

Medición de la Eficiencia y productividad de la Red de Servicio de Salud, del SILAIS Carazo, 2010-2011, mediante la metodología Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Ricardo José Canales Salinas  
Depto. Economía, Facultad de  
Ciencias Económicas, UNAN-Managua  
[ricardocanales59@yahoo.es](mailto:ricardocanales59@yahoo.es)

.....  
Fecha recepción: marzo 5 del 2014  
Fecha aceptación: abril 15 del 2014

Palabras claves: Análisis envolvente  
de datos, eficiencia técnica, Puesto de  
Salud, Centro de Salud

Key words: Data Envelopment  
Analysis, technical efficiency, health  
post, health center

ISSN: 2308 – 782X



Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas  
<http://revistacienciaseconomicas.unan.edu.ni>  
[revistacienciaseconomicas@gmail.com](mailto:revistacienciaseconomicas@gmail.com)  
[revistarucfa@unan.edu.ni](mailto:revistarucfa@unan.edu.ni)

## Resumen

El presente ensayo tiene por finalidad analizar comparativamente la eficiencia técnica de la red de servicios de salud del SILAIS Carazo, mediante la técnica de análisis envolvente de datos. Esta técnica permite conocer que unidades de servicios de salud eficientes se toman de referencia para aquellas unidades ineficientes y las mejoras potenciales que deben llevar

cada unidad ineficiente, o sea, en qué proporción deben reducir sus insumos o bien aumentar su producto para alcanzar la eficiencia. Se medirá la eficiencia técnica relativa. Para determinar si hay cambio tecnológico en el periodo seleccionado se estimara el índice de Malmquist. En el periodo analizado las unidades de servicios de salud que ha mostrado eficiencia técnica son San Marcos y el Rosario, el centro de salud que ha mostrado problemas de eficiencia es la Paz de Carazo.

## Abstract

This essay aims to comparatively analyze the technical efficiency of the network of health services SILAIS Carazo, using the technique of data envelopment analysis. This technique allows us to know that drives efficient health services are made reference to those inefficient units and potential improvements to be carried each inefficient unit, that is, in proportion to their inputs should reduce or increase their product to achieve efficiency. Relative technical efficiency is measured. To determine whether technological change in this period Malmquist index is upheld. In the analyzed period the health care units has shown that technical efficiency are San Marcos and Rosario, the health center has shown that efficiency problems is the Paz de Carazo

## Introducción

La evaluación de la eficiencia de las Unidades de Servicios de Salud es una prioridad para el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional y para los responsables de los Centros y Puestos sanitarios, tanto a nivel nacional como municipal. La realización de una gestión eficiente requiere la identificación de los productos y recursos consumidos, paso previo para garantizar la calidad de estos servicios.

En contextos de gestión sanitaria se han utilizado distintas técnicas para evaluar la Eficiencia de los centros de salud. Una de estas técnicas, de reciente difusión, es el denominado Análisis Envolvente de Datos o DEA (iniciales de Data Envelopment Analysis). Esta metodología fue introducida hace algunos años (Charnes, 1981) como una medida de eficiencia en unidades de actividad cuyas operaciones se caracterizan por tener tanto sus entradas (inputs) como sus salidas (outputs) multidimensionales.

Es una técnica que se apoya en la suposición de que la eficiencia de una institución se puede medir como el cociente entre una combinación lineal de los productos (outputs) de los servicios y una combinación lineal de las entradas (inputs)

La justificación para el empleo del DEA en el sector salud se justifica: por un lado los múltiples inputs y outputs de las unidades de servicios de salud tienen cabida con el DEA. Por otro lado, las técnicas alternativas (análisis ratio, análisis de regresión) son menos seguras y definitivas en su capacidad para identificar ineficiencias relativas en unidades de salud. Diversos autores Arévalo y Arévalo (2006), García & et al (2011), Madueño & Sanabria (2003), Masiye (2007), Rizzi & Rebba (2006), entre otros han aplicado métodos similares en hospitales.

El presente estudio es de tipo descriptivo, retrospectivo y transversal.

Para el desarrollo de la investigación se tomó como referencia la Red de Servicios del Primer Nivel de Salud del SILAIS de Carazo, los datos correspondientes al 2010-2011, fueron proporcionados por el Ministerio de Salud de Nicaragua (MINSA) y la dirección del SILAIS Carazo. Se seleccionaron los ocho municipios, las que están constituidas por ocho Centros de Salud y 22 Puestos de Salud.

Para la medición de la eficiencia relativa de los Servicios de salud se aplicó la técnica denominada Análisis Envolvente de Datos (DEA). El DEA es una técnica no Paramétrica, determinística, que recurre a la Programación Matemáticas.

La Eficiencia técnica (ET), es la medición de la eficiencia de una unidad de servicio de salud bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala. Este tiene dos componentes la eficiencia técnica pura (ETP) y la eficiencia de escala (EE):

$$ET = ETP * EE$$

La eficiencia técnica pura, es la medición de la eficiencia de una unidad de servicio de salud bajo el supuesto de rendimientos variables a escala, este puede operar ya sea con rendimiento creciente o decreciente a escala.

Un Centro de Salud puede ser eficiente bajo rendimiento variables a escala pero ineficiente bajo rendimientos constante de escala, cuando esto ocurre el índice de eficiencia a escala es menor a la unidad. Cuando el índice de eficiencia técnica es igual a la unidad, el ETP y EE son igual también a la unidad.

Existen dos modelos básicos que permiten medir la frontera eficiente según el tipo de retorno de escala se defina.

Modelo CCR (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978): Frontera eficiente con rendimientos constantes a escala – Eficiencias relativas. El modelo CCR proporciona medidas de eficiencia radial, orientados a inputs u outputs. El modelo DEA CCR puede escribirse en términos generales, de tres formas distintas: Fraccional, multiplicativa y envolvente, para una breve descripción ver Coll y Blasco (2006)

Para la medición de la eficiencia técnica global se utilizara el modelo-CCR, con orientación input. Obtenemos la eficiencia técnica  $\theta^*$  por cada unidad  $j = 1, 2, \dots, n$  resolviendo el siguiente problema de programación lineal (solución de dos etapas):

$$\begin{aligned} & \text{Min } \left\{ \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \right\} \\ & \text{Sujeto a :} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} = \theta x_{r_0} - S_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} = y_{r_0} + S_r^+ \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \lambda_j S_r^+ S_i^- \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Modelo BCC (Banker, Charnes y Cooper, 1984): permite medir la eficiencia bajo rendimientos variable a escala: Este modelo es una extensión del modelo CCR. Se agrega una restricción de convexidad al modelo CCR, dicha restricción es:  $\sum \lambda_i = 1$ . Esta modificación permite descomponer la eficiencia en dos: eficiencia pura y eficiencia de escala.

Para la medición de la eficiencia técnica pura se utilizara el modelo-BCC, orientación input. Obtenemos la eficiencia técnica  $\theta^*$  por cada unidad  $j = 1, 2, \dots, n$  resolviendo el siguiente problema de programación lineal (solución de dos etapas):

$$\begin{aligned} & \text{Min } \left\{ \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \right\} \\ & \text{Sujeto a :} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} = \theta x_{r0} - S_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} = y_{r0} + S_r^+ \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j, S_r^+, S_i^- \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Este modelo permitirá alcanzar la condición de optimalidad de Pareto-Koopmans.

En la función objetivo “ $\varepsilon$ ” es un valor positivo pequeño (0.0000001) elegido con el fin de que no otorgue peso cero a ninguno de los Inputs y Outputs. El valor estimado de “ $\theta$ ” denota la puntuación de eficiencia técnica de la unidad de servicio de salud. Si en la solución óptima del modelo se obtiene un  $\theta=1$ , entonces la unidad de servicio de salud que está siendo evaluada es eficiente, de acuerdo a la definición de Farrell (1957), en relación con las otras unidades de servicio de salud, puesto que no es posible encontrar otra unidad de servicio de salud que obtenga al menos el Output de la unidad de servicio de salud evaluada. En caso contrario la unidad de servicio de salud es ineficiente, o sea, si  $\theta < 1$ , en este caso será posible determinar valores de  $\lambda_j$  que permitan obtener combinaciones de unidades de servicio salud que “funcione mejor” que la unidad de servicio de salud que ha sido evaluada. La variable “x” representa los inputs “i” de la unidad “j”. La variable “y” es la cantidad de output “r” de la unidad “j”. La variable de holgura del input “ $S_i^-$ ” indica la cantidad que debe de reducirse el input “i” de la unidad evaluada para alcanzar la eficiencia y para el output es “ $S_r^+$ ”, la cantidad que debe de aumentar el output “r” de la unidad evaluada para ser eficiente.

Para la solución del modelo se definieron tres variables inputs: número de médicos generales, personal de enfermería y el gasto operativo. Y dos variables output: número de consultas médicas y número de recetas entregadas. El detalle de los datos se indica en el anexo No. 1. Para el cálculo del índice de eficiencia se aplicó el XIDEA 2.0, es un complemento para MS EXCEL. La versión libre puede descargarse en [www.download25.com](http://www.download25.com).

Con el transcurso del tiempo las unidades de servicios de salud pueden experimentar cambio en la productividad (mejora eficiencia) o bien aplicar nuevas técnicas que permitan mejorar la productividad. El índice de productividad de Malmquist permite evaluar la evolución de la productividad, el cual puede ser expresado de la siguiente manera de acuerdo a sus desarrolladores Caves, Christensen y Diewert (1982)

$$IPM_{CCD}^t = \frac{D_t^t(X_t, Y_t)}{D_t^t(X_{t+1}, Y_{t+1})}$$

Si  $IPM=1$  indicaría que no hubo cambio de productividad en la unidad de servicio de salud evaluada entre el periodo  $t$  y  $t+1$ , si  $IPM>1$ , implica un aumento en la productividad y si  $IPM<1$  disminuyo la productividad.

Descomposición del IPM de Fare, grosskopf, Lindgren y Ross (1989), al considerar rendimientos constantes a escala, permite evaluar si el cambio de productividad se debe a un cambio en la eficiencia técnica o a un cambio tecnológico.

El  $IPM_{FGLR}$  puede calcularse de la siguiente manera:

$$IPM_{FGLR}^t = \frac{D_t^t(X_t, Y_t)}{D_t^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})} * \left[ \frac{D_t^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_t^{t+1}(X_t, Y_t)}{D_t^t(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_t^t(X_t, Y_t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

donde

$$\frac{D_t^t(X_t, Y_t)}{D_t^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})} \text{ mide el cambio eficiencia tecnica entre } t \text{ y } t+1$$

$$\left[ \frac{D_t^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_t^{t+1}(X_t, Y_t)}{D_t^t(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_t^t(X_t, Y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ mide el cambio tecnologico}$$

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas  
Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua  
Medición de la Eficiencia y productividad de la Red de Servicio de Salud, del SILAIS Carazo,  
2010-2011, mediante la metodología Análisis Envolvente de Datos (DEA)  
Mediante la elaboración de un modelo de programación lineal cuya solución óptima se  
realizó con Solver de Excel, se obtuvo el índice de productividad de Malmquist y sus  
componentes Cambio de Eficiencia y Cambio Tecnológico.

## Resumen y Discusión

El SILAIS Carazo está localizado en la sub-región del pacífico sur, ocupando el territorio comprendido entre el istmo de Rivas y el departamento de Managua. Está dividido en 8 Municipios con un total de 186,898 habitantes (3.1% de la población del país), distribuidos en 1081.5 Km<sup>2</sup>, para una densidad poblacional de 172.8 habitantes por km<sup>2</sup>. El 57.3 % de la población vive en áreas urbanas y el 42.7% en las zonas rurales y los mayores porcentajes de la población se concentran en cuatro municipios: Diriamba (33.5%), Jinotepe (27.2%), San Marcos (16.9%) y Santa Teresa (9.5%).

Como promedio departamental a cada unidad le corresponden 38.6 km<sup>2</sup>, (114.5 km<sup>2</sup> a nivel nacional). A cada unidad le corresponden, como promedio, 6,386 habitantes (5,102 a nivel nacional). Los 8 Centros de Salud atienden el 61.8% de la población general y los 22 Puestos de Salud atienden el restante 38.4%. Se ha encontrado que los Centros y Puestos de salud atienden alguna población asignada a otra unidad, esto debido por la cercanía, la facilidad de transporte o bien por más recursos y la demanda de atención de esta población es por la misma causa, originando esto que algunos Centros y Puestos de Salud atienden a una población mayor a la asignada.

Los Centros de Salud tienen en promedio una extensión entre 190-860 m<sup>2</sup>, y los Puestos de salud su tamaño medio es de 100-190 m<sup>2</sup>. Algunos Puestos de Salud son muy pequeños, que no permiten brindar una atención con la debida privacidad y calidad.

Para el año 2010 las unidades de servicios de salud que están operando con eficiencia técnica pura son: San Marcos, Dolores, Jinotepe, El Rosario, Santa Teresa

y la Conquista. De estos los que no están operando a una escala óptima son las unidades de salud de Dolores, Jinotepe y La Conquista, sus respectivos índices de escala es inferior a la unidad. Resultaron con problemas de eficiencia las unidades de servicios de salud de Diriamba y la Paz de Carazo.

El cuadro No. 1, muestra los valores objetivos para la mejora de la eficiencia y productividad de las unidades de servicios de salud de Diriamba y La Paz de Carazo, para el año 2010.

Para que las unidades de salud puedan mejorar su eficiencia deben de ubicarse en la frontera de producción de rendimientos variables, para el caso de Diriamba debe operar con rendimientos decrecientes, para ello debe incrementar el número de recetas entregadas en un 29% y reducir el personal médico general en un 16%, el personal de enfermería en 43% y los gastos operativos en 41.6%. Mientras que La Paz de Carazo debe operar con rendimientos crecientes, para ello debe de incrementar en un 10% las consultas médicas y 8% las recetas entregadas y reducir el personal médico general en un 20%, el personal de enfermería en 22% y los gastos operativos en 19%.



Valores Objetivos y observados de las unidades de servicios de salud no eficientes

Unidades Servicio de Salud	Inputs			Outputs	
	Médicos General	Enfermeras	Gastos Operativos	Consultas Medicas	Recetas Entregadas
Valores observados en el 2010					
Diriamba	7	28	308,573	48,462	163,891
Valores objetivos basado en rendimiento decrecientes a escala					
Diriamba	5.9	15.9	180,092	48,462	211,803
Variación %	-16%	-43%	-41.6%	0%	29%
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
Diriamba	4.8	19.0	177,899	48,462	177,477
Variación %	-32%	-32%	-42.3%	0%	8%
Valores observados en el 2010					
La Paz de Carazo	2	9	64,678	12,976	36,922
Valores objetivos basado en rendimiento crecientes a escala					
La Paz de Carazo	1.6	7	52,433	14,333	39,953
Variación %	-20%	-22%	-19%	10%	8%
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
La Paz de Carazo	1.4	6.1	44,040	12,976	39,093
Variación %	-32%	-32%	-32%	0%	6%

Fuente: Elaboración propia, solución óptima del modelo

Mejora de la eficiencia bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, para el caso de Diriamba, deberá incrementar el número de recetas entregadas solo un 8% y reducir el personal médico general y de enfermería en 32% y los gastos operativos en 42.3%. Mientras que La Paz de Carazo deberá de incrementar solo un 6% las recetas entregadas y reducir el personal médico general y enfermería y los gastos operativos en un 32%.

Podemos notar que la reducción de los inputs es mayor para el caso de rendimientos constante a escala, si bien, cada unidad de servicio de salud mejora su eficiencia operando bajo el supuesto de rendimientos variables, Diriamba es eficiente operando con rendimientos decrecientes y La Paz de Carazo con rendimientos crecientes. Ambas unidades de servicio de salud siendo eficiente con rendimientos variables,

aún pueden mejorar en productividad si estas operaran bajo el supuesto de rendimientos constante, esto significa, determinar el nivel mínimo de input (recursos) que permite maximizar la productividad.

Para el caso de las unidades de servicios que están operando eficientemente bajo rendimiento variables a escala (Dolores, Jinotepe y La Conquista), pueden mejorar en productividad

El cuadro No. 2, muestra los valores objetivos para la mejora en productividad y operar en escala óptima para las unidades de servicios de salud de Dolores, Jinotepe y La Conquista, para el año 2010.

