

---

# Medición de la eficiencia asignativa mediante el análisis envolvente de datos en los municipios de Bolivia: caso municipios de Potosí

## *Measurement of allocative efficiency using data envelopment analysis in municipalities of Bolivia: Municipalities of the Potosi District*

Dante Ayaviri Nina\*

vdayaviri@gmail.com

Gabith Miriam Quispe Fernández\*\*

email

### **Resumen**

El artículo presenta la aplicación del método Análisis Envolvente de Datos como una herramienta de análisis de la eficiencia asignativa en los municipios rurales del Departamento de Potosí, se considera esta región por constituirse una zona con altos índices de pobreza e inseguridad alimentaria, por lo que la orientación de los municipios deberían estar centradas en la ejecución de programas y proyectos de desarrollo local. La herramienta aplicada para la medición de la eficiencia, se constituye como un aporte importante en el ámbito de la administración pública en materia de administración y asignación de recursos financieros y el desarrollo local. La eficiencia de los municipios es analizada desde el punto de vista de la Ley de Descentralización Administrativa promulgada en la década de los noventa, se pretende por tanto, identificar aquellos municipios que están cumpliendo con los lineamientos de la mencionada Ley, que establece como principio y política, la administración y asignación eficiente de los recursos financieros en su Distrito. Así también, se recogen los principales resultados del análisis y se formulan algunas directrices que podrían ayudar en la mejora de la gestión municipal y la administración de los recursos financieros en los programas y proyectos de inversión productiva y social.

**Palabras clave:** Análisis Envolvente de Datos, eficiencia asignativa, Descentralización Administrativa, municipios.

### **Abstract**

The article describes the application of the Data Envelopment Analysis as an analytical tool of the allocative efficiency in the rural municipalities of the Potosí district. This region consists of the areas that are considered to have high indexes of poverty and food insecurity, thus the orientation of the municipalities must be focused on the execution of programs and projects that involve local development. The tool that has been used to measure the efficiency is considered to be an important contribution to the public administration sector in terms of administration and allocation of financial resources and local development. The efficiency of municipalities is analyzed from the perspective of Administrative Decentralization Law enacted in 1990s. It aims to identify the municipalities that fulfill the requirements of this Law, which establishes, as a principle and a policy, the efficient administration and allocation of financial resources in each District. Also, key results will be collected and some guidelines will be established, aimed at the improvement of municipal management and administration of financial resources in programs and projects dedicated to social and productive investments.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis, allocative efficiency, Administrative Decentralization, municipalities.

---

\* Doctor en Ciencias Económicas, Universidad Autónoma de Madrid. Maestría en Proyectos y Gestión Sostenible, Universidad Politécnica de Madrid, España. Maestría en Administración de Empresas, Universidad Arturo Prat de la República de Chile. Su experiencia laboral ha desarrollado en el ámbito de las Organizaciones No Gubernamentales, y actualmente está desarrollando una investigación en la especialidad de empresas en el Centro de Desarrollo Regional y Local.

\*\* Doctora en Desarrollo Económico, Universidad Autónoma de Madrid. Maestría en Evaluación de Programas y Políticas Públicas, Universidad Complutense de Madrid. Docente Universidad Técnica de Oruro. Ha realizado diversas investigaciones en el ámbito de las ciencias del desarrollo y empresariales.

## **Introducción**

En la década del noventa, en Bolivia se dieron reformas orientadas a crear nuevas condiciones legales para la modernización del Estado, de sus relaciones con la sociedad, de la distribución de los recursos, de desarrollo local y de articulación de las políticas sociales, una de ellas, fue la Ley Descentralización Administrativa (LDA) en los Departamentos y Municipios del territorio nacional. Con ella se establecieron las bases para una modernización de la administración estatal y a su vez, se despertaron expectativas para complementar y profundizar la transferencia de competencias en el ámbito municipal.

El proceso de Descentralización iniciado a través de la Ley de Participación Popular (LPP) a mediados de 1994 y su implementación a partir de enero de 1996, ha involucrado el traspaso y delegación de importantes funciones desde el nivel central al nivel municipal. Con la LPP, se da una delimitación jurisdiccional territorial de los Gobiernos Municipales a la sección de Provincia, ampliando sus competencias y transfiriéndoles la infraestructura física de educación, salud, deportes, caminos vecinales y microriego, con la obligación de administrarla (Calderón y Delgadillo, 2003). De esta forma, afirma (De La Fuente, 2004), que la LPP y la Ley de Descentralización Administrativa producen una municipalización del territorio, antes de la promulgación de la Ley, las áreas rurales no contaban con un poder local, actualmente tienen la referencia de un municipio, incluidos la población rural y les confieren nuevas competencias. (Campbell, 1994:33) sostiene que la puesta en marcha de ambas Leyes, especialmente la Ley de Descentralización Administrativa<sup>1</sup> “significa el equilibrio entre dos dimensiones de la eficiencia en la producción de servicios e infraestructura, y la mejora en cuanto a la asignación de recursos desde los Gobiernos Municipales, otorgando la relevancia en la capacidad institucional al nivel local”. Así, los municipios se constituyen en agentes del desarrollo local, con capacidad de gestión y respuesta a las necesidades de la población, que deben brindar respuesta de manera eficiente y efectiva a los problemas locales de un determinado territorio, donde las soluciones municipales deben plasmarse mediante políticas locales, (Quispe, 2009).

---

1. Uno de los objetivