a su vez son categorizados en puestos de salud, centros de salud, hospitales y hospitales o institutos especializados.

De acuerdo a información del MINSA, actualmente, en términos agregados, la infraestructura de salud pública nacional, se encuentra constituida por un total de 7947 establecimientos; de los cuales el 79% corresponde a puestos de salud, 18.8% a Centros de salud, 1.9% a Hospitales y 0.3% a Institutos especializados.

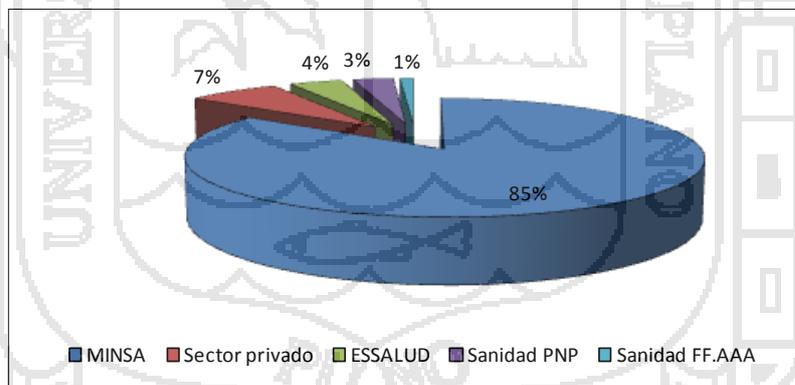
GRÁFICO 15:
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD PÚBLICOS A NIVEL NACIONAL (2014)



Fuente: MINSA
Elaboración: Propia.

Por otro lado, la estructura global de los establecimientos está concentrada en los establecimientos de salud administrados por el MINSA. Así, en relación a los establecimientos en general el 85% son del MINSA, el 7% del Sector Privado, el 4% a EsSalud, un 3% de la Sanidad de la PNP y un 1% de la Sanidad de las FF. AA

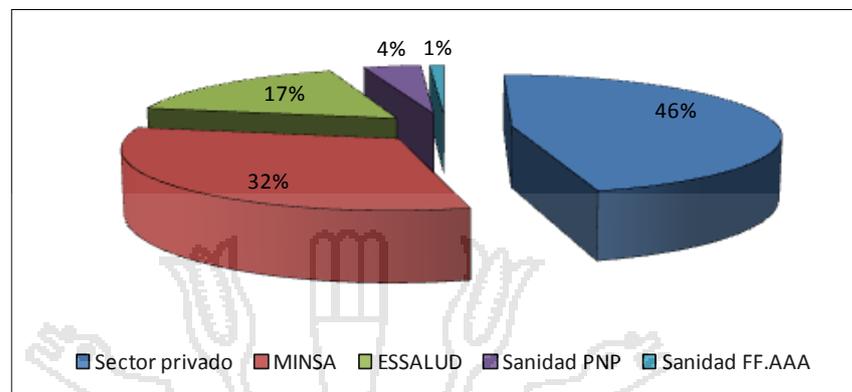
GRÁFICO 16:
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL SECTOR POR INSTITUCIÓN (2010)



Fuente: MINSA
Elaboración: Propia.

En el caso específico de los hospitales, la distribución se modifica a favor de del sector privado. De acuerdo al último censo realizado por el MINSA, el 46% de los hospitales es administrado por el Sector Privado, el 32% por el MINSA, el 17% por EsSalud y el 4% por la Sanidad de las FF.AA. y el 1% por la Sanidad de la PNP.

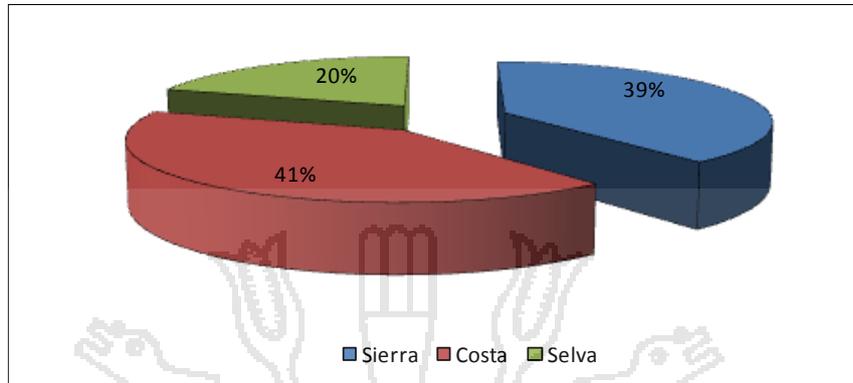
GRÁFICO 17:
HOSPITALES DEL SECTOR POR INSTITUCIÓN (2005)



Fuente: MINSA
Elaboración: Propia.

Como se puede apreciar, la concentración de establecimientos es básicamente en el primer nivel de atención en el MINSA (puestos y centros de salud), y en el caso del segundo y tercer nivel de atención en el Sector Privado, lo cual se entiende que obedece al destino de las inversiones, mientras que en el MINSA se ha priorizado las inversiones hacia la creación de establecimientos de salud del primer nivel de atención con un fuerte enfoque preventivo, por ser consideradas estas inversiones más costo-efectivas por las autoridades de salud para reducir problemas de inequidad y mejoramiento del estado de salud, el Sector Privado orienta sus inversiones con un enfoque curativo hacia servicios con mayor grado tecnológico y con un mercado objetivo centrado en los estratos medio-alto de la población urbana (35% de la población total).

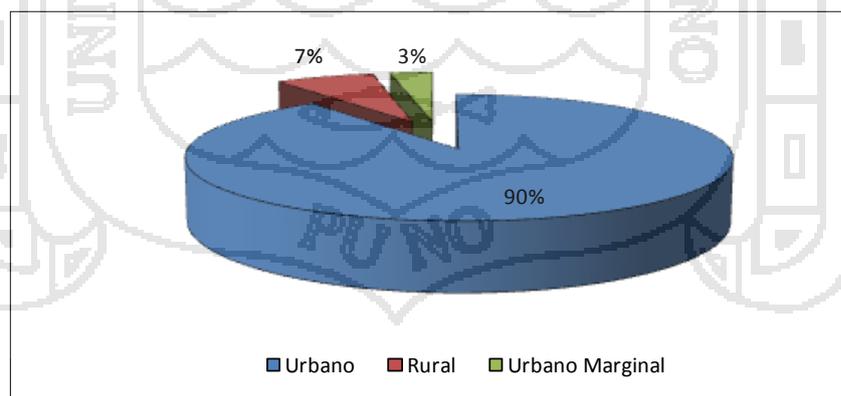
**GRÁFICO 18:
PORCENTAJE DE HOSPITALES DEL MINSA POR REGIONES (2010)**



Fuente: MINSA
Elaboración: Propia

En cuanto a la distribución geográfica de los establecimientos hospitalarios, según datos del MINSA, de sus 153 hospitales el mayor porcentaje se encuentra en la costa con un 41%, seguido de cerca por un 39% en la sierra y solo un 20% en la selva, concentrándose en zonas urbanas en un 90% de los casos. Por su parte, los hospitales o centros especializados se encuentran principalmente en las zonas de la costa, en los departamentos de Lima, Arequipa y Trujillo.

**GRÁFICO 19:
PORCENTAJE DE HOSPITALES MINSA POR ZONAS (2010)**



Fuente: MINSA
Elaboración: Propia.

2.2.3 Características del sistema de salud de la Región de Puno.

A nivel local, en la Región de Puno la Dirección Regional de Salud Puno (DIRESA) es el organismo público responsable de formular y proponer las políticas regionales de salud, así como dirigir, normar y evaluar a los establecimientos de salud, en concordancia con la políticas nacionales y planes sectoriales. Esta dirección depende orgánica y administrativamente del gobierno regional, pero normativamente se encuentra bajo la administración del MINSA.

Bajo esta dirección se cuenta con 445 establecimientos, distribuidos en 2 hospitales de referencia (nivel II-2), 9 hospitales de baja complejidad (nivel II-1), 94 centros de salud y 341 puestos de salud. La distribución geográfica de cada uno de ellos es mostrada en el siguiente cuadro.

**CUADRO 3:
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD PÚBLICOS DE LA REGIÓN PUNO (2013)**

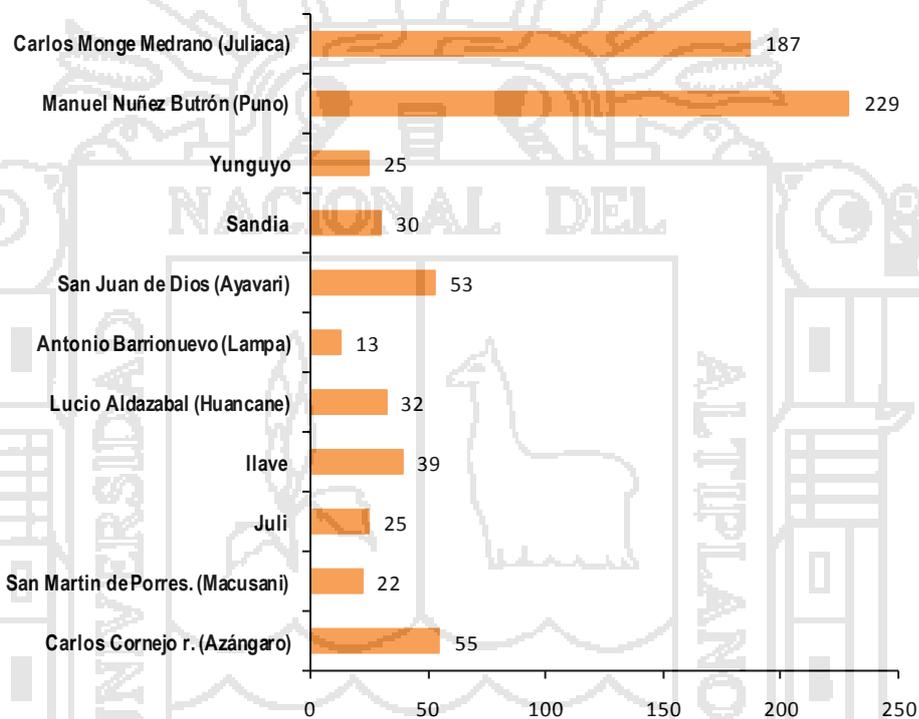
Provincia	Puestos de Salud	Centros de Salud	Hospital II-1	Hospital II-2	Total
Puno	59	16	-	1	75
Azángaro	20	9	1	-	30
Carabaya	19	5	1	-	25
Chucuito	38	8	1	-	47
Collao	34	8	1	-	43
Huancané	48	8	1	-	57
Lampa	12	4	1	-	17
Melgar	49	13	1	-	63
San Román	36	11	-	1	48
Sandia	17	6	1	-	24
Yunguyo	9	6	1	-	16
Total	341	94	9	2	445

Fuente: MINSA
Elaboración: Propia.

En cuanto a la oferta de camas hospitalarias, estos se concentran fuertemente en los establecimientos de nivel II-2. Así, para el 2013, de un total de 710 camas, los hospitales nivel II-2 concentraron el 59% del total, con 229 camas para el caso del Hospital Manuel Núñez Butrón y 187 camas ubicadas en el Hospital Carlos Monje Medrano. Asimismo, el hospital Antonio Barrionuevo de Lampa es de menor

disposición de camas, puesto que al 2013 el número de estas fue solamente de 13 unidades. Cabe precisar que en los últimos años la disponibilidad de camas en estos establecimientos no ha sufrido una variación significativa. Aunque se debe señalar que debido a razones de deterioro físico, durante el 2012 aproximadamente 20 camas fueron retiradas del Hospital Manuel Núñez Butrón de Puno.

**GRÁFICO 20:
CAMAS HOSPITALARIAS PUNO - 2013**



Fuente: MINSA
Elaboración: Propia.

En relación a los recursos humanos, considerando todas las categorías de establecimientos en la Región, se cuenta al 2003 con un total de 3126 Profesionales de salud; de los cuales aproximadamente el 40.9% corresponde a enfermeros, 20.4% a médicos y 20% a obstetras. Con porcentajes menores se encuentran los odontólogos y biólogos, 6.7% y 3.3%, respectivamente. En cuanto a la distribución de profesionales por tipo de establecimiento, son los centros de salud los que concentran el más alto

número de profesionales, 34%; seguidos por los puestos de salud con un 24%; y los hospitales II-1 y II-2 con 21% y 18%, respectivamente.

**CUADRO 4:
PROFESIONALES DE SALUD SEGÚN TIPO DE ESTABLECIMIENTO DE
SALUD**

Categoría	Puestos de Salud	Centros de Salud	Hospital II-1	Hospital II-2	REDes	Total
Biólogo	2	48	26	24	3	103
Enfermero	352	342	289	241	55	1,279
Médico	136	200	127	165	9	637
Médico veterinario	-	4	8	2	5	19
Nutricionista	1	45	21	9	4	80
Obstetra	209	236	118	53	9	625
Odontólogo	40	132	27	7	4	210
Psicólogo	-	24	14	8	1	47
Químico	-	2	-	-	-	2
Químico farmacéutico	-	7	14	11	3	35
Laboratorio clínico y anatomía patológica	-	-	1	3	-	4
Radiología	-	-	-	1	-	1
Trabajadora social	6	20	23	31	4	84
Total	746	1,060	668	555	97	3,126

Fuente: MINSA
Elaboración: Propia.

2.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.3.1 Hipótesis general.

- Los niveles relativos de eficiencia técnica de los hospitales públicos de la Región de Puno se encuentran determinados por variables de entorno como tamaño, mayores capacidades resolutivas y complejidad de los hospitales.

2.3.2 Hipótesis específicas.

- Las variables de entorno como la ubicación geográfica, tipo de gestión y tamaño determina los cambios en la productividad total de factores.
- Existen mejoras en la eficiencia técnica en el periodo 2011-2013.

CAPÍTULO III. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

3.1 METODOLOGÍA.

En esta sección se expone la metodológica seguida para el cálculo de los índices de eficiencia técnica, determinación de la frontera de mejor práctica y cambio temporal en los niveles de eficiencia y productividad.

De esta forma, como un análisis previo en una primera etapa se realizara un análisis univariado de las variables insumo y producto de los establecimientos de salud seleccionados de la Región de Puno.

Seguidamente se abordara el tema que motiva el presente trabajo de investigación, el de la medición de eficiencia técnica y de la productividad total de los factores. Para ello, primeramente, se empleará la metodología DEA, que estima simultáneamente fronteras de producción con rendimientos constantes a escala (Coelli et al., 2003). Posteriormente, se calculará la productividad total de los Factores mediante el Índice de Malmquist, el cual realiza la descomposición del cambio en la productividad en cambio tecnológico y cambio en eficiencia técnica.

Como un análisis complementario, en una tercera etapa se contrasta una hipótesis adicional; de si el tamaño o complejidad de los establecimientos de salud explican ciertas diferencias de eficiencia. Para ello, se aplica un el test no paramétrico de Mann-Whitney.

De este modo, para la estimación de la eficiencia técnica el modelo de programación matemática que emplearemos será el DEA con orientación Input y rendimientos constantes a escala.

Básicamente se estimaran el siguiente modelo DEA con rendimientos constantes a escala en su versión Dual.

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{st } & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned}$$

Para las estimaciones, utilizaremos el software EMS y Frontier 4.1. Ambos software son de disponibilidad gratuita en sus versiones académicas y adecuadas para el grado de complejidad de la presente tesis. Adicionalmente, para los cálculos del test Mann – Whitney emplearemos el software estadístico SPSS.

3.2 UNIDADES DE ANÁLISIS

A nivel regional, no se cuenta con una base de información completa y confiable, lo que dificulta llevar a cabo una evaluación de desempeño y gestión de los hospitales públicos y más aún compararlos entre ellos. Para la presente investigación y con el apoyo y colaboración de la Dirección Regional de Salud–Puno, se realizó una recolección de información de los 11 hospitales ubicados en la Región de Puno: 9 hospitales de categoría II-1 y 2 hospitales de categoría II-2. La información utilizada corresponde al periodo 2011-2013

**CUADRO 5:
UBICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD**

Establecimiento de salud	Ubicación	Categoría
Carlos Cornejo Rosello	Azangaro	II-1
San Martin de Porres	Macusani	II-1
Juli	Juli	II-1
Ilave	Ilave	II-1
Hospital Lucio AldazabalPauca	Huancane	II-1
Antonio Barrionuevo	Lampa	II-1
San Juan de Dios	Ayaviri	II-1
Hospital Sandía	Sandía	II-1
Yunguyo	Yunguyo	II-1
Manuel Nuñez Butron	Puno	II-2
Carlos Monje Medrano	Juliaca	II-2

Fuente: MINSA

Elaboración: Propia.

3.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES.

3.3.1 Variables outputs o productos.

Las variables empleadas como Outputs son las que caracterizan principalmente al portafolio de servicios hospitalarios de las establecimientos de salud de categoría II-1 y II-2. Entre la información disponible para todas las unidades de análisis se encuentran el número de: i) egresos, ii) consultas externas, iii) emergencias y iv) partos. A continuación se explica cada una de las variables:

- i) Y_1 = egresos. Como producto de un hospital está asociado a un servicio hospitalario, en el cual el paciente es hospitalizado o internado en los establecimientos por un periodo mínimo de 12 horas mientras recibe tratamiento médico (diagnóstico, terapia, rehabilitación, cirugía, etc.) para luego dejar el establecimiento. Asimismo, un egreso implica siempre la conclusión del período de hospitalización y la desocupación de una cama de hospital, ya sea por alta o fallecimiento. Esta variable ha sido utilizada como una aproximación al volumen de pacientes que el establecimiento atiende en servicios no ambulatorios, exceptuando los partos.

- ii) $Y_2 =$ Consultas. El número de consultas externas en un hospital esta asociados a la atención básica que recibe un paciente cuando presenta alguna anomalía en su estado de salud. Es la atención ambulatoria realizada por un médico u otro profesional de la salud.
- iii) $Y_3 =$ Emergencia. Son básicamente atenciones de emergencia.
- iv) $Y_4 =$ Partos. El número de partos hospitalarios o partos atendidos corresponde al número de atenciones a las madres en el momento de dar a luz.

3.3.2 Variables inputs o insumos.

Por otro lado, las variables escogidas como insumos son aquellas que se utilizan en la producción de los servicios mencionados previamente. Estas son:

- i) $X_1 =$ Consultorios. Espacios habilitados para llevar a cabo las consultas médicas tanto externas como de urgencias.
- ii) $X_2 =$ Número de camas habilitadas, donde se atienden las hospitalizaciones o internamientos, esto es, el lugar que ocupa el paciente mientras permanece y es atendido en el establecimiento de salud;

En cuanto a las variables insumo asociadas al recurso humano, están son aquellas clasificadas y definidas en: i) Administrativos, ii) asistenciales y iii) técnico asistencial. Los cargos de tipo asistencial corresponden al personal que está directamente relacionado con la prestación de los servicios de salud, mientras que los cargos de tipo administrativo corresponden al personal dedicado a labores de dirección, procesos gerenciales, administrativos, contables, financieros y operativos, entre otros, para que la institución opere como una empresa de prestación de servicios de salud.

Así, se clasificaron los cargos en las siguientes categorías:

- iii) X_3 = Personal administrativo, compuesta por los funcionarios de los niveles gerenciales, jefaturas y operativo de tipo administrativo.
- iv) X_4 = Personal asistencial, compuesta por los profesionales de salud, funcionarios del nivel profesional y de tipo asistencial.
- v) X_5 = Personal técnico asistencial, compuesto por personal del nivel asistencial con estudios técnicos.

A continuación se resumen las variables que serán utilizadas para medir la eficiencia técnica relativa en los hospitales de la muestra, esto bajo el modelo DEA-CCR con orientación de insumos:

**CUADRO 6:
VARIABLES INPUTS Y OUTPUTS**

Variable	Inputs	Variable	Output
X1	Consultorios	Y1	Egresos
X2	Número de camas habilitadas	Y2	Consultas
X3	Administrativo	Y3	Emergencias
X4	Asistencial	Y4	Partos
X5	Tec. Asistencial		

Fuente: MINSA
Elaboración: Propia.

3.3.3 Análisis de estadísticos descriptivos.

Como parte del análisis de eficiencia que implica el presente trabajo de investigación, se ha establecido un periodo de evaluación que parte del año 2011. Una de las razones por las cuales se ha definido este punto de inicio, es debido a que la información disponible para las diversas variables tanto insumos como producto provenientes de los distintos establecimientos no muestran un claro empare periódico. Por ejemplo para el caso de personal la información disponible anterior al año 2011 es solo existente para los hospitales de nivel II-2, siendo escaso los datos para el resto de hospitales de nivel II-1. Cabe precisar que similar hecho se registra para algunas variables de insumos. Por tanto, de los registros obtenidos de DIRESA, es posible

calcular algunas estadísticas que muestren el comportamiento de las variables insumo y producto presentados.

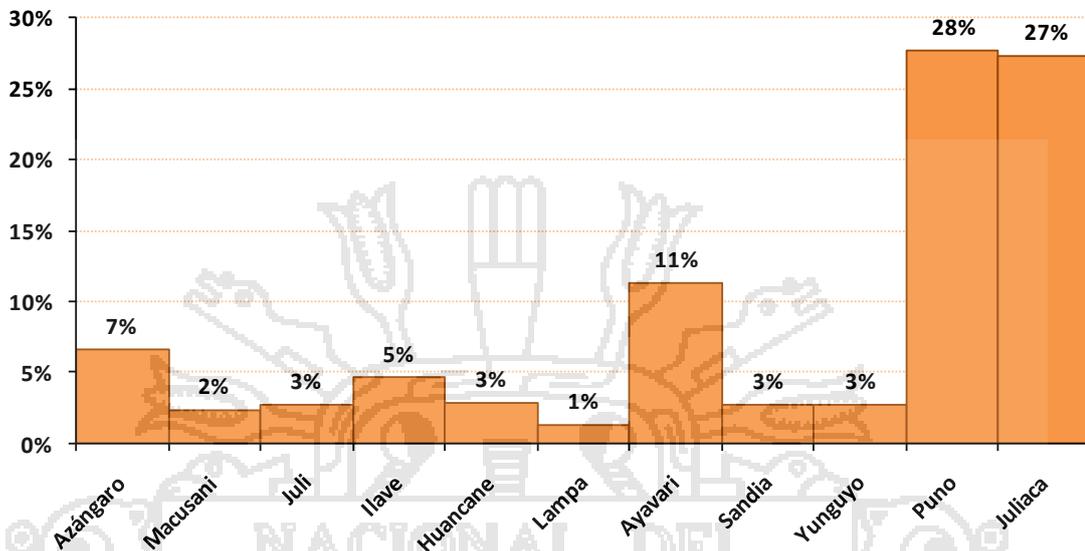
Con respecto a los egresos hospitalarios, la mayor proporción de ellos fue registrada para los hospitales Manuel Muñes Butrón y Carlos Monge Medrano, con un promedio de para el periodo 2011 – 2013 de 7,191 y 7,922 egresos, respectivamente; representando estas cifras en un porcentaje conjunto del más del 50% del total regional. Esta situación es debido a que, siendo ambos hospitales de categoría II-2, con mayor oferta de servicios hospitalarios, y ubicados en las ciudades de mayor población, la demanda resultantes es por naturaleza mucha mayor que en los casos de los hospitales de categoría II-1 ubicados en otras ciudades de la región. Cabe precisar que, tal y como se muestra más adelante, esta situación es registrada para casi todos las variables insumos y productos empleadas en la investigación.

**CUADRO 7:
EGRESOS HOSPITALARIOS 2011-2013**

Establecimiento de Salud	2011	2012	2013	Promedio
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	1,751	1,790	1,801	1,781
San Martín de Porres. (Macusani)	622	615	641	626
Juli	878	1,117	745	913
Ilave	1,137	1,293	1,266	1,232
Lucio Aldazabal (Huancane)	903	924	770	866
Antonio Barrionuevo (Lampa)	411	333	348	364
San Juan de Dios (Ayavari)	2,774	2,864	3,066	2,901
Sandia	722	1,058	734	838
Yunguyo	771	1,084	733	863
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	7,103	6,933	7,538	7,191
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	7,915	8,402	7,448	7,922
Total	28,826	30,364	27,286	28,825

Fuente: DIRESA-Puno
Elaboración: Propia.

**GRÁFICO 21:
PORCENTAJE DE EGRESOS HOSPITALARIOS POR ESTABLECIMIENTO
DURANTE EL AÑO 2013**



Fuente: DIRESA-Puno
Elaboración: Propia.

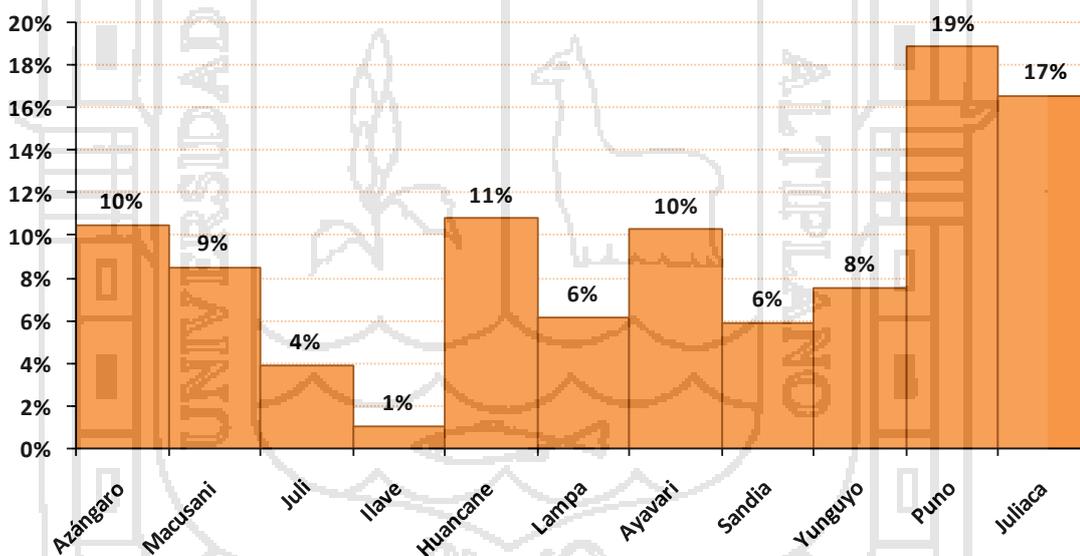
En cuanto al número de consultas hospitalarias, se han registrado en los últimos años un promedio total de 150,374 consultas, de los cuales los dos hospitales de categoría II-2 concentraron en conjunto un promedio total de 52,232 consultas, esto durante el periodo 2011 – 2013, lo cual equivale a un 52% del total regional. Por su parte los entre los hospitales de categoría II-1, destacan los establecimientos Lucio Aldazabal y San Juan de Dios, cada uno con un porcentaje de consultas del 10% sobre el total regional.

**CUADRO 8:
CONSULTAS HOSPITALARIAS 2011-2013**

Establecimiento de Salud	2011	2012	2013	Promedio
Carlos Comejo R. (Azángaro)	12,841	8,055	18,460	13,119
San Martín de Porres. (Macusani)	18,261	8,091	15,008	13,787
Juli	6,475	3,901	6,885	5,754
Ilave	12,750	9,865	1,811	8,142
Lucio Aldazabal (Huancane)	12,934	13,594	19,003	15,177
Antonio Barrionuevo (Lampa)	8,395	4,188	10,798	7,794
San Juan de Dios (Ayavari)	14,653	11,600	18,113	14,789
Sandia	11,466	2,770	10,410	8,215
Yunguyo	11,431	9,359	13,310	11,367
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	27,903	29,044	33,203	30,050
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	19,149	18,208	29,189	22,182
TOTAL	156,258	118,675	176,190	150,374

Fuente: DIRESA-Puno
Elaboración: Propia.

**GRÁFICO 22:
PORCENTAJE DE CONSULTAS HOSPITALARIAS POR ESTABLECIMIENTO DURANTE EL AÑO 2013**



Fuente: DIRESA-Puno
Elaboración: Propia.

De igual manera para el caso del número de emergencias hospitalarias, durante el periodo 2011 – 2013, se han registrado un promedio total de 53,087 casos. De este total, un 55% de casos fueron atendidos en los hospitales de categoría II-2. Por su parte los hospitales de Ilave y San Juan de Dios de Ayaviri, destacan entre los hospitales de

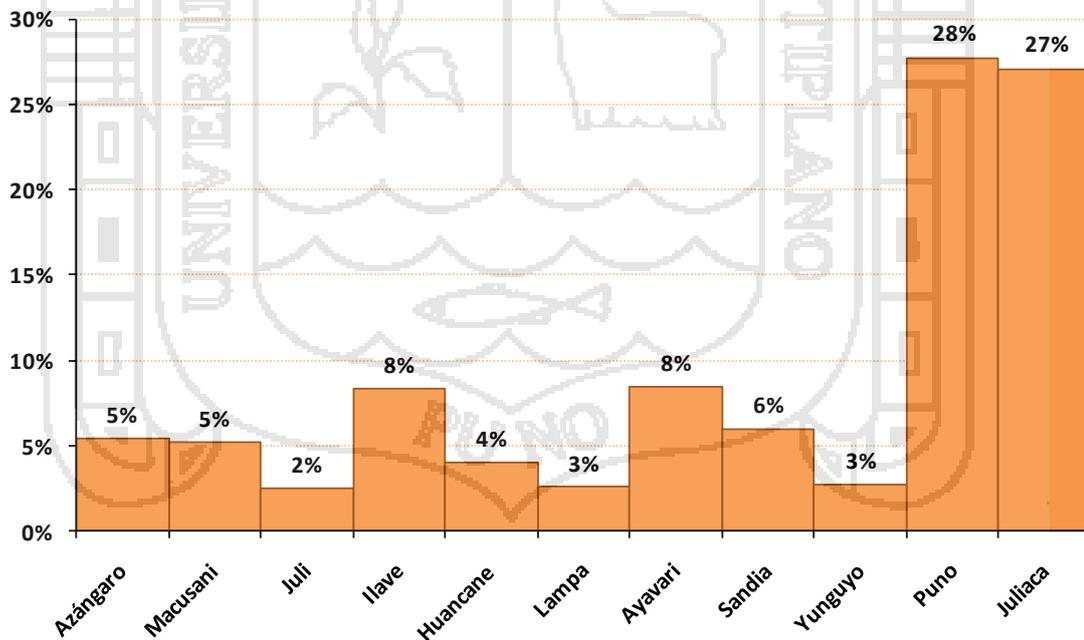
categoría II-1, pues registraron en promedio 4,500 casos, cada uno, lo cual representa en conjunto un porcentaje promedio de 16% respecto al total regional.

**CUADRO 9:
EMERGENCIAS HOSPITALARIAS 2011-2013**

Establecimiento de Salud	2011	2012	2013	Promedio
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	2,689	2,717	2,945	2,784
San Martín de Porres. (Macusani)	2,480	2,444	2,818	2,581
Juli	1,551	1,833	1,362	1,582
Ilave	4,103	4,533	4,548	4,395
Lucio Aldazabal (Huancane)	1,890	1,890	2,184	1,988
Antonio Barrionuevo (Lampa)	1,655	1,448	1,401	1,501
San Juan de Dios (Ayavari)	4,895	4,275	4,614	4,595
Sandia	2,916	3,148	3,273	3,112
Yunguyo	822	1,225	1,506	1,184
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	17,116	15,434	15,118	15,889
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	16,416	9,218	14,793	13,476
Total	56,533	48,165	54,562	53,087

Fuente: DIRESA-Puno
Elaboración: Propia.

**GRÁFICO 23:
PORCENTAJE DE EMERGENCIAS HOSPITALARIAS POR
ESTABLECIMIENTO DURANTE EL AÑO 2013**



Fuente: DIRESA-Puno
Elaboración: Propia.

Por otro lado, en lo que se refiere a las variables producto como consultorios, número de camas y personal asistencial, administrativo y técnico. La evolución y características se describen a continuación.

En cuanto al número de consultorios, este varía de acuerdo a la categoría de los establecimientos, pues como se describo en las secciones de “Niveles de atención, complejidad y categorías” de establecimientos de salud, estos dependen básicamente de la complejidad de los hospitales. De esta forma, de acuerdo a DIRESA Puno, para los casos de los hospitales de categorías II-1 y II-2, se cuenta con las siguiente Unidades Productoras de Servicios de Salud: Consulta Externa, Emergencia, Hospitalización, Centro Obstétrico, Centro Quirúrgico, Cuidados intensivos, Medicina de rehabilitación, Diagnóstico por imágenes, Patología Clínica (Laboratorio Clínico), Anatomía patológica, Farmacia, Centro de hemoterapia y banco de sangre, Nutrición y Dietética, Central de esterilización. Dentro de las cuales, existe una diversidad de consultorios como cardiología, dermatología, ginecología, pediatría, entre otros¹⁷.

Así, de acuerdo a la información disponible en las estadísticas de DIRESA Puno, el número de consultorios es como se muestra en el siguiente cuadro.

¹⁷En los anexos se presenta un detalle completo de los consultorios o servicios para cada uno de los hospitales que se son analizados en esta investigación.

**CUADRO 10:
CONSULTORIOS HOSPITALARIOS 2011- 2013**

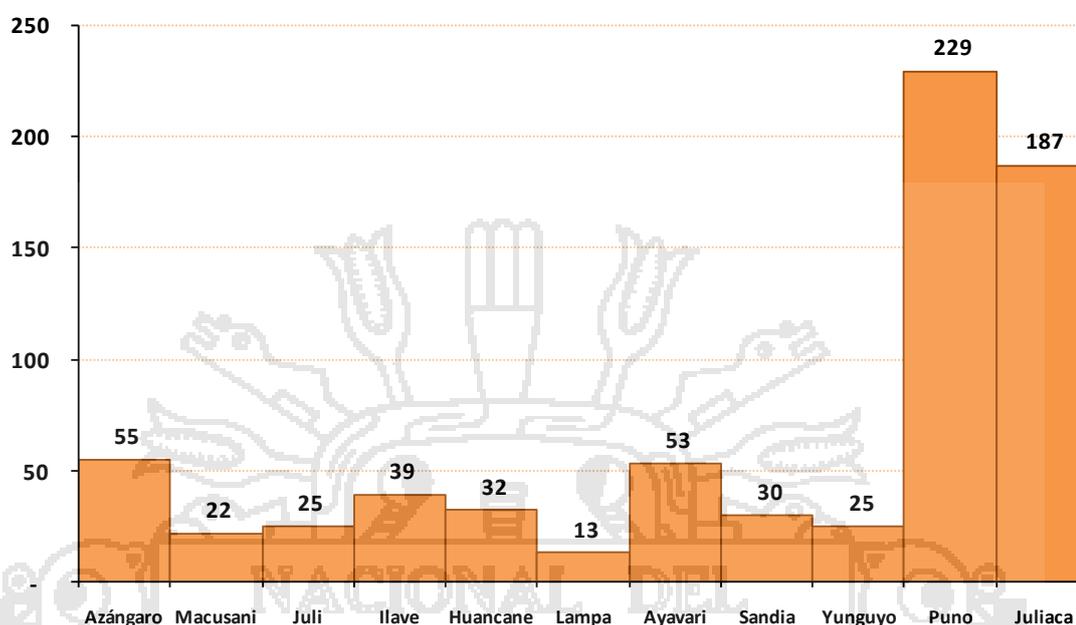
Establecimiento de Salud	2011	2012	2013
Carlos Comejo R. (Azángaro)	17	19	22
San Martín de Porres. (Macusani)	22	25	24
Juli	21	21	22
Ilave	17	19	17
Lucio Aldazabal (Huancane)	14	19	20
Antonio Barrionuevo (Lampa)	18	19	23
San Juan de Dios (Ayavari)	24	19	21
Sandía	23	24	28
Yunguyo	20	21	19
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	39	46	41
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	32	39	46

Fuente: DIRESA-Puno
Elaboración: Propia

En necesario precisar que la disminución del número de consultorios registrada es debido a diversos factores como la obsolescencia de equipos, falta de profesionales, entre otros, que operativamente impiden la prestación continua de los servicios de ciertos consultorios. En contraste, los incrementos en el número de consultorios fueron en muchos casos producto de la implementación de equipos y personal, que promueven la prestación de más servicios hospitalarios.

En el número de camas por su parte, se dispone de un total de 710 unidades, de los cuales aproximadamente el 58% se encuentran los hospitales Manuel Nuñez butrón y Carlos Monje Medrano, de las ciudades de Puno y Juliaca. Cabe resaltar, que para el periodo bajo análisis no ha existido modificaciones en el número de camas de los hospitales a excepción del año 2012, en donde el número de camas disponibles en el hospital de Puno se ha reducido en 19 unidades pasando de 248 en el 2012 a 229 para el 2013.

GRÁFICO 24:
NÚMERO DE CAMAS POR ESTABLECIMIENTO DE SALUD 2013.



Fuente: DIRESA-Puno

Elaboración: Propia.

En lo que concierne al personal, en siguiente cuadro se muestra un resumen de la distribución del personal por establecimiento de salud y año. Un hecho interesante que se puede extraer de estos datos es que en la mayoría de los casos el personal administrativo representa aproximadamente el 30% del personal total. Asimismo, se ha experimentado una ampliación del tamaño del personal en la mayoría de los establecimientos. En general, se calcula que en promedio el número de trabajadores se elevó en 5% para el 2012 y en 7% para el 2013. Este hecho se ha debido a los nuevos nombramientos de personal llevados a cabo en esos mismos años.

**CUADRO 11:
PERSONAL POR ESTABLECIMIENTO DE SALUD**

Establecimiento de Salud	2011			2012			2013		
	Administrativo	Asistencial	Técnico asistencial	Administrativo	Asistencial	Técnico asistencial	Administrativo	Asistencial	Técnico asistencial
Carlos Comejo R. (Azángaro)	57	69	58	60	77	58	63	80	60
San Martín de Porres. (Macusani)	26	32	27	28	35	34	30	42	38
Juli	31	50	41	33	48	37	43	45	37
Ilave	19	45	47	19	46	47	21	47	46
Lucio Aldazabal (Huancañe)	52	51	85	55	56	87	57	60	87
Antonio Barrionuevo (Lampa)	19	42	29	25	48	31	30	49	31
San Juan de Dios (Ayavari)	29	55	57	26	56	56	28	54	55
Sandia	13	35	29	17	41	28	19	52	33
Yunguyo	21	51	29	22	47	27	26	43	29
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	134	187	122	146	194	135	156	224	144
Carlos Monge Medrano (Juliacá)	171	235	129	181	242	130	196	254	137
Total	572	852	653	612	890	670	669	950	697

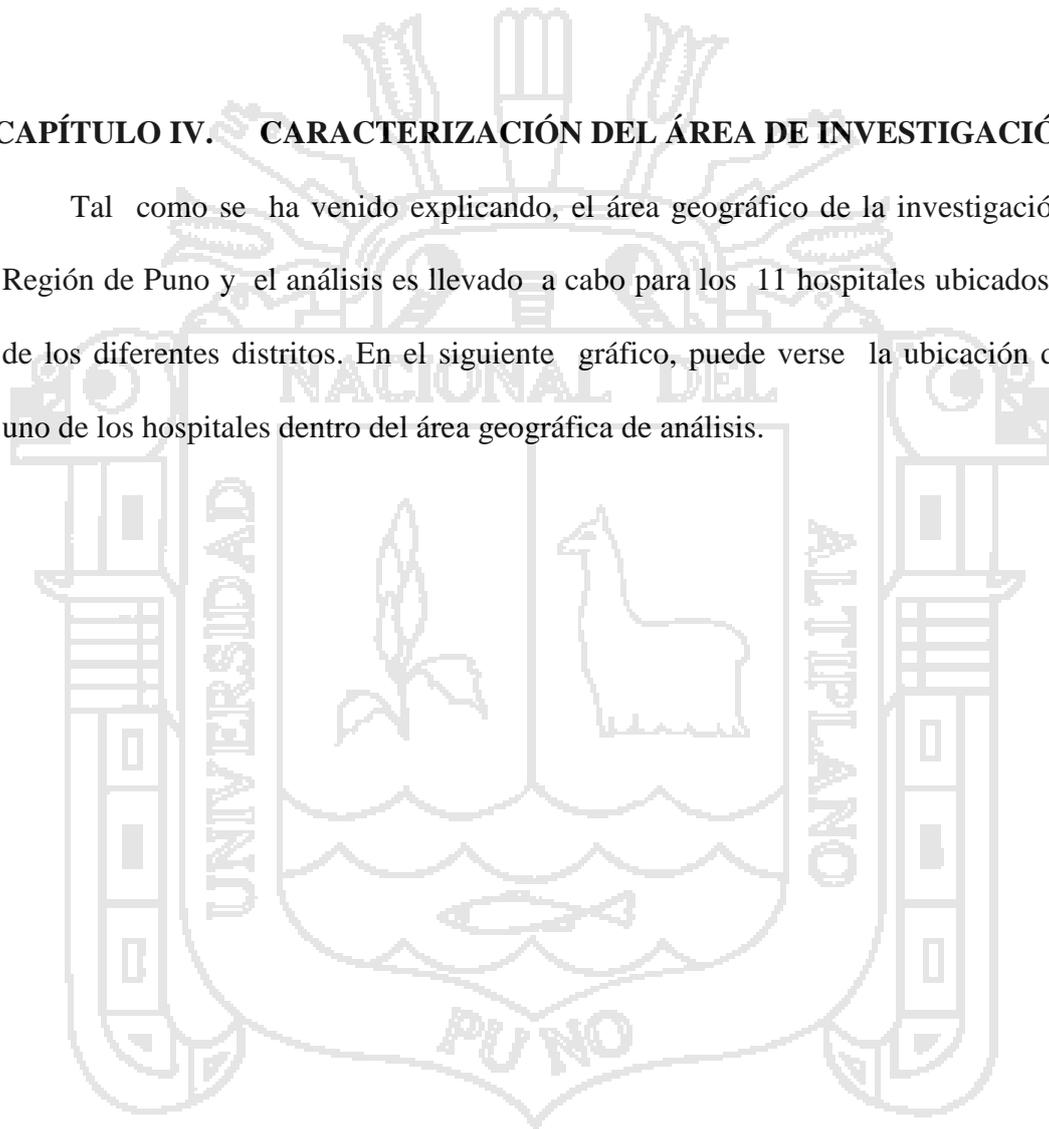
Fuente: DIRESA-Puno

Elaboración: Propia.



CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.

Tal como se ha venido explicando, el área geográfica de la investigación es la Región de Puno y el análisis es llevado a cabo para los 11 hospitales ubicados dentro de los diferentes distritos. En el siguiente gráfico, puede verse la ubicación de cada uno de los hospitales dentro del área geográfica de análisis.



**GRÁFICO 25:
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.**



Asimismo, a continuación se realiza una breve caracterización de los distritos que albergan a cada uno de los hospitales bajo estudio.

4.1 AZÁNGARO: HOSPITAL CARLOS CORNEJO ROSELLO.

El hospital Carlos Cornejo Rosello se encuentra ubicado en la distrito de Azángaro, provincia de Azángaro, departamento de Puno.

Azángaro es uno de los 15 distritos que conforman la Provincia de Azángaro, ubicada en el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno, en el sudeste del Perú. Con una población estimada de en el año 2007 de 27823 habitantes.

A nivel provincial, Azángaro es una de las 13 provincias que conforman el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno. Limita por el norte con la Provincia de Carabaya; por al este con la Provincia de San Antonio de Putina y la Provincia de Huancané; por el sur con la Provincia de San Román y la Provincia de Lampa; y por el oeste con la Provincia de Melgar.

La provincia tiene una población 136.829 habitantes según al censo del 2007 habitantes.

CUADRO 12: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: AZÁNGARO

	Detalle
Establecimiento:	Carlos Cornejo R. (Azangaro)
Clasificación:	Hospitales o Clinicas de Atencion General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-1
Dirección:	Jr- Francisco Bolognesi N° 557, Puno - Azangaro - Azangaro
Ubigeo:	210201
Teléfono:	051-562013
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	Azangaro
Microred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microred
Unidad Ejecutora:	Salud Azangaro

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.2 MACUSANI: HOSPITAL SAN MARTIN DE PORRES.

El hospital de San Martín de Porres se ubica en el distrito de Macusani, provincia de Carabaya, departamento de Puno.

Macusani es uno de los 10 distritos y además capital de la Provincia de Carabaya, ubicada en el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno, en el sudeste Perú. Cuenta con una población estimada según censo del año 2007 de 11.807 habitantes

A nivel provincial, Carabaya es una de las 13 provincias que conforman el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno. Al 2007 la población censada es de 73.946 habitantes.

CUADRO 13: INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: MACUSANI

	Detalle
Establecimiento:	San Martín De P. (Macusani)
Clasificación:	Hospitales o Clínicas de Atención General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-1
Dirección:	Jr. Grau N° 511 - Macusani, Puno - Carabaya - Macusani
Ubigeo:	210301
Teléfono:	051-816155
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	Macusani
Microred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microred
Unidad Ejecutora:	Salud Macusani

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.3 JULI: HOSPITAL JULI.

El hospital de Juli se encuentra localizado en el distrito de Juli, provincia de Chucuito, departamento de Puno.

Juli, Juli es uno de los 7 distritos que conforman la provincia de Chucuito, ubicada en el Departamento de Puno, en el sudeste Perú, bajo la administración del Gobierno

regional de Puno. De acuerdo al censo del 2007, la población estimada fue de 23 741 habitantes, siendo considerado el más poblado de la provincia.

En cuanto a la provincia de Chucuito, es una de las 13 provincias que conforman el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno Regional de Puno, en el sur del Perú. Limita al norte con la provincia de Yunguyo y el Lago Titicaca; al este con la provincia de Yunguyo y Bolivia, y al oeste con la provincia de El Collao, y al sur con el Departamento de Tacna. La provincia tiene una población aproximada de 126 259 habitantes (censo del 2007).

**CUADRO 14:
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: JULI**

Detalle	
Establecimiento:	Juli
Clasificación:	Hospitales o Clínicas de Atención General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-1
Dirección:	Jr. Juli N° 470 - Juli, Puno - Chucuito - Juli
Ubigeo:	210401
Teléfono:	051-554008
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	Chucuito
Microrred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microrred
Unidad Ejecutora:	Salud Chucuito

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.4 ILAVE: HOSPITAL ILAVE.

Ubicado en el distrito del mismo nombre, provincia del Collao, departamento de Puno.

Ilave, es un distrito de la provincia de El Collao, en el Departamento de Puno, Perú. Está ubicado al sur de la provincia de El Collao, a una distancia de 50 km de la ciudad de Puno, por encima de los 3850 msnm, en el altiplano de los andes centrales. De acuerdo al censo del 2007, la población estimada fue de 54 138.

En cuanto a la provincia del Collao, es una de las 13 provincias que conforman el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno Regional de Puno. Limita al norte con el Lago Titicaca, al este con la provincia de Chucuito y Bolivia, al sur con la Provincia de Candarave (Tacna), y al oeste con la Provincia de Mariscal Nieto (Moquegua) y la provincia de Puno. La provincia tiene una población aproximada de 81 959 habitantes.