Para que las unidades de salud puedan mejorar su productividad y operar en escala óptima, deben ubicarse en la frontera de producción de rendimientos constante, para el caso de Dolores debe incrementar el número de recetas entregadas en un 20% y reducir el personal médico general en un 54%, el personal de enfermería en 19% y los gastos operativos en 18.7%. Mientras que Jinotepe debe incrementar en un 46% las recetas entregadas y reducir el personal médico general en un 39%, el personal de enfermería y los gastos operativos en 21%. La Conquista debe incrementar 6% el número de recetas entregadas y reducir el personal médico general y enfermería un 16% y los gastos operativos 42.5%.

Cuadro No. 2: Valores Objetivos y observados de las unidades de servicios de salud para la mejora en productividad y operar en escala optima

Unidades Servicio de Salud	Inputs			Outputs	
	Médicos General	Enfermeras	Gastos Operativos	Consultas Medicas	Recetas Entregadas
Valores observados en el 2010					
Dolores	4	7	47,042	12,185	34,035
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
Dolores	1.9	5.7	38,258	12,185	41,006
Variación %	-54%	-19%	-18.7%	0%	20%
Valores observados en el 2010					
Jinotepe	12	26	246,370	55,031	152,393
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
Jinotepe	7.29	20.51	194,330	55,031	222,926
Variación %	-39%	-21%	-21.1%	0%	46%
Valores observados en el 2010					
La Conquista	1	5	62,890	9,917	30,887
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
La Conquista	0.84	4.21	36,170	9,917	32,655
Variación %	-16%	-16%	-42.5%	0%	6%

Fuente: Elaboración propia, solución óptima del modelo

Para el año 2011 mantuvieron sus niveles de eficiencia Pura los Centros de Salud de San Marcos y el Rosario. Mejoro su eficiencia el Centro de salud de Diriamba. Dejo de ser eficiente el Centro de Salud de Santa Teresa y continúa siendo ineficiente La Paz de Carazo.

El cuadro No. 3, muestra los valores objetivos para la mejora de la eficiencia y productividad de las unidades de servicios de salud de La Paz de Carazo y Santa Teresa, para el año 2011.

Para que las unidades de salud puedan mejorar su eficiencia deben de ubicarse en la frontera de producción de rendimientos crecientes a escala, para el caso de La Paz de Carazo debe incrementar el número de recetas entregadas en un 5% y las consultas médicas en 4%, reducir el personal médico general y enfermería en un

31% y los gastos operativos en 79.2%. Mientras que Santa Teresa debe de incrementar en un 19% las recetas entregadas y reducir el personal médico general en un 18%, el personal de enfermería y los gastos operativos en 29%.

Cuadro No. 3

Valores Objetivos y observados de las unidades de servicios de salud no eficientes

Unidades Servicio de Salud	Inputs			Outputs	
	Médicos General	Enfermeras	Gastos Operativos	Consultas Medicas	Recetas Entregadas
Valores observados en el 2011					
La Paz de Carazo	3	10	267,739	13,507	41,529
Valores objetivos basado en rendimiento crecientes a escala					
La Paz de Carazo	2.07	6.89	55,642	13,984	43,560
Variación %	-31%	-31%	-79.2%	4%	5%
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
La Paz de Carazo	1.8	6.4	51,591	13,507	43,947
Variación %	-39%	-36%	-80.7%	0%	6%
Valores observados en el 2011					
Santa Teresa	4	16	267,739	28,236	91,610
Valores objetivos basado en rendimiento crecientes a escala					
Santa Teresa	3.29	11.3	189,829	28,236	108,904
Variación %	-18%	-29%	-29%	0%	19%
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
Santa Teresa	3.2	10.8	210,969	28,236	113,296
Variación %	-21%	-33%	-21%	0%	24%

Fuente: Elaboración propia, solución óptima del modelo

Ambas unidades de servicio de salud siendo eficiente con rendimientos creciente, aún pueden mejorar en productividad si estas operaran bajo el supuesto de rendimientos constante. Mejora de la eficiencia bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, para el caso de Santa Tersa, deberá incrementar el número de recetas entregadas solo un 24% y reducir el personal médico general y los gastos operativos en 21% y personal de enfermería en 33%. Mientras que La Paz de Carazo deberá de incrementar solo un 6% las recetas entregadas y reducir el personal médico general en un 39%, personal de enfermería en 36% y los gastos operativos en un 80.7%.

Para el caso de las unidades de servicios que están operando eficientemente bajo rendimiento variables a escala (Diriamba, Dolores, Jinotepe y La Conquista), pueden mejorar en productividad

El cuadro No. 4, muestra los valores objetivos para la mejora en productividad y operar en escala óptima para las unidades de servicios de salud de Diriamba, Dolores, Jinotepe y La Conquista, para el año 2011.

Para que las unidades de salud puedan mejorar su productividad y operar en escala optima, deben de ubicarse en la frontera de producción de rendimientos constante, para el caso de Diriamba debe incrementar el número de recetas entregadas en un 22% y reducir el personal médico y gasto operativo en 15% y personal enfermería en 27%. Dolores debe incrementar el número de recetas entregadas en un 24% y reducir el personal médico general en un 60%, el personal de enfermería en 19% y los gastos operativos en 15%. Mientras que Jinotepe debe de incrementar en un 1% las recetas entregadas y reducir el personal médico general en un 43%, el personal de enfermería y los gastos operativos en 15%. La Conquista debe incrementar 37% el número de recetas entregadas y reducir el personal médico general en 52%, enfermería un 34% y los gastos operativos 64.3%.

Cuadro No. 4: Valores Objetivos y observados de las unidades de servicios de salud para la mejora en productividad y operar en escala optima

Unidades Servicio de Salud	Inputs			Outputs	
	Médicos General	Enfermeras	Gastos Operativos	Consultas Medicas	Recetas Entregadas
Valores observados en el 2011					
Diriamba	7	28	401570	51033	160490
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
Diriamba	5.96	20.46	341637	51033	196528
Variación %	-15%	-27%	-14.9%	0%	22%
Valores observados en el 2011					
Dolores	4	7	44,426	11,631	29,502
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
Dolores	1.6	5.7	37,818	11,631	36,470
Variación %	-60%	-19%	-14.9%	0%	24%
Valores observados en el 2011					
Jinotepe	12	28	192,206	48,979	152,729
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
Jinotepe	6.79	23.76	163,087	48,979	154,375
Variación %	-43%	-15%	-15.1%	0%	1%
Valores observados en el 2011					
La Conquista	2	5	206,724	9,071	27,410
Valores objetivos basado en rendimiento constante a escala					
La Conquista	0.97	3.31	73,858	9,071	37,661
Variación %	-52%	-34%	-64.3%	0%	37%

Fuente: Elaboración propia, solución óptima del modelo

El cuadro No. 5, muestra la medición del cambio productivo y tecnológico que influyen en el cambio de productividad a lo largo del tiempo.

Al analizar la evolución de la productividad entre 2011 y 2010 mediante el índice de productividad de Malmquist, se observa que Diriamba es el único que ha experimentado un crecimiento del 2% en su productividad, este aumento de la productividad se debe a una mejora del 25.5% de su eficiencia técnica, pero queda con débil desempeño en la gestión de

Medición de la Eficiencia y productividad de la Red de Servicio de Salud, del SILAIS Carazo, 2010-2011, mediante la metodología Análisis Envolvente de Datos (DEA) su proceso productivo, ya que presento un deterioro del 18.7%, según el índice de cambio tecnológico.

Cuadro No. 5: Medición Cambio Productivo y Tecnológico

Unidad Servicio Salud	Cambio Eficiencia Técnica (CET)	(CT) Cambio Tecnológico	Índice Productividad Malmquist FGLR
San Marcos	1.00000	0.86279	0.86279
Diriamba	1.25494	0.81224	1.01931
Dolores	1.04667	0.95232	0.99676
Jinotepe	1.07572	0.87808	0.94457
El Rosario	1.00000	0.74561	0.74561
La Paz de Carazo	0.93790	0.84183	0.78955
Santa Teresa	0.78797	0.88109	0.69427
La Conquista	0.78537	0.81961	0.64370

Fuente: Elaboración propia, solución del modelo con Solver de Excel

Las unidades de servicios de salud de Dolores y Jinotepe mostraron una mejora en su eficiencia técnica del 4.6% y 7.5% respectivamente, pero se quedan rezagado con respecto al proceso de modernización tecnológica, lo que le conllevan a una reducción de la productividad. La Paz de Carazo, Santa Teresa y La Conquista experimentaron caída en su productividad, producto de la disminución de sus eficiencias técnicas y deterioro del proceso tecnológico.