**CUADRO 15:
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: ILAVE**

	Detalle
Establecimiento:	Ilave
Clasificación:	Hospitales o Clinicas de Atencion General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-1
Dirección:	Jr. Atahualpa N° 685 - Ilave, Puno - El Collao - Ilave
Ubigeo:	210501
Teléfono:	051-552041
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	Collao
Microred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microred
Unidad Ejecutora:	Salud Collao

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.5 HUANCANÉ: HOSPITAL LUCIO ALDAZABAL PAUCA.

El hospital Lucio Aldazabal Pauca se localiza en el distrito de Huancané, provincia de Huancané, departamento de Puno.

Huancané es la sede y también uno de los 8 distritos que conforman la Provincia de Huancané, ubicada en el Departamento de Puno en el sudeste Perú. Situado a orillas del lago Titicaca al este de la laguna de Arapa. Limita por el norte con los distritos de Huatasani y de Inchupalla y también con la Provincia de San Antonio de Putina, Distrito de Pedro Vilca Apaza; por el sur con el lago; por el este con el Distrito de Vilque Chico; y por el oeste con el Distrito de Taraco y también con la Provincia de Azángaro,

distritos de Chupa y de Samán, separados por la laguna de Arapa. La población según censo del año 2007 era de 21,089 habitantes.

La provincia de Huancané es una de las 13 provincias que conforman el departamento de Puno en el Perú. Limita por el norte con la provincia de San Antonio de Putina; por el este con Bolivia; por el sur con la provincia de Moho, la provincia de Puno y el Lago Titicaca, y; por el oeste con la provincia de Azángaro y la provincia de San Román. Tiene una población aproximada de 69,000 habitantes.

**CUADRO 16:
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: HUANCANÉ**

Detalle	
Establecimiento:	Lucio Aldazabal (Huancane)
Clasificación:	Hospitales o Clinicas de Atencion General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-1
Dirección:	Av Santa Cruz S/N, Puno - Huancane - Huancane
Ubigeo:	210601
Teléfono:	051-566113
Horario:	08:00 - 18:00 horas
DISA:	Puno
Red:	Huancane
Microrred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microrred
Unidad Ejecutora:	Salud Huancane

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.6 LAMPA: HOSPITAL ANTONIO BARRIONUEVO.

El hospital Antonio Barrionuevo se Ubica en el distrito de Lampa, provincia de Lampa, departamento de Lampa.

Lampa es el distrito capital de la provincia de Lampa en el departamento peruano de Puno. En el año 2007 tenía una población de 11 329 habitantes y una densidad poblacional de 16,8 personas por km². Abarca un área total de 675,82 km

El distrito de Lampa se encuentra ubicado en las coordenadas 15°21'48"S 70°21'58"O. Según el INEI, Lampa tiene una superficie total de 675,82 km². Lampa se encuentra situada al este de la Provincia de Lampa, en la zona central del departamento

de Puno y en la parte sur del territorio peruano. Su capital Lampa halla a una altura de 3.873 msnm. Según el Censo peruano de 2007, había 11.329 personas residiendo en Lampa.

A nivel provincial, La provincia peruana de Lampa es una de las 13 provincias que conforman el Departamento de Puno, perteneciente a la Región Puno en el Perú. Limita al norte con la Provincia de Melgar, al este con la Provincia de Azángaro, al sur con la Provincia de San Román, y al oeste con la Región Arequipa y la Región Cusco. La población estimada en el año 2007 es de 48 239 habitantes.

**CUADRO 17:
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: LAMPA**

Detalle	
Establecimiento:	Antonio Barrionuevo (Lampa)
Clasificación:	Hospitales o Clínicas de Atención General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-1
Dirección:	Jr. Antonio Barrionuevo N° 323, Puno - Lampa - Lampa
Ubigeo:	210701
Teléfono:	051-951711221
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	Lampa
Microred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microred
Unidad Ejecutora:	Salud Puno - Lampa

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.7 AYAVIRI: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS.

Ubicado en el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar en el departamento peruano de Puno,

El distrito de Ayaviri es también la Capital Ganadera del Perú. En el año 2007 tenía una población de 22.667 habitantes y una densidad poblacional de 22,4 personas por km². Abarca un área total de 1013,14 km². Este distrito se encuentra situado al sureste de la Provincia de Melgar, en la zona norte del departamento de Puno y en la parte sur

del territorio peruano. Se halla a una altura de 3.918 msnm, al norte de la cordillera de Carabaya y al oeste de la cordillera de Vilcanota.

La provincia peruana de Melgar es una de las 13 provincias que conforman el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno. Limita al norte con la Provincia de Carabaya, al este con la provincia de Azángaro, al sur con la Provincia de Lampa, y al oeste con las provincias de Canchis y Canas del Departamento de Cusco. La provincia tiene una población aproximada de 85 000 habitantes.

**CUADRO 18:
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: AYAVIRI**

Detalle	
Establecimiento:	San Juan De Dios (Ayavari)
Clasificación:	Hospitales o Clínicas de Atención General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-1
Dirección:	Jr. Arica N° 310, Puno - Melgar - Ayaviri
Ubigeo:	210801
Teléfono:	051-563265
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	Melgar
Microrred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microrred
Unidad Ejecutora:	Salud Melgar

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.8 SANDIA: HOSPITAL SANDIA.

El hospital de Sandia se encuentra ubicado en el distrito del sandia, provincia de Sandia.

Sandia es la sede y también uno de los 10 distritos que conforman la Provincia de Sandia, ubicada en el Departamento de Puno, perteneciente a la Región Puno, en el sudeste Perú. Su capital la Ciudad de Santiago Apóstol de Sandia o simplemente Sandia. La población estimada en el año 2000 es de 10 999 habitantes.

La Provincia de Sandia es una provincia del sureste del Perú situada en el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno, Perú.

Limita al norte con la Provincia de Tambopata (Departamento de Madre de Dios), al este con Bolivia, al sur con la Provincia de San Antonio de Putina y al oeste con la Provincia de Carabaya.

**CUADRO 19:
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: SANDIA**

Detalle	
Establecimiento:	Hospital Sandia
Clasificación:	Hospitales o Clinicas de Atencion General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-1
Dirección:	Jiron Arica N° 448, Puno - Sandia - Sandia
Ubigeo:	211201
Teléfono:	051-816153
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	Sandia
Microrred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microrred
Unidad Ejecutora:	Salud Sandia

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.9 YUNGUYO: HOSPITAL YUNGUYO.

El hospital de Yunguyo se ubica en el distrito de Yunguyo, provincia de Yunguyo, en el Departamento de Puno en el sudeste Perú, bajo la administración del Gobierno regional de Puno.

El distrito de Yunguyo se sitúa al sur de la península de Copacabana a los pies del volcán Khapía, ocupa la mayor parte de la Yunguyo; linda al norte con el lago Titicaca; al sur con el Distrito de Copani; al este lago Titicaca, en su lago más pequeño llamado Menor o Huiñamarca y también con el Ollaraya; y al oeste con los distritos de Cuturapi y de Zepita. Con una población estimada al 2007 de 28 367.

La provincia peruana de Yunguyo es una de las 13 provincias que conforman el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno. Limita al

norte con Bolivia, al este y al oeste con el Lago Titicaca y al sur con la provincia de Chucuito.

La provincia tiene una población aproximada de 50 000 habitantes.

**CUADRO 20:
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: YUNGUYO**

Detalle	
Establecimiento:	Yunguyo
Clasificación:	Hospitales o Clínicas de Atención General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-1
Dirección:	Jr. Lima N° 938 - Yunguyo, Puno - Yunguyo - Yunguyo
Ubigeo:	211301
Teléfono:	051-856057
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	Yunguyo
Microrred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microrred
Unidad Ejecutora:	Salud Yunguyo

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.10 PUNO: HOSPITAL MANUEL NUÑEZ BUTRON.

El hospital Manuel Núñez Butrón se encuentra ubicado en el distrito de Puno, departamento de Puno.

Puno es uno de los 15 distritos de la Provincia de Puno en el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno, Perú. Es el distrito más poblado de la Provincia de Puno. Se ubica en el altiplano a una altura de 3 827 m sobre el nivel del mar, a orillas del Lago Titicaca. De acuerdo al censo del 2007 la población de Puno es de 125 663.

En cuanto a la provincia, Puno es una de las 13 provincias que conforman el Departamento de Puno, también llamado Región Puno. Fue creada mediante decreto del 2 de mayo de 1854. Limita al norte con las provincias de Huancané, San Román y parte del Lago Titicaca, al este con la provincia de El Collao y el Lago Titicaca, al sur con la

provincia de El Collao y la Región Moquegua y al oeste con la Región Moquegua y provincia de San Román. Según los resultados del censo de población y vivienda del año 2007; la población de la provincia de Puno era de 229 236 habitantes.

**CUADRO 21:
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: PUNO**

Detalle	
Establecimiento:	Manuel Nuñez Butrón.
Clasificación:	Hospitales o Clínicas de Atención General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-2
Dirección:	Jr. Ricardo Palma N° 120, Puno - Puno
Ubigeo:	211301
Teléfono:	051 - 367128
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	PUNO
Microred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microred
Unidad Ejecutora:	Salud Puno

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia

4.11 JULIACA: HOSPITAL CARLOS MONGE MEDRANO.

El Hospital Carlos Monge Medrano se localiza en el distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno.

Juliaca es la capital de la provincia de San Román y del distrito homónimo, ubicada en la jurisdicción de la Región Puno, en el sudeste de Perú. Cuenta con una población de 225.146 habitantes (2007), situada a 3824 msnm en la meseta del Collao, al noroeste del lago Titicaca. Es el mayor centro económico de la Región Puno, y una de las mayores zonas comerciales del Perú.

En cuanto a la provincia de san Román es una de las 13 provincias que conforman la Región Puno, en Perú. En 2007 tenía una población de 240,776 habitantes, la mayoría de los cuales reside en su ciudad capital Juliaca (225,146 habitantes). Además la provincia concentra alrededor del 30% de la población urbana y el 41% del comercio en la Región Puno.

**CUADRO 22:
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO: JULIACA**

	Detalle
Establecimiento:	Carlos Monge Medrano.
Clasificación:	Hospitales o Clinicas de Atencion General
Tipo:	Con Internamiento
Categoría:	II-2
Dirección:	Salida A Huanacane Km 2, Puno - San Roman - Juliaca
Ubigeo:	211101
Teléfono:	051-321901
Horario:	24 Horas horas
DISA:	Puno
Red:	San Roman
Microrred:	Establecimiento que no pertenece a ninguna Microrred
Unidad Ejecutora:	Salud San Roman.

Fuente: DIRESA
Elaboración: Propia



CAPÍTULO V. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Las índices o medidas de eficiencia técnica se calcularán por medio del modelo DEA con rendimientos constantes a escala. Estos modelos serán calculados empleando la orientación Input. Esto debido a que se plantea el supuesto de que en el mercado de servicios hospitalarios los niveles de demanda no son los que determinan los niveles de producción, pues debido básicamente a la rigidez que enfrentan los hospitales para poder ampliar su capacidad de oferta. Para el caso de los cambios de la productividad total de factores, se empleará el índice de Malmquist.

Para las estimaciones se empleará el software académico Frontier 4.1 y DEA Solver LV.¹⁸

5.1 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LOS HOSPITALES II-1:

PRIMER MODELO.

Como un primer modelo se estiman los índices de eficiencia a través de DEA para los hospitales de nivel II-1. El periodo de análisis corresponde a los años 2011 – 2013.

El cuadro siguiente se muestra las medidas de eficiencia relativa obtenidas.

¹⁸ Ambos software son de distribución gratuita y pueden encontrarse en los archivos de opensourcdea.org

CUADRO 23:
ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA (DEA – CCR INPUT ORIENTADO)

Establecimiento de Salud	2011	2012	2013	Promedio	Ranking
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	1.000	0.815	1.000	0.938	5
San Martín de Porres. (Macusani)	1.000	0.956	1.000	0.985	3
Juli	0.961	0.881	0.862	0.901	6
Ilave	1.000	1.000	1.000	1.000	1
Lucio Aldazabal (Huancané)	0.819	0.776	1.000	0.865	7
Antonio Barrionuevo (Lampa)	1.000	0.958	1.000	0.986	2
San Juan de Dios (Ayaviri)	1.000	1.000	1.000	1.000	1
Sandia	1.000	1.000	1.000	1.000	1
Yunguyo	0.919	1.000	1.000	0.973	4

Como puede comprobarse, para el año 2011, la mayoría de los hospitales se encuentran sobre la frontera de eficiencia. Este resultado se explica básicamente, por un lado, al reducido número de unidades de análisis y a la homogeneidad de ciertos establecimientos en la magnitud de sus inputs y outputs, que finalmente contribuyen a la construcción de la frontera eficiente.

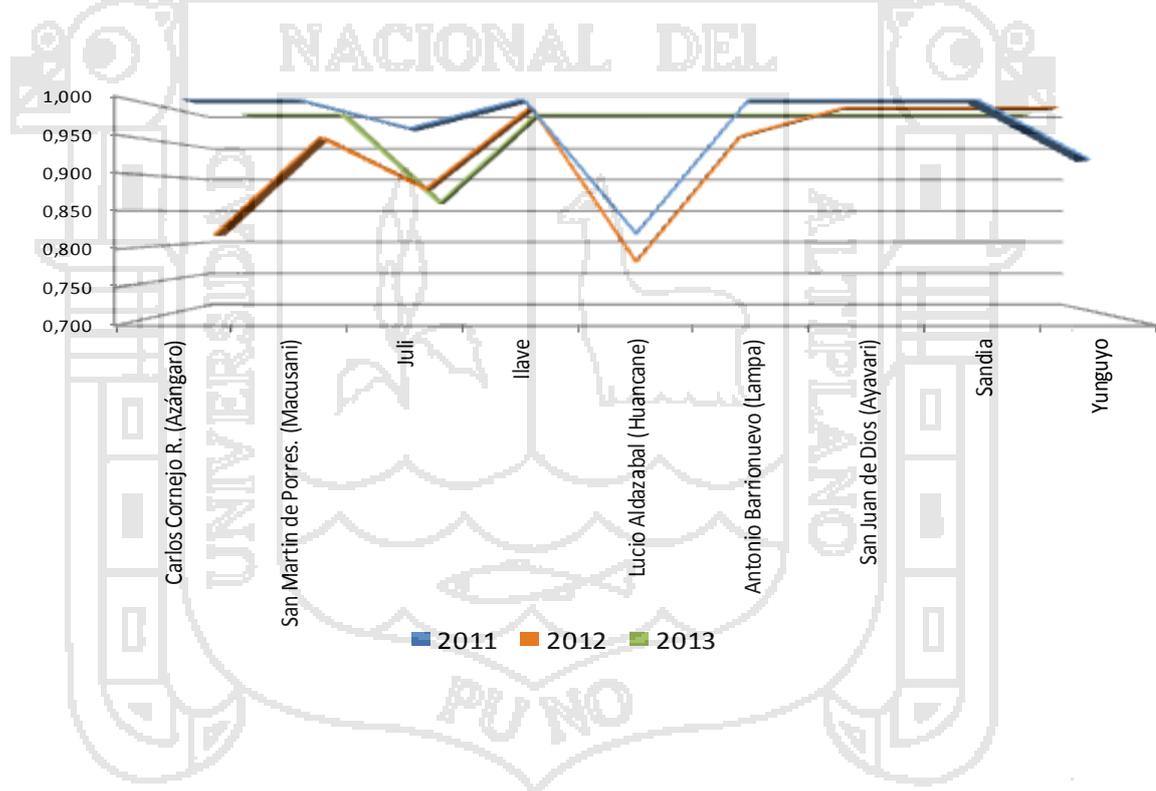
Por su parte, en el año 2012, el escenario difiere en gran medida respecto a sus similares del 2011. Del cuadro presentado se puede ver que algunos establecimientos de anteriormente fueron considerados eficientes ahora no lo son. Este es el caso de los hospitales de Azángaro, Macusani y Lampa. En contraste con el hospital de Yunguyo, para el cual su puntuación de eficiencia se ha visto mejorada al pasar de 0.919 a 1.

En cuanto a los niveles de eficiencia correspondientes al año 2013, los datos finales son muy alentadores. Como se puede apreciar, dejando de lado el hospital de Juli, todas las unidades de análisis se encuentran sobre la frontera eficiente. Las razones de este hecho serán expuestas posteriormente, cuando se analice el índice de Malmquist, que nos permitirá desglosar los índices de eficiencia en índices de eficiencia técnica pura y cambio tecnológico.

Con respecto al índice de eficiencia y ranking promedio para el periodo bajo análisis, los hospitales de Ilave, Ayaviri y Sandia fueron los que contribuyeron

permanentemente a la construcción de la frontera eficiente con una calificación constante de eficiencia técnica de 1. En cuanto al resto de hospitales, se obtuvo una puntuación menor de 0.865 para el hospital de Huancané y un máximo de 0.986 para el hospital de Lampa. En general, estos índices son interpretados de la siguiente manera. En el promedio, el hospital de Huancané con un índice de 0.856 es equivalente a tener un nivel de eficiencia de 85.6% respecto a las unidades más eficientes; o si se quiere un nivel de ineficiencia del 14.4% ($1 - 85.6\%$). Así, para el resto de unidades el análisis es el mismo.

GRÁFICO 26:
ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA: PRIMER MODELO



De manera aplicativa, debido a que el modelo estimado es uno de orientación input, para que las unidades menos eficientes logren ser eficientes, estas tendrán que reducir el uso de los insumos en el porcentaje de ineficiencia estimado. Por ejemplo, para el hospital de Juli, en el año 2013 su índice de eficiencia estimado fue de 0.862,

lo cual equivale a un nivel de ineficiencia de 13.8% (1- 86.2%). Entonces para que esta unidad logre ubicarse sobre la frontera eficiente la utilización de los insumos deberán de contraerse en promedio 13.8%. En términos de la metodología empleada, estos porcentajes representan holguras generales para cada unidad, sin embargo como se vio en el marco teórico, existen holguras específicas aplicables a cada insumo. En otras palabras, aun cuando las unidades menos eficientes puedan alcanzar un punto sobre la frontera eficiente, reduciendo el uso de insumos de acuerdo al porcentaje de ineficiencia, existe adicionalmente la posibilidad de mejorar el consumo de los insumos moviéndonos a lo largo de la frontera eficiente hacia otro punto con los mismos niveles de producción pero con una combinación de insumos distinta. Esta variación en el uso de los consumo de los insumos es lo que comúnmente se denomina como holguras específicas en la empleabilidad de los inputs. En el siguiente cuadro se presenta estas holguras para cada uno de los inputs empleados.

**CUADRO 24:
HOLGURAS INPUT E ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA**

2011

Establecimiento	Score	Consultas	Cama	Administrativo	Asistencia	Tec. Asistencial	Egreso	Consultas	Emergencias	Partos
Carlos Cornejo P. (Arequeno)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Martín de Porres. (Mucsumi)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juli	0.981	10	-	10	21	11	-	8,741	878	-
Ilevo	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luis Alcázar (Huancané)	0.819	-	-	29	11	39	-	1,286	766	-
Antonio Barrónuevo (Lampaq)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Juan de Dios (Ayaviri)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yucuyo	0.919	7	3	6	20	-	-	-	1,515	-

2012

Establecimiento	Score	Consultas	Cama	Administrativo	Asistencia	Tec. Asistencial	Egreso	Consultas	Emergencias	Partos
Carlos Cornejo P. (Arequeno)	0.815	-	5	30	21	5	-	5,600	857	-
San Martín de Porres. (Mucsumi)	0.988	15	-	17	9	7	82	602	-	11.5
Juli	0.881	10	-	10	16	9	-	20,974	99	-
Ilevo	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luis Alcázar (Huancané)	0.776	8	-	31	16	38	-	15,442	826	-
Antonio Barrónuevo (Lampaq)	0.988	12	-	10	31	15	80	7,528	-	17
San Juan de Dios (Ayaviri)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yucuyo	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

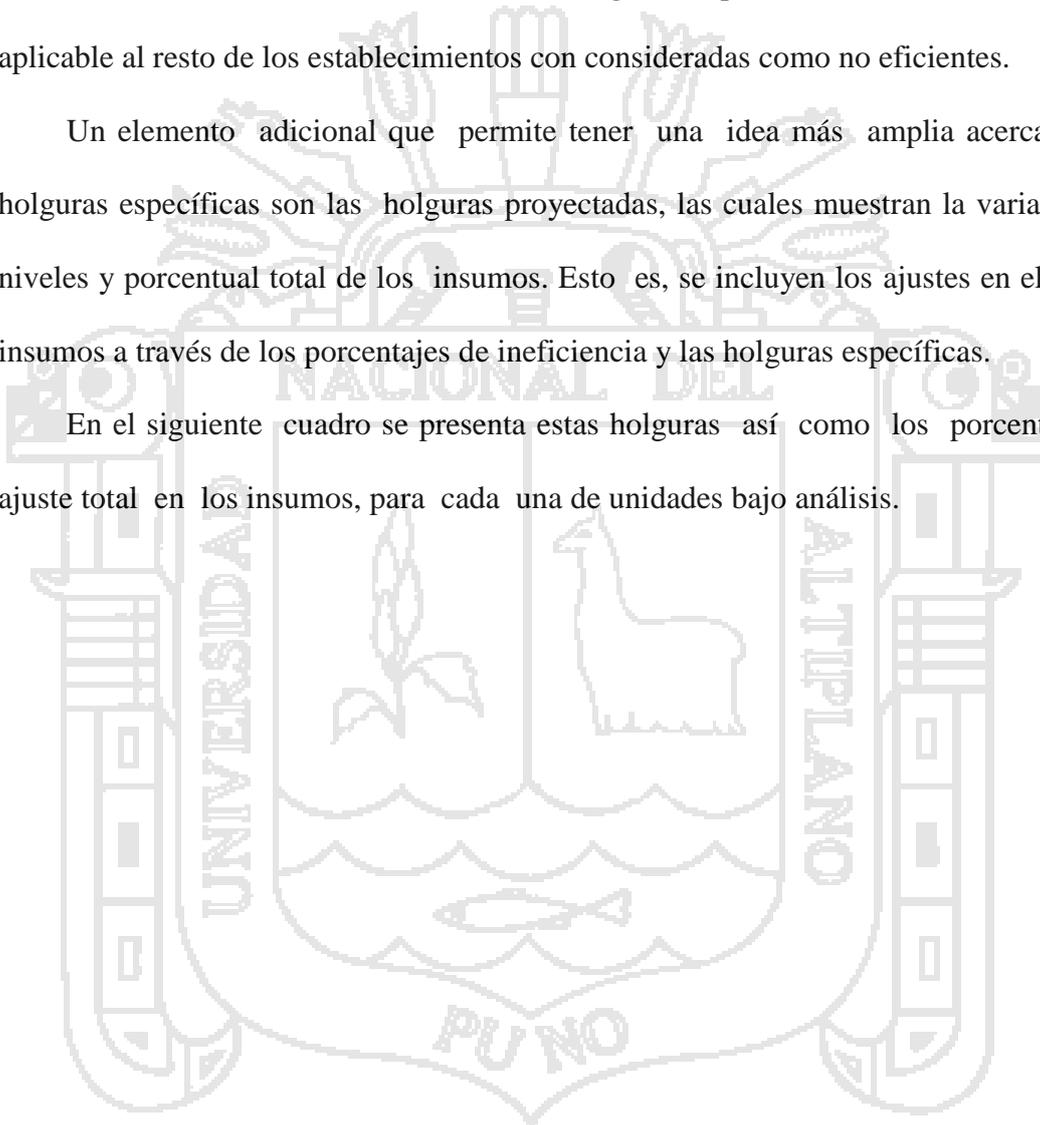
2013

DMU	Score	Consultas	Cama	Administrativo	Asistencia	Tec. Asistencial	Egreso	Consultas	Emergencias	Partos
Carlos Cornejo P. (Arequeno)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Martín de Porres. (Mucsumi)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juli	0.882	7	-	21	9	-	-	-	536	-
Ilevo	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luis Alcázar (Huancané)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antonio Barrónuevo (Lampaq)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Juan de Dios (Ayaviri)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yucuyo	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

De esta manera, el hospital de Huancané durante el año 2011 para lograr ser eficiente hubiera tenido que reducir el uso de sus insumos en un 18%(1 - 81.9%), adicionalmente las holguras específicas nos permite reducir el uso del insumo Personal administrativo en 29, asistencial en 12 y técnico asistencial en 39 trabajadores, para el caso de los demás insumos no existe holgura específica. La misma lógica es aplicable al resto de los establecimientos con consideradas como no eficientes.

Un elemento adicional que permite tener una idea más amplia acerca de las holguras específicas son las holguras proyectadas, las cuales muestran la variación en niveles y porcentual total de los insumos. Esto es, se incluyen los ajustes en el uso de insumos a través de los porcentajes de ineficiencia y las holguras específicas.

En el siguiente cuadro se presenta estas holguras así como los porcentajes de ajuste total en los insumos, para cada una de unidades bajo análisis.



**CUADRO 25:
VARIACION DE INPUT NECESARIA PARA UBICARSE SOBRE LA FRONTERA EFICIENTE.**

2011																
Sector/Ente	Score	Consumivos			Capital			Administrativo			Asistencia			Relacionado		
		Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A
Consejo R. (Barcelo)	1.00	17	17	-	5	5	-	17	17	-	6	6	-	6	6	-
San Martín Potosí (Masari)	1.00	22	22	-	12	12	-	22	22	-	12	12	-	12	12	-
Aji	0.95	31	11	-466	5	24	-39	31	12	-63	6	27	-403	41	28	-315
Isla	1.00	17	17	-	9	9	-	17	17	-	6	45	-	47	47	-
Luis Alzola Huancané	0.64	14	11	-181	2	12	-121	14	11	-143	11	33	-479	6	5	-435
Alto Serrano (Landa)	1.00	18	18	-	12	12	-	18	18	-	12	42	-	18	28	-
San Juan de Azuay	1.00	24	24	-	13	13	-	24	24	-	16	63	-	47	57	-
Santa	1.00	3	23	-	0	0	-	3	13	-	6	38	-	15	29	-
Yauca	0.94	21	12	-410	5	28	-67	21	14	-322	11	28	-411	18	27	-31

2012																
Ente	Score	Consumivos			Capital			Administrativo			Asistencia			Relacionado		
		Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A
Consejo R. (Barcelo)	0.61	19	15	-155	5	5	-333	19	19	-627	7	42	-432	6	40	-267
San Martín Potosí (Masari)	0.98	26	12	-500	2	21	-44	26	12	-624	6	23	-291	14	25	-255
Aji	0.88	3	5	-602	3	12	-119	3	11	-573	6	24	-315	17	21	-337
Isla	1.00	19	19	-	10	10	-	19	19	-	6	46	-	47	47	-
Luis Alzola Huancané	0.74	19	11	-336	12	12	-224	19	12	-120	6	29	-407	17	28	-664
Alto Serrano (Landa)	0.95	19	5	-601	10	12	-42	19	5	-127	6	19	-694	11	5	-515
San Juan de Azuay	1.00	19	19	-	13	13	-	19	23	-	6	35	-	16	36	-
Santa	1.00	24	24	-	13	13	-	24	17	-	14	47	-	19	18	-

2013																
Ente	Score	Consumivos			Capital			Administrativo			Asistencia			Relacionado		
		Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A	Deb	Provision	DF/A
Consejo R. (Barcelo)	1.00	22	22	-	12	12	-	22	22	-	12	60	-	12	60	-
San Martín Potosí (Masari)	1.00	24	24	-	12	12	-	24	12	-	6	42	-	20	38	-
Aji	0.82	21	12	-441	5	12	-138	21	12	-62	6	31	-323	17	25	-329
Isla	1.00	17	17	-	10	10	-	17	21	-	17	47	-	16	46	-
Luis Alzola Huancané	1.00	20	20	-	12	12	-	20	17	-	6	60	-	10	67	-
Alto Serrano (Landa)	1.00	23	23	-	13	13	-	23	13	-	6	48	-	24	47	-
San Juan de Azuay	1.00	21	21	-	13	13	-	21	13	-	14	100	-	20	88	-
Yauca	1.00	19	19	-	10	10	-	19	10	-	6	40	-	10	40	-

Nuevamente, como se puede observar en el año 2011 para el hospital de Juli, con un porcentaje de ineficiencia del 3.9% y una holgura específica de 10 para el insumo Consultorio, el ajuste porcentual total requerido en este insumo para alcanzar un punto óptimo en la frontera eficiente es de 49%, lo que equivale a una reducción de 21 a 11 consultorios. Para el caso del insumo Personal administrativo, tomando en cuenta otra vez los porcentajes de ineficiencia y las holguras específicas, la reducción potencial es de aproximadamente 60.8%. Una situación similar se ve en los insumos personal asistencial y técnico asistencial, con ajustes de 46.3% y 31.8%.

Un escenario parecido es el que se registra para el hospital de Huancané y Yunguyo, en ambos casos los ajustes porcentuales son muy significativos. Respecto al año 2012, puede comprobarse que la situación no es del todo diferente, pues los porcentajes de ineficiencia sumados a las holguras específicas del insumo Consultorios para los hospitales de Azángaro, Macusani y Juli, dan libertad para ajustes que van desde el 18% hasta 60%. Algo equivalente se estima para el insumo Personal administrativo, asistencial y técnico asistencial.

No obstante, con referencia al 2013, gracias a las mejoras en eficiencia logradas en la mayoría de los establecimientos, no existen márgenes significativos para lograr ajustes en alguno de variables insumo. A excepción del hospital de Juli, en donde existe una holgura promedio de 42.6% en las inputs Personal, y de 44% para Consultorios.

5.2 DETERMINACIÓN Y DESCOMPOSICIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES DE LOS HOSPITALES II-1.

A partir de los índices de eficiencia calculados previamente se obtienen el Índice de Malmquist (IPM) para determinar el cambio en la productividad total de factores. Como ya fue señalado en el marco teórico, el IPM, al ser construido a partir de

funciones distancia, brinda información acerca de los cambios en la eficiencia técnica (catching-up) y los posibles desplazamientos de la frontera de producción (frontier shift) o cambio tecnológico. Con lo cual, el índice es capaz de identificar los progresos o mejoras de productividad, por un lado, y deterioros, por el otro. Por tanto, partiendo de un supuesto de cambios positivos en productividad, el IPM nos ayudara de entender en qué medida los cambios en la productividad son atribuidos a mejoras en la gestión, cambios en la tecnología y shocks demanda.

En el siguiente cuadro se muestra el cálculo del índice de Malmquist, y su promedio para el periodo 2011 – 2013. Uno de las primeras conclusiones que se puede extraer de estos resultados es la existencia de una mejora en la productividad del sector entre los años 2012 y 2011. Pues en promedio, los hospitales registraron un incremento de productividad 11.9%. Sin embargo, el escenario es muy distinto para el periodo 2013 y 2012, puesto que la productividad sufrió un deterioro, registrando una disminución de 12.3%, con lo cual el aumento experimentado en el año previo fue prácticamente menguado. En términos generales, para el periodo de análisis (2011 – 2013) no han existido cambios significativos en términos de productividad.

En cuanto a las variaciones de los componentes del IPM, resulta interesante ver cómo estas actuaron de manera contraria en el periodo 2013 y 2012. Así mientras la eficiencia técnica ha mejorado en un 6.5%, la frontera de producción sufrió una contracción de 17%, lo cual, en términos del IPM, significa un cambio negativo en la tecnología de producción. Sin embargo, analizando la situación hospitalaria de ese periodo no se ha encontrado sucesos importantes que puedan originar retrocesos de la tecnología de producción; como por ejemplo deterioros de infraestructura hospitalaria o modificaciones en las inversiones para la reposición de equipos. Por

tanto, se cree este cambio negativo tiene un origen exógeno producido por un shock de demanda.