Para las unidades de servicio de salud de San Marcos y El Rosario, la caída de su productividad en 13.7% y 25.4% respectivamente, se debió principalmente a un deterioro de su gestión del proceso tecnológico.

Una mejora de la gestión del proceso tecnológico, significa que la unidad de servicio de salud, ha sabido gestionar adecuadamente sus recursos humano y monetario, han diseñado nuevas técnicas de atención al público.

## Conclusiones

La metodología adopta para medir el nivel de eficiencia como es la técnica DEA permitió una primera aproximación al conocimiento de la situación de eficiencia de las unidades de servicio de primer nivel de salud del SILAIS Carazo.

El análisis DEA como herramienta para medir eficiencia y evaluar resultados de gestión, permite conocer aquellas unidades que realizan la mejor asignación de sus recursos en comparación al resto de la muestra.

Cuando una unidad de servicio de salud es evaluada por el modelo DEA como ineficiente, esto significa que dicha unidad de salud, no es capaz de obtener la máxima producción con los recursos disponibles, o bien tienen capacidad instalada ociosa o no utilizada su máxima eficiencia.

Los resultados derivados del modelo nos permiten concluir que en general la Red de Servicio de Salud, del SILAIS Carazo ha hecho uso eficiente de los recursos.

En particular se debe dar atención a la unidad de servicio de salud de La Paz de Carazo, que en el periodo analizado mostro un menor desempeño en la utilización de recursos.

También hay que dar atención a la gestión del proceso tecnológico que en términos generales en el periodo analizado se observó un deterioro del progreso técnico

Para finalizar damos gracias al Ministerio de salud por apoyar el estudio y al director del SILAIS Carazo Dr. Roberto Vásquez por su amabilidad de brindar información y sugerencias sobre el trabajo.



Bibliografía.

Arévalo Palma G. & Arévalo Palma (2006). Análisis de la eficiencia utilizando Análisis Envolvente de Datos y Frontera Estocástica, aplicación a los Centros de Salud de Concepción y alrededores. Universidad del Bio-Bio. Facultad de Ingeniería. Pag. 211.

Banker, Charnes y Cooper (1984). Some Models for estimating technical and scale efficiencies in DEA. *Management Sciences*, 30(9), pp. 1078-92.

Caves, Christensen y Diewert (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica*, Vol. 50. No. 6. Pp 1393-1414

Charnes (1981). Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follows through. *Management science*, 27(6), pp. 668-97-

Charnes, Cooper y Rhodes (1978). Measuring the efficiency of decision making unit. *European journal of operational research*. Vol. 2, pp. 429-444.

Coll V. y Blasco O. (2006). Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos. Introducción a los modelos básicos. Pp. 175

David, B.E., A. Tandon, J. L. Murray and A.L. Jeremy (2001): Comparative efficiency of national health systems: cross national econometric analysis. *BMJ*. ,323,307-10.

Farrell (1957). The measurement or productivite efficiency. *Journal of the Royal statistical Society. Serie A*. Vol. 120, No. 3. Pp. 253-290.

Fare, grosskopf, Lindgren y Ross (1989). Measuring School district Performance. *Public Finance quarterly*. Vol. 17, No. 4. Pp. 409-428.

García Rodríguez, J.F & García, A. & Rodríguez, G.A. & Chaviano, M & Gálvez A.M (2011). Experiencia de aproximación a la eficiencia técnica de unidades médicas prestadoras de servicios de Salud en México y Cuba. Aplicación del Análisis Envolvente de Datos. Revista Investigación Operacional Vol. 32, No.. 123-132, 2011.

García Rodríguez, J.F. & Tejero Vera A. (2003): El Programa del Seguro Popular de Salud en México. Un análisis económico. Revista Salud en Tabasco, 9, 179-180.