Con respecto a los cambios de productividad por establecimientos, la situación es muy similar al promedio general; es decir, para el periodo 2012 y 2011, la mayoría de ellos ha experimentado un cambio positivo de productividad en donde los mayores logros fueron alcanzados por los hospitales de Ilave y Yunguyo, con mejoras de productividad de 26.7% y 36.9%, respectivamente; en cambio, para los años 2013 y 2012, las caídas en productividad son el común denominador en todos los hospitales. Analizando nuevamente los componentes del IPM, podemos claramente concluir que este incremento y posterior disminución en el IPM, tiene un origen exógeno, pues existe un desplazamiento positivo y luego negativo de la frontera de producción (frontier shift).

Finalmente, se puede concluir que los cambios en productividad en el periodo 2013 y 2011, fueron determinados principalmente por los cambios en la eficiencia técnica.

**CUADRO 26:
ÍNDICE DE MALMQUIST**

Establecimiento de Salud	Catching-up			Frontier			IPM		
	2012/2011	2013/2012	Promedio	2012/2011	2013/2012	Promedio	2012/2011	2013/2012	Promedio
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	0.815	1.227	1.021	1.252	0.711	0.981	1.021	0.872	0.946
San Martín de Porres. (Macusani)	0.956	1.046	1.001	1.069	0.890	0.979	1.021	0.931	0.976
Juli	0.917	0.978	0.948	1.163	0.892	1.028	1.066	0.873	0.970
Ilave	1.000	1.000	1.000	1.267	0.653	0.960	1.267	0.653	0.960
Lucio Aldazabal (Huancane)	0.948	1.288	1.118	1.198	0.694	0.946	1.135	0.895	1.015
Antonio Barrionuevo (Lampa)	0.958	1.044	1.001	0.968	0.968	0.968	0.928	1.010	0.969
San Juan de Dios (Ayavari)	1.000	1.000	1.000	1.140	0.969	1.055	1.140	0.969	1.055
Sandia	1.000	1.000	1.000	1.121	0.882	1.002	1.121	0.882	1.002
Yunguyo	1.088	1.000	1.044	1.257	0.812	1.035	1.369	0.812	1.090
Average	0.965	1.065	1.015	1.160	0.830	0.995	1.119	0.877	0.998
Max	1.088	1.288	1.118	1.267	0.969	1.055	1.369	1.010	1.090
Min	0.815	0.978	0.948	0.968	0.653	0.946	0.928	0.653	0.946
SD	0.074	0.113	0.046	0.099	0.119	0.037	0.134	0.102	0.048

5.3 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LOS HOSPITALES II-1 Y II-2: SEGUNDO MODELO.

En este segundo modelo se incorpora a la muestra inicial dos de los principales hospitales de la Región de Puno; esto es, el hospital Carlos Monje Medrano de Juliaca y Manuel Núñez Butrón de Puno, ambos de nivel II-2. El objetivo del análisis con estas nuevas unidades es evaluar si el tamaño y mayor complejidad de los servicios hospitalarios brindados en estos dos nuevos establecimientos, son factores determinantes del grado de eficiencia técnica y variaciones en la productividad. Teóricamente se espera que las estimaciones de los niveles de eficiencia logren una mayor consistencia pues al ampliar el tamaño de la muestra se mejora la construcción de la frontera eficiente.

Es necesario precisar que geográficamente estos dos hospitales se encuentran en las dos principales ciudades del departamento y debido a su categoría los servicios hospitalarios tienen una mayor integración con lo cual se espera que prestaciones sean más eficientes. En el cuadro siguiente se muestra las estimaciones de eficiencia relativa obtenidas para este segundo modelo. Como era de esperarse los hospitales de Juliaca y Puno contribuyen continuamente a la construcción de la frontera eficiente.

**CUADRO 27:
ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA (DEA – CCR INPUT ORIENTADO)**

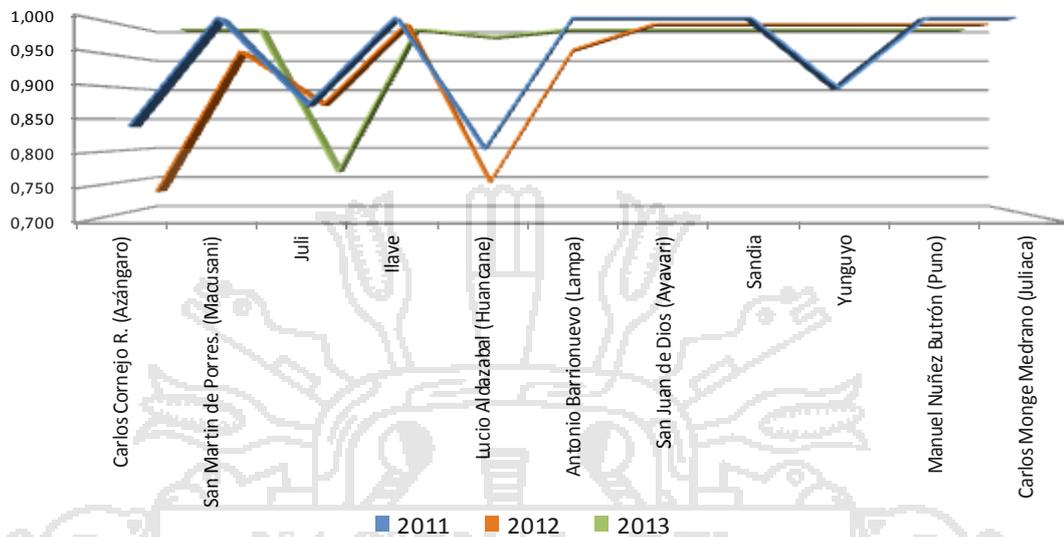
Establecimiento de Salud	2011	2012	2013	Promedio	Ranking
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	0.839	0.736	1.000	0.858	9
San Martín de Porres. (Macusani)	1.000	0.956	1.000	0.985	7
Juli	0.870	0.873	0.762	0.835	11
Ilave	1.000	1.000	1.000	1.000	1
Lucio Aldazabal (Huancane)	0.806	0.751	0.987	0.848	10
Antonio Barrionuevo (Lampa)	1.000	0.958	1.000	0.986	6
San Juan de Dios (Ayavari)	1.000	1.000	1.000	1.000	1
Sandia	1.000	1.000	1.000	1.000	1
Yunguyo	0.896	1.000	1.000	0.965	8
Manuel Núñez Butrón (Puno)	1.000	1.000	1.000	1.000	1
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	1.000	1.000	1.000	1.000	1

En cuanto a los demás establecimientos, para el año 2011 los resultados son similares comparados al primer modelo, puesto que los hospitales de Sandia, Ayaviri, Lampa, Ilave y Macusani siguen siendo considerados eficientes respecto a las demás establecimientos. No obstante, existen dos situaciones que caracterizan a este segundo modelo. Por un lado, el hospital de Azángaro que evaluado en el primero modelo con sus pares de categoría II-1 obtuvo una calificación de eficiencia, en esta nueva estimación obtiene un índice de 0.839, con lo cual es ubicado por debajo de la frontera eficiente. Por otro lado, los hospitales que en el primer modelo lograron calificaciones de no eficientes, en este segundo modelo se ven aún más perjudicados, pues sus calificación se ajustaron a la baja; como por ejemplo, el hospital de Juli, con un porcentaje de ineficiencia de 3.9% (1- 0.961) es ahora ineficiente en un 13% (1-0.873). La situación es similar para los hospitales de Huancané y Yunguyo.

Estas caídas en los índices de eficiencia pueden explicarse como resultado de una nueva frontera eficiente más alejada al punto de origen, lo cual deja fuera algunas unidades y amplia la distancia de ineficiencia para otras.

Para el año 2012, las estimaciones son de nuevo análogos al primer modelo, con la diferencia que ahora los porcentajes de ineficiencia son aún mayores. En cuanto al año 2013, resalta el hecho de que tres hospitales hayan alcanzado la frontera eficiente superando situación de ineficiencia del año previo.

**GRÁFICO 27:
ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA: SEGUNDO MODELO**



En resumen, en el promedio para los años 2011 – 2013, tanto en el primer como segundo modelo, los establecimientos que lideran el ranking de eficiencia continúan siendo los mismos (véase cuadro 23 y 27).

En cuanto a las holguras de los inputs, en el cuadro siguiente se muestra los índices de eficiencia calculados y las holguras específicas para cada uno de los inputs empleados en las estimaciones. Así por ejemplo, en el año 2011 se tiene que para el caso del hospital de Huancané para poder alcanzar la frontera eficiente deberá reducir el uso de sus insumos en 19.5% (1-0.806), adicionalmente tiene la capacidad de ajustar aún más el uso del input personal administrativo, asistencial y técnico asistencial, en 28, 12 y 39 unidades. La misma lógica puede ser aplicada para cada uno de los establecimientos para el periodo 2011 – 2013.

**CUADRO 28:
HOLGURAS INPUT E ÍNDICES DE EFICIENCIA RELATIVA**

2011

Establecimiento	Score	Consultorios	Camas	Administrativo	Asistencial	Téc. Asistencial	Egresos	Consultas	Emergencias	Partos
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	0.839	-	-	15	3	5	-	-	1.716	289
San Martín de Porres. (Macusani)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juli	0.870	8	-	7	16	15	-	-	537	-
Isla	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucio Azañabal (Huancané)	0.806	-	-	28	12	39	-	-	729	-
Antonio Barrionuevo (Lampa)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Juan de Dios (Avarua)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sandia	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yumayo	0.896	4	-	-	17	1	-	-	1.485	-
Manuel Nuñez Burbón (Puno)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carlos Monce Vedraro (Juliaca)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2012

Establecimiento	Score	Consultorios	Camas	Administrativo	Asistencial	Téc. Asistencial	Egresos	Consultas	Emergencias	Partos
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	0.736	-	-	17	9	3	-	-	648	186
San Martín de Porres. (Macusani)	0.958	14	-	17	9	7	82	622	-	145
Juli	0.873	10	-	18	18	9	-	1.251	-	-
Isla	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucio Azañabal (Huancané)	0.761	4	-	28	14	38	-	-	987	-
Antonio Barrionuevo (Lampa)	0.958	12	-	18	31	15	80	7.528	-	67
San Juan de Dios (Avarua)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sandia	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yumayo	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manuel Nuñez Burbón (Puno)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carlos Monce Vedraro (Juliaca)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2013

EMI	Score	Consultorios	Camas	Administrativo	Asistencial	Téc. Asistencial	Egresos	Consultas	Emergencias	Partos
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Martín de Porres. (Macusani)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juli	0.762	6	-	12	6	6	-	-	513	-
Isla	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucio Azañabal (Huancané)	0.967	-	-	27	11	51	407	-	-	-
Antonio Barrionuevo (Lampa)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Juan de Dios (Avarua)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sandia	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yumayo	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manuel Nuñez Burbón (Puno)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carlos Monce Vedraro (Juliaca)	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Con una herramienta complementaria se presenta también en el siguiente cuadro las holguras proyectadas, que incluyen los ajustes en el uso de insumos como resultado de los porcentajes de ineficiencia y las holguras específicas.

Así por ejemplo, para el año 2011 cuatro son los establecimientos alejados de la frontera eficiente, entre ellos Azángaro, Juli, Huancané y Yunguyo. Para el caso del hospital de Azángaro que registro un nivel de ineficiencia del 16.1% (1-0.839) y una holgura específica de 15 para el personal administrativo, el ajuste porcentual total en este insumo que será requerido para lograr un punto óptimo sobre la frontera eficiente es 43.2%. Para el personal asistencial y técnico asistencial los ajustes potenciales son 20.3% y 25.1%, respectivamente. En cuanto al resto de insumos como los Consultorios y Camas, al no existir holguras específicas, los ajustes son iguales al porcentaje de ineficiencias calculadas inicialmente (16.1%).

Para el resto de hospitales puede verse que los ajustes en términos porcentuales son muy significativos; así, en el caso de los Consultorios, en promedio el uso de este insumo puede ser reducido en 34.3%. De igual manera, las Camas en 14.3%, y mientras que el personal en 40%.

En cuanto al año 2012, las holguras proyectadas para los hospitales no eficientes son en promedio de 52.1% y 14.5% para los inputs Consultorios y Camas, respectivamente. Por su parte para el insumo Personal los resultados permiten una reducción en su uso de aproximadamente 50%.

Finalmente, respecto al año 2013, gracias a las mejoras en los índices de eficiencia técnica, son solamente los hospitales de Juli y Huancané los que se encuentran ubicados fuera de la frontera eficiente. En el caso de Juli, existe la posibilidad ajustar el uso de los Consultorios 49.6% y Camas en un 23.8%; en cuanto al insumo personal, en

general, los ajustes permisibles son en promedio de 43.3%. Referente al hospital de Huancané, ya que su índice de eficiencia técnica es cercano a uno, los únicos ajustes permisibles vienen determinados por las holguras específicas de los insumos Personal, los cuales pueden ser ajustados en promedio en un 43.2%.





**CUADRO 29:
HOLGURAS PROYECTADAS: VARIACIÓN DE INPUT NECESARIA PARA
UBICARSE SOBRE LA FRONTERA EFICIENTE**

2011																
Establecimiento	Score	Consultas			Cursos			Administrativo			Asistencial			Terc. Asistencial		
		Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA
Celso Domínguez (Laboral)	1000	17	14	-19.1	18	18	0	17	19	10.6	19	19	0	18	17	-5.3
Servicio de Pesca (Laboral)	1000	09	09	-	09	09	-	06	06	-	09	09	-	07	07	-
UJ	1000	01	10	-81.1	01	01	-	01	01	-80.9	01	06	-84.7	01	01	-80.7
Yaya	1000	17	17	-	17	17	-	10	10	-	15	15	-	17	17	-
Luis Bernal (Humana)	1000	14	11	-21.4	14	14	0	10	11	-9.1	11	14	-21.7	11	11	-45.5
Empresa Permacuasi (Laboral)	1000	18	18	-	18	18	-	10	10	-	17	17	-	18	18	-
Servicio de Olla (Laboral)	1000	24	24	-	24	24	-	23	23	-	23	23	-	21	21	-
Serbia	1000	23	20	-	23	23	-	13	13	-	18	18	-	23	23	-
Nurcio	2885	20	14	-30.2	20	20	0	21	19	-10.5	21	23	-8.1	23	23	-
Manuel Nolasco (Laboral)	1000	09	09	-	09	09	-	13	13	-	17	17	-	12	12	-
Celso Vences (Laboral)	1000	02	02	-	02	02	-	17	17	-	23	23	-	12	12	-

2012																
DMU	Score	Consultas			Cursos			Administrativo			Asistencial			Terc. Asistencial		
		Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA
Celso Domínguez (Laboral)	1000	19	14	-26.3	19	19	0	10	27	170	19	19	0	18	18	-22.0
Servicio de Pesca (Laboral)	1000	05	10	100	05	05	-	05	05	-80.0	05	05	-80.0	04	04	-50.0
UJ	1000	01	06	-85.5	01	01	-	01	11	-86.6	01	01	-81.7	01	01	-77.8
Yaya	1000	10	10	-	10	10	-	10	10	-	15	15	-	17	17	-
Luis Bernal (Humana)	1000	10	10	-	10	10	0	10	13	-25.0	11	11	-	11	11	-45.0
Empresa Permacuasi (Laboral)	1000	10	06	-40.0	10	10	0	06	06	-75.0	10	10	-	10	10	-50.0
Servicio de Olla (Laboral)	1000	19	19	-	19	19	-	25	25	-	18	18	-	18	18	-
Serbia	1000	24	24	-	24	24	-	17	17	-	11	11	-	23	23	-
Nurcio	1000	21	21	-	21	21	-	21	21	-	17	17	-	21	21	-
Manuel Nolasco (Laboral)	1000	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-
Celso Vences (Laboral)	1000	09	09	-	09	09	-	10	10	-	21	21	-	10	10	-

2013																
DMU	Score	Consultas			Cursos			Administrativo			Asistencial			Terc. Asistencial		
		Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA	Data	Proyección	DF/PA
Celso Domínguez (Laboral)	1000	22	22	-	22	22	-	10	10	-	10	10	-	10	10	-
Servicio de Pesca (Laboral)	1000	04	04	-	04	04	-	00	00	-	02	02	-	03	03	-
UJ	1000	02	11	-81.8	02	02	-	02	20	-85.0	02	02	-86.0	01	01	-80.0
Yaya	1000	17	17	-	17	17	-	21	21	-	17	17	-	17	17	-
Luis Bernal (Humana)	2887	20	20	-	20	20	-10	17	23	-26.5	10	10	-20.0	10	10	-50.0
Empresa Permacuasi (Laboral)	1000	05	05	-	05	05	-	00	00	-	00	00	-	01	01	-
Servicio de Olla (Laboral)	1000	01	01	-	01	01	-	01	01	-	01	01	-	01	01	-
Serbia	1000	08	08	-	08	08	-	00	00	-	00	00	-	00	00	-
Nurcio	1000	10	10	-	10	10	-	06	06	-	05	05	-	04	04	-
Manuel Nolasco (Laboral)	1000	11	11	-	11	11	-	16	16	-	12	12	-	11	11	-
Celso Vences (Laboral)	1000	15	15	-	15	15	-	16	16	-	22	22	-	17	17	-

5.4 DETERMINACIÓN Y DESCOMPOSICIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES DE LOS HOSPITALES II-1 Y II-2.

Al igual que en el primer modelo, se presenta a continuación el índice de Malmquist. Una de las primeras cuestiones a resolver es si la ampliación de la muestra, mediante la incorporación de los hospital de Juliaca y Puno al modelo, han afectado a la productividad del sector. Para atender esta interrogante veamos los IPM obtenidos entre los años 2011 y 2013. Del primer modelo tenemos que los cambios en productividad del sector para el periodo 2011 -2013 fue de prácticamente cero, pues las mejoras obtenidas en el año 2012, respecto al 2011, fueron menguadas al final del año 2013. Situación similar es observable en este segundo modelo, pues el incremento en productividad de 8.4% registrado entre los años 2012 y 2011 es anulado con su caída al final del año 2013. Con lo cual en términos generales, para el periodo de análisis (2011 – 2013) no existe un cambio significativo en términos de productividad.

En conclusión, los resultados vistos tanto en el primer como el segundo modelo demuestran que la incorporación de los hospitales de Juliaca y Puno aportan mejoras a la productividad del sector.

Con relación a las variaciones de los componentes del IPM, se puede claramente observar que existe un componente exógeno en el cambio tecnológico (columna frontier) registrado para los hospitales de categoría II-1, pues el incremento promedio de 15.3% registrado entre los años 2012 y 2011 se compensa con la disminución promedio de 20% entre los años 2013 y 2012.

Al igual que en el primer modelo se puede concluir que estos cambios son originados por shocks exógenos de demanda.

Cabe precisar que en cuanto a los hospitales de categoría II-2, para el final del periodo de análisis se observa en promedio un cambio negativo en productividad de 7%.

**CUADRO 30:
ÍNDICE DE MALMQUIST**

Establecimiento de Salud	Catching-up			Frontier			IPM		
	2012/2011	2013/2012	Promedio	2012/2011	2013/2012	Promedio	2012/2011	2013/2012	Promedio
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	0.877	1.359	1.118	1.191	0.689	0.940	1.045	0.936	0.990
San Martín de Porres. (Macusani)	0.956	1.046	1.001	1.069	0.890	0.979	1.021	0.931	0.976
Juli	1.003	0.873	0.938	1.135	0.928	1.031	1.138	0.810	0.974
Ilave	1.000	1.000	1.000	1.281	0.642	0.961	1.281	0.642	0.961
Lucio Aldazabal (Huancane)	0.932	1.315	1.123	1.235	0.695	0.965	1.151	0.914	1.032
Antonio Barrionuevo (Lampa)	0.958	1.044	1.001	0.968	0.985	0.977	0.928	1.028	0.978
San Juan de Dios (Ayavari)	1.000	1.000	1.000	1.099	0.979	1.039	1.099	0.979	1.039
Sandia	1.000	1.000	1.000	1.121	0.882	1.002	1.121	0.882	1.002
Yunguyo	1.117	1.000	1.058	1.224	0.812	1.018	1.367	0.812	1.089
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	1.000	1.000	1.000	0.891	1.012	0.951	0.891	1.012	0.951
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	1.000	1.000	1.000	0.885	0.946	0.916	0.885	0.946	0.916
Average	0.986	1.058	1.022	1.100	0.860	0.980	1.084	0.899	0.992
Max	1.117	1.359	1.123	1.281	1.012	1.039	1.367	1.028	1.089
Min	0.877	0.873	0.938	0.885	0.642	0.916	0.885	0.642	0.916
SD	0.059	0.145	0.056	0.136	0.131	0.039	0.153	0.111	0.048

5.5 VARIABLES DETERMINANTES DE LA EFICIENCIA.

Una cuestión importante de la teoría de eficiencia y productividad, es el de identificar los factores que pueden explicar la eficiencia técnica de las empresas, así como las principales fuentes del cambio en productividad.

En ese sentido, para el caso específico de los servicios hospitalarios, se ha identificado algunas de la variable que podrían explicar estas diferencias son: el tipo de gestión, esto es, si la administración es Pública o Privada; la ubicación geográfica, si los establecimientos se encuentran en la zona rural o urbana; y la complejidad o tamaño del establecimiento. A continuación analizamos cada una de estas variables para determinar cuáles serían aplicables para nuestro caso de investigación.

En cuanto al tipo de gestión, los hospitales bajo análisis son establecimientos de salud públicos, por tanto no existen diferencias en el tipo de gestión. Ahora, respecto a la ubicación geográfica, los hospitales se ubican en las zonas urbanas dentro de las principales ciudades de cada provincia. Finalmente, sobre la complejidad o tamaño de

los establecimientos, se puede indicar que por definición de las categorías, los hospitales de categoría II-1 y II-2 tienen características distintas en cuanto al número de servicios brindados y tamaño físico del establecimiento. Por lo tanto, se evaluará si esta última variable puede explicar las diferencias en cuanto a la eficiencia técnica y productividad de los hospitales.

Para lograr este objetivo se empleará el test Mann – Whitney, el cual es una prueba no paramétrica aplicada a dos muestras independientes. Es, de hecho, la versión no paramétrica de la habitual prueba t de Student. Esta prueba es usada para comprobar la heterogeneidad de dos muestras ordinales, en donde el planteamiento de partida es que:

- Las observaciones de ambos grupos son independientes
- Las observaciones son variables ordinales o continuas.
- Bajo la hipótesis nula, la distribución de partida de ambos grupos es la misma y,
- Bajo la hipótesis alternativa, los valores de una de las muestras tienden a exceder a los de la otra: $P(X > Y) + 0.05 P(X = Y) > 0.05$

Agrupando a los hospitales según su categoría (variable tamaño), en el cuadro siguiente se muestran los resultados aplicados a los índices de eficiencia calculados en el segundo modelo.

**CUADRO 31:
TEST MANN – WHITNEY**

Variable	Estadísticos	2011	2012	2013
	U de Mann-Whitney	5.000	4.000	7.000
Tamaño o nivel de complejidad	Z	-1.092	-1.285	-0.699
	Sig. Asintot (bilateral)	0.275	0.199	0.484

Los resultados obtenidos indican que no se puede rechazar la hipótesis nula de que ambos grupos compartan una misma distribución. Es decir, no existen evidencias

suficientes para argumentar que el tamaño o complejidad de los hospitales sean variables que determinen la diferencia en el nivel de eficiencia técnica obtenido. Por lo tanto rechazamos la hipótesis planteada en la tesis de investigación.



CONCLUSIONES.

1. Tomando en consideración una primera muestra de los 9 hospitales de categoría II-1, se ha identificado que los hospitales más eficientes, en promedio para el periodo 2011 -2013, fueron el hospital de Ilave, Ayaviri y Sandia. En cuanto a los hospitales ineficientes, en promedio su índice de eficiencia técnica alcanza el 94.2%, o lo que es lo mismo, un porcentaje de ineficiencia de 5.8%.
2. Los hospitales de Azángaro, Macusani y Lampa, se ubican en la frontera eficiente en los años 2011 y 2013, sin embargo durante el año 2012 pierden esta calificación y finalizan con un índice de ineficiencia del 9%.
3. Para los hospitales no eficientes, las holguras proyectadas permiten en el año 2011 una reducción promedio 29.5% en el uso de los insumos Consultorios y 10% para el caso del insumo Camas. En cuanto al insumo personal administrativo, asistencial y técnico asistencial los ajustes potenciales son del orden de 45.6%.
4. con referencia al 2013, gracias a las mejoras en eficiencia logradas en la mayoría de los establecimientos, no existen márgenes significativos para lograr ajustes en alguno de variables insumo. A excepción del hospital de Juli, en donde existe una holgura promedio de 42.6% en las inputs Personal, y de 44% para Consultorios.
5. Existe una mejora en la productividad del sector entre los años 2012 y 2011. Pues en promedio, los hospitales registraron un incremento de productividad 11.9%. Sin embargo, el escenario es muy distinto para el periodo 2013 y 2012, puesto que la productividad sufrió un deterioro, registrando una disminución de 12.3%, con lo cual el aumento experimentado en el año previo fue

prácticamente menguado. En términos generales, para el periodo de análisis (2011 – 2013) no han existido cambios significativos en términos de productividad.

6. En cuanto a las variaciones de los componentes del IPM, resulta interesante ver como estas actuaron de manera contraria en el periodo 2013 y 2012. Así mientras la eficiencia técnica ha mejorado en un 6.5%, la frontera de producción sufrió una contracción de 17%, lo cual, en términos del IPM, significa un cambio negativo en la tecnología de producción. Sin embargo, analizando la situación hospitalaria de ese periodo no se ha encontrado sucesos importantes que puedan originar retrocesos de la tecnología de producción; como por ejemplo deterioros de infraestructura hospitalaria o modificaciones en las inversiones para la reposición de equipos. Por tanto, se cree este cambio negativo tiene un origen exógeno producido por un shock de demanda.
7. En los cambios de productividad por establecimientos, para el periodo 2012 y 2011, la mayoría de ellos ha experimentado un cambio positivo de productividad en donde los mayores logros fueron alcanzados por los hospitales de Ilave y Yunguyo, con mejoras de productividad de 26.7% y 36.9%, respectivamente; en cambio, para los años 2013 y 2012, las caídas en productividad son el común denominador en todos hospitales. Analizando los componentes del Índice de Malmquist IPM, podemos claramente concluir que este incremento y posterior disminución en el IPM, tiene un origen exógeno, pues existe un desplazamiento positivo y luego negativo de la frontera de producción (frontiershift).

De esta forma, se puede concluir que los cambios en productividad en el periodo 2013 y 2011, fueron determinados principalmente por los cambios en la eficiencia técnica.

8. Con la estimación del segundo modelo, que incorpora a los dos hospitales de mayor complejidad de la región (Puno y Juliaca), Como era de esperarse los hospitales de Juliaca y Puno contribuyen continuamente a la construcción de la frontera eficiente. En cuanto a los demás establecimientos, para el año 2011 los resultados son similares comparados al primer modelo, puesto que los hospitales de Sandia, Ayaviri, Lampa, Ilave y Macusani siguen siendo considerados eficientes respecto a los demás establecimientos. No obstante, existen dos situaciones que caracterizan a este segundo modelo. Por un lado, el hospital de Azángaro que evaluado en el primer modelo con sus pares de categoría II-1 obtuvo una calificación de eficiencia, en esta nueva estimación obtiene un índice de 0.839, con lo cual es ubicado por debajo de la frontera eficiente. Por otro lado, los hospitales que en el primer modelo lograron calificaciones de no eficientes, en este segundo modelo se ven aún más perjudicados, pues sus calificación se ajustaron a la baja; como por ejemplo, el hospital de Juli, con un porcentaje de ineficiencia de 3.9% ($1 - 0.961$) es ahora ineficiente en un 13% ($1 - 0.873$). La situación es similar para los hospitales de Huancané y Yunguyo.

Estas caídas en los índices de eficiencia pueden explicarse como resultado de una nueva frontera eficiente más alejada al punto de origen, lo cual deja fuera algunas unidades y amplía la distancia de ineficiencia para otras.

9. Para el año 2012, las estimaciones son análogos al primer modelo, con la diferencia que ahora los porcentajes de ineficiencia son aún mayores. En cuanto al año 2013, resalta el hecho de que tres hospitales hayan alcanzado la frontera eficiente superando situación de ineficiencia del año previo.

En resumen, en el promedio para los años 2011 – 2013, tanto en el primer como segundo modelo, los establecimientos que lideran el ranking de eficiencia continúan siendo los mismos.

10. Al ampliar la muestra de análisis, incorporando los hospitales de Puno y Juliaca, no se ha registrado cambios significativos en la productividad. En términos generales, para el periodo de análisis (2011 – 2013) el cambio en la productividad total de factores es -0.8%.

11. No existe evidencias suficientes para argumentar que el tamaño o complejidad de los hospitales sean variables que determinen la diferencia en el nivel de eficiencia técnica.

12. Como conclusión principal de la investigación se encontró que alrededor del 50% de las instituciones analizadas, aquellas que mostraron ineficiencia técnica relativa en su proceso de producción, presentaron sobredimensionamiento en sus recursos humanos. Esto es, dado un nivel de producción, estas instituciones hubieran podido alcanzarlo con un nivel menor de insumos.

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda a partir de los resultados encontrados que el sobredimensionamiento de recursos humanos en los hospitales menos eficientes sea tomado en cuenta a la hora de la contratación de nuevo personal.
2. Vincular los indicadores de eficiencia técnica de los hospitales con los planes estratégicos, programas presupuestales y la consecución de objetivos del sector salud. Se debería evaluar si los objetivos planteados por DIRESA, en términos de salud poblacional, están siendo logrados y determinar en qué medida la ineficiencia de los hospitales impide la consecución de esos objetivos.
3. Se analice la posibilidad de la creación de un programa de incentivos económicos para los hospitales con mejores resultados en términos de eficiencia técnica y productividad.
4. Si bien es cierto que los indicadores contemplados en la Directiva Sanitaria N°MINS/DGSP-V.01 cumplen las condiciones de objetividad y especificidad, estos no son capaces de medir la eficiencia del uso de los recursos en la producción de los servicios hospitalarios. Por lo tanto, se recomienda la construcción de indicadores relativos de eficiencia técnica. Esto con la finalidad de conocer la situación en la que se encuentran los hospitales de la Región de Puno, y en función a ello poder tomar decisiones de política replicando lo realizado en las unidades más eficientes sobre las menos eficientes.
5. Se recomienda que DIRESA Puno, mejore su método de recopilación de información, de tal forma que permita obtener datos de mejor calidad y más detallados para la medición de productividad y eficiencia por medio de fronteras de eficiencia. Asimismo, monitorear paulatinamente a los hospitales de cada

provincia con la finalidad de evaluar las ganancias en eficiencia y productividad obtenidas.