Ligarda J. & Ñaccha M. (2006). La eficiencia de las organizaciones de salud a través del análisis envolvente de datos. Microrredes de la Dirección de Salud IV Lima Este 2003. Anales de la Facultad de Medicina, ISSN 1025-5583 Pp. 142-151.

Madueño Dávila, M. y C. Sanabria Montañez (2003): Estudio de oferta de los servicios de salud en el Perú y el análisis de brechas (2003-2020): Agency for International Development (USAID), Bethesda, Maryland, U.S.

Masiye, F. (2007): Investigating health system performance: An application of data envelopment analysis to Zambian hospitals. BioMed Central Health Services Research, 7-58.

Disponible en: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1472-6963-7-58.pdf>

Rizzi, D. and V. Rebba (2006): Measuring Hospital Efficiency through Data Envelopment Analysis when Policy-makers' Preferences Matter. An Application to a sample of Italian NHS hospitals. University Of Venice Ca' Foscari.

Disponible en: [http://ideas.repec.org/p/ven/wpaper/2006\\_13.html](http://ideas.repec.org/p/ven/wpaper/2006_13.html)

Anexos

Anexo no. 1: Centros de Salud del SILAIS Carazo, periodo 2010-2011						
2010		Inputs			Outputs	
	Centro de Salud	Médicos General	Personal de Enfermería	Gastos Operativos	Consultas Medicas	Recetas Entregadas
1	San Marcos	6	16	181,322	48,789	213,462
2	Diriamba	7	28	308,573	48,462	163,891
3	Dolores	4	7	47,042	12,185	34,035
4	Jinotepe	12	26	246,370	55,031	152,393
5	El Rosario	1	7	53,841	14,894	41,499
6	La Paz de Carazo	2	9	64,678	12,976	36,922
7	Santa Teresa	5	16	86,768	30,155	87,623
8	La Conquista	1	5	62,890	9,917	30,887

2011		Inputs			Outputs	
	Centro de Salud	Médicos General	Personal de Enfermería	Gastos Operativos	Consultas Medicas	Recetas Entregadas
1	San Marcos	5	17	379,581	46,619	193,553
2	Diriamba	7	28	401,570	51,033	160,490
3	Dolores	4	7	44,426	11,631	29,502
4	Jinotepe	12	28	192,206	48,979	152,729
5	El Rosario	2	7	46,733	14,373	45,068
6	La Paz de Carazo	3	10	80,785	13,507	41,529
7	Santa Teresa	4	16	267,739	28,236	91,610
8	La Conquista	2	5	206,724	9,071	27,410

Fuente: MINSa, SILAIS Carazo

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas  
 Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua  
 Medición de la Eficiencia y productividad de la Red de Servicio de Salud, del SILAIS Carazo,  
 2010-2011, mediante la metodología Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Anexo No. 2: Estimación del índice de eficiencia de los Centros de Salud de Carazo, 2010-2011

2010	Eficiencia Técnica Pura	Eficiencia Escala	Eficiencia Técnica	Rendimiento a Escala
San Marcos	1.0000	1.0000	1.0000	constant
Diriamba	0.8503	0.7973	0.6779	decreasing
Dolores	1.0000	0.8133	0.8133	increasing
Jinotepe	1.0000	0.7888	0.7888	decreasing
El Rosario	1.0000	1.0000	1.0000	constant
La Paz de Carazo	0.8107	0.8399	0.6809	increasing
Santa Teresa	1.0000	1.0000	1.0000	constant
La Conquista	1.0000	0.8424	0.8424	increasing
2011	Eficiencia Técnica Pura	Eficiencia Escala	Eficiencia Técnica	Rendimiento a Escala
San Marcos	1.0000	1.0000	1.0000	constant
Diriamba	1.0000	0.8508	0.8508	decreasing
Dolores	1.0000	0.8512	0.8512	increasing
Jinotepe	1.0000	0.8485	0.8485	decreasing
El Rosario	1.0000	1.0000	1.0000	constant
La Paz de Carazo	0.6888	0.9272	0.6386	increasing
Santa Teresa	0.8224	0.9581	0.7880	increasing
La Conquista	1.0000	0.6616	0.6616	increasing

Fuente: Elaboración propia