BIBLIOGRAFIA

- Alberto, L., Carigano, C., Flament, M. (2001). “*Evaluación de la eficiencia de los sistemas de salud pública provincial en Argentina*”. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Alberto, L., Carigano, C., Flament, M. (2001). “*Evaluación de la eficiencia de los sistemas de salud pública provincial en Argentina*”. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Ali AI and LM Seiford (1993). “*Computational Accuracy and Infinitesimals in Data Envelopment Analysis.*” *INFOR* 31(4): 290-297.
- Alvarez Pinilla , A (2002): “Concepto y Medición de la Eficiencia Productiva” en Alvarez Pinilla, A. (Coordinador) (2002): *La Medición de la Eficiencia y la productividad* . Ed. Piramide, Madrid.
- Andersen P and NC Petersen (1993). “*A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis.*” *Management Science* 39(10): 1261-1264
- Arrieta, A. and G. Riesco (2009). “*Factores de Riesgo de Mortalidad Perinatal en Hospitales de la Seguridad Social peruana: Analisis de los datos del Sistema de Vigilancia Perinatal de ESSALUD.*” Consorcio de Investigación Económica y Social.
- Arrieta-Herrera y Riesco de la Vega (2010). “*Eficiencia Hospitalaria y Mortalidad Perinatal en ESSALUD: ¿Ser Eficiente Salva Vidas?*”. Proyecto Mediano 35, Consorcio de Investigación Económica y Social.
- Banker RD, VM Gadh and WL Gorr (1993). “*Monte Carlo Comparison of Two Production Frontier Estimation Methods: Corrected Ordinary Least Squares and Data Envelopment Analysis.*” *EJOR* 67(3): 332-343

- Banker, Rajiv D., Robert F. Conrad and Robert P. Strauss 1986. "A Comparative Application of Data Envelopment Analysis and Translog Methods: An Illustrative Study of Hospital Production," *Management Science*, Vol. 32, No. 1, January, pp. 30-44
- Barrantes, R., E. Cuba, et al. (2008). "*La investigación económica y social en el Perú, 2004-2007: Balance y prioridades para el futuro*". Lima, CIES.
- Boussofiane A, RG Dyson and E Thanassoulis (1991). "*Applied Data Envelopment Analysis.*" *EJOR* 52(1): 1-15.
- Burgess, J.Jr.; Wilson P. (1998) "*Variation in Efficiency Among US Hospitals*" Management Science Group, and Department of Economics. University of Texas. *INFOR* 36(3) pages 84 - 102.
- Caves, Douglas W.; Christensen, Laurits R. and Diewert, W. Erwin. "Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers." *Economic Journal*, March 1982a, 92(365), pp. 73-86.
- Caves, DW, Christensen, LR, Diewert, WE (1982) The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica* 50: pp. 1393-1414
- Coelli, T.J., Prasada Rao, D. S., and Battese, G.E. (1998), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* , Kluwer Academic Publishers, Boston, 271 pp.
- Charnes,A., Cooper, W., Rhodes, E., (1978). "Measuring Efficiency of Decision Making Units". *European Journal of Operational Research* 4.
- Chirikos, T.N. (1998). "Identifying Efficiently and Economically Operated Hospitals: The Prospects and Pitfalls of Applying Frontier Regression Techniques. *Journal of Health Politics, Policy and Law*. Vol. 23, No. 6. Duke University Press.

- Chirikos, T.N., Sear, A.M. (2000). "Measuring Hospital Efficiency: A Comparison of Two Approaches". *Health-Services-Research*; 34(6), Pages 1389-1408.
- Debreu, G. (1951). "The coefficient of resource utilization", *Econometrica*, (19)3, 273-292
- Doyle JR and RH Green (1991). "Comparing Products Using Data Envelopment Analysis.". *Omega* 1: 631-638
- Drake L and B Howcroft (1994). "Relative Efficiency in the Branch Network of a UK Bank: An Empirical Study." *Omega* 22(1): 83-90.
- Färe Rolf , Shawna Grosskopf, Mary Norris, Zhongyang Zhang. *The American Economic Review*, Vol. 84, No. 1 (Mar., 1994), pp. 66-83
- Farell, R. and Lovell, C.A.K. (1978). Measuring the Technical Efficiency of Production, *Journal of Economic Theory*, 19: 150–162.
- Farrell, M.J. (1957) "Theme asurement of productive efficiency". *Journal of Royal Stadistical Society A*. Vol 120 pp 253 – 281.
- Galán González-Serna, J.M., E Rodriguez, F Llanes Ruiz, yM. Rosado Martín. 1999. "Evaluación de la eficiencia del tamaño del hospital sobre la eficiencia asistencial neumológica en Andalucía." *Originales*, no. 35.
- Galán, J.M., y et al. (1999). "Evaluación de la influencia del tamaño del hospital sobre la eficiencia asistencia neumológica en Andalucía." *Originales*, pp. 202–207.
- Garcia Latorre (1996). "Evaluación de la eficiencia en centros de atención primaria. Una aplicación del análisis envolvente de datos". *Rev Esp Salud Pública*. 70. Pp. 211-220.
- García, F.J., Marcuello, C., Serrano, G.D., Urbina, O. (1996). "Evaluación de la Eficiencia en Centros de Atención Primaria. Una Aplicación del Análisis

- Envolvente de Datos". *Revista Española de Salud Pública*. 70. Páginas 211 – 220
- Grosskopf S and V Valdmanis (1987). "Measuring Hospital Performance. A Non-Parametric Approach." *Journal Health Economics*: 89-107.
- Guzmán, A. (2002). Para mejorar la salud reproductiva. *La salud peruana en el siglo XXI. Retos y propuestas de política*. Lima, Consorcio de Investigación Económica y Social: 185-238.
- Hollingsworth, B. (1999). "The measurement of efficiency and productivity of health care delivery," *Health Economics*, John Wiley & Sons, Ltd., vol. 17(10), pages 1107-1128
- Kalirajan, K. (1990). "On measuring economic efficiency", *Journal of applied econometrics*, 5, 75-85.
- Koopmans, T. C. (1951), "An analysis of production as an efficient combination of activities", in Koopmans, T. C. (Ed.)
- Ligarda J, Ñaccha M. (2006). La eficiencia de las organizaciones de salud a través del análisis envolvente de datos. Micro-redes de la dirección de salud IV Lima Este 2003. *Anales de la Facultad de Medicina*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Madueño M, Sanabria (2003). "Estudio de oferta de los servicios de salud en el Perú y el análisis de brechas 2003-2020. Informe técnico N° 026s. Bethesda, MD: Proyecto Socios para la Reforma plus del Sector Salud, Abt Associates Inc;
- Malmquist, 1953; S. Malmquist. Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística*, 4 (1953), pp. 209–242
- Pérez, F. and R. Doménech (1992): "The Productivity of the Spanish Banking System in the 80s: An International Comparison". *Quarterly Review*, BNL.181,147-169.

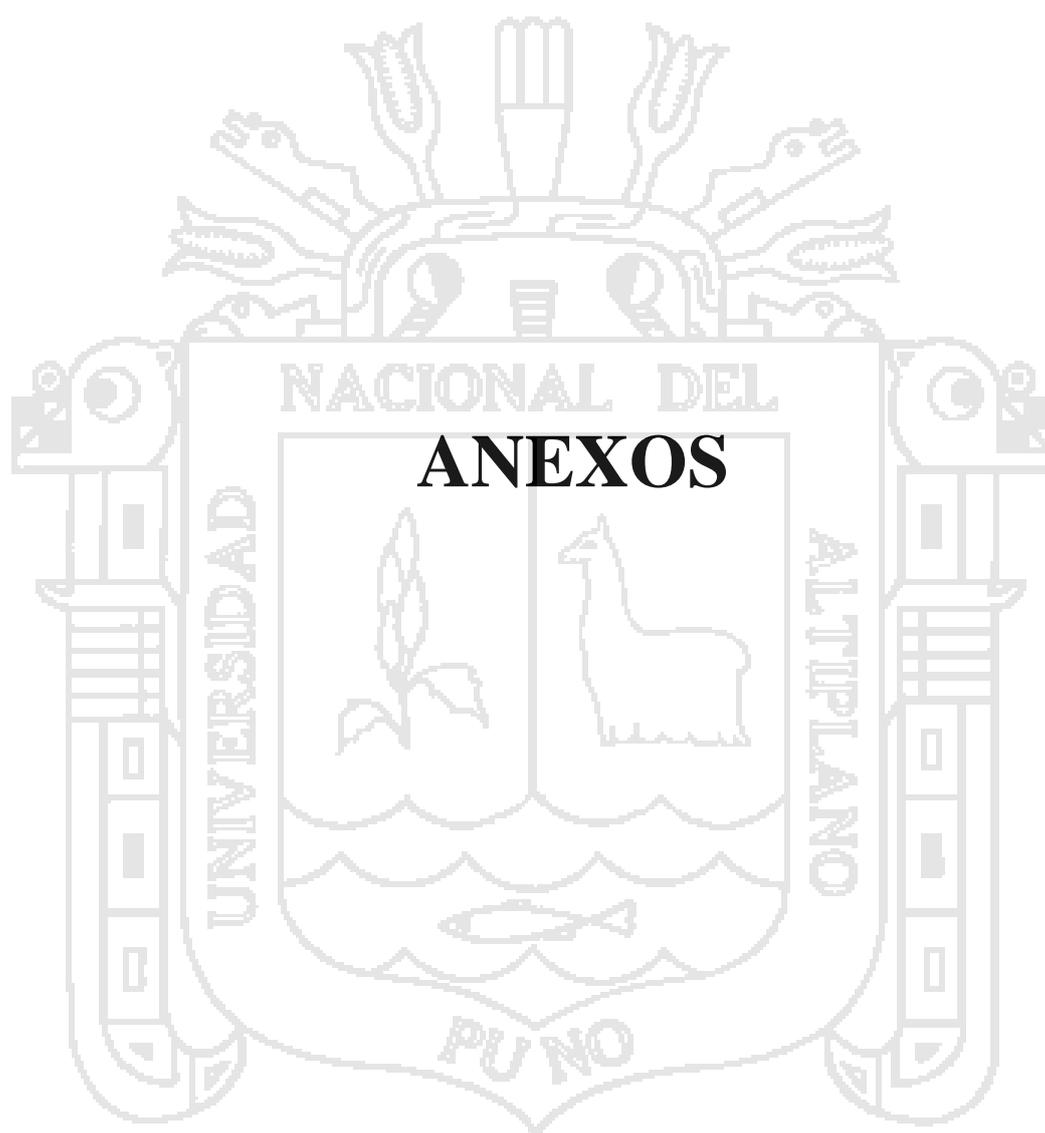
- Rebaza, H. (2002). *Para una política hospitalaria. La salud peruana en el siglo XXI. Retos y propuestas de política*. J. Arroyo. Lima, Consorcio de Investigación Económica y Social.
- Restzloff-Roberts y Morey, (1993). "A goal -programming method of stochastic allocative data envelopment analysis", *European Journal of operational research*, vol 71(3): 379 - 397
- Rodríguez Pardina, Martín & Rossi , Martín & Ruzzier, Christian, 1999. "Consistency Conditions: Efficiency Measures for the Electricity Distribution Sector in South America," *UADE Working Papers 1999*, Instituto de Economía, Universidad Argentina de la Empresa
- Sanabria, C. (2003). Análisis de la eficiencia de la oferta de servicios de salud. El caso de los puestos de Salud de Tumbes. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas UNMSM*. 2003;8(22):145-164
- Sanchez, F; Nupia, O.A, Urdinola, P. (2000). "*Gasto Público, Eficiencia y Cobertura del Sector Salud*". Universidad de Los Andes
- Shephard, R. W. (1970). *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.
- Yamin, A., M. Rios, et al. (2002). *Derechos Humanos y Salud: Vinculando dos Perspectivas*, CIES.
- Zuckerman, S., Hadley, J., Iezzoni, L. (1994). "Measuring Hospital Efficiency with Frontier Cost Functions". *Journal of Health Economics*. Vol. 13. No. 3. Pages, 255- 80.

Oficina de estadística, Dirección Regional de Salud Puno, Puno

Oficina de estadística, Red de Salud Puno, Puno.

Oficina de estadística, Red de Salud San Román, Juliaca, San Román.





ANEXO 1. DATOS DE INSUMOS 2011 -2013

Año 2011	Consultorios	Camas	Administrativo	Asistencial	Tecnico asistencial
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	17	55	57	69	58
San Martín de Porres. (Macusani)	22	22	26	32	27
Juli	21	25	31	50	41
Ilave	17	39	19	45	47
Lucio Aldazabal (Huancane)	14	32	52	51	85
Antonio Barrionuevo (Lampa)	18	13	19	42	29
San Juan de Dios (Ayavari)	24	53	29	55	57
Sandia	23	30	13	35	29
Yunguyo	20	25	21	51	29
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	39	248	134	187	122
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	32	187	171	235	129

Año 2012	Consultorios	Camas	Administrativo	Asistencial	Tecnico asistencial
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	19	55	60	77	58
San Martín de Porres. (Macusani)	25	22	28	35	34
Juli	21	25	33	48	37
Ilave	19	39	19	46	47
Lucio Aldazabal (Huancane)	19	32	55	56	87
Antonio Barrionuevo (Lampa)	19	13	25	48	31
San Juan de Dios (Ayavari)	19	53	26	56	56
Sandia	24	30	17	41	28
Yunguyo	21	25	22	47	27
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	46	229	146	194	135
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	39	187	181	242	130

Año 2013	Consultorios	Camas	Administrativo	Asistencial	Tecnico asistencial
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	22	55	63	80	60
San Martín de Porres. (Macusani)	24	22	30	42	38
Juli	22	25	43	45	37
Ilave	17	39	21	47	46
Lucio Aldazabal (Huancane)	20	32	57	60	87
Antonio Barrionuevo (Lampa)	23	13	30	49	31
San Juan de Dios (Ayavari)	21	53	28	54	55
Sandia	28	30	19	52	33
Yunguyo	19	25	26	43	29
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	41	229	156	224	144
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	46	187	196	254	137

ANEXO 2. DATOS DE PRODUCTOS 2011 -2013

Año 2011	Egresos	Atenciones	Emergencias	Partos
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	1,751	34,896	2,689	408
San Martín de Porres. (Macusani)	622	45,368	2,480	188
Juli	878	18,592	1,551	283
Ilave	1,137	54,076	4,103	531
Lucio Aldazabal (Huancane)	903	30,116	1,890	320
Antonio Barrionuevo (Lampa)	411	20,320	1,655	48
San Juan de Dios (Ayavari)	2,774	32,181	4,895	417
Sandia	722	29,389	2,916	153
Yunguyo	771	29,672	822	262
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	7,103	44,412	17,116	2254
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	7,915	47,200	16,416	3342

Año 2012	Egresos	Atenciones	Emergencias	Partos
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	1,790	43,930	2,717	486
San Martín de Porres. (Macusani)	615	46,704	2,444	209
Juli	1,117	19,190	1,833	252
Ilave	1,293	87,777	4,533	656
Lucio Aldazabal (Huancane)	924	42,338	1,890	387
Antonio Barrionuevo (Lampa)	333	20,511	1,448	123
San Juan de Dios (Ayavari)	2,864	40,778	4,275	552
Sandia	1,058	41,377	3,148	97
Yunguyo	1084	41,706	1,225	272
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	6,933	57,528	15,434	2706
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	8,402	65,114	9,218	4130

Año 2013	Egresos	Atenciones	Emergencias	Partos
Carlos Cornejo R. (Azángaro)	1,801	47,865	2,945	447
San Martín de Porres. (Macusani)	641	42,107	2,818	199
Juli	745	18,921	1,362	268
Ilave	1,266	4,563	4,548	594
Lucio Aldazabal (Huancane)	770	41,735	2,184	354
Antonio Barrionuevo (Lampa)	348	25,269	1,401	86
San Juan de Dios (Ayavari)	3,066	42,171	4,614	485
Sandia	734	42,067	3,273	125
Yunguyo	733	41,379	1,506	267
Manuel Nuñez Butrón (Puno)	7,538	54,806	15,118	2,480
Carlos Monge Medrano (Juliaca)	7,448	62,172	14,793	3,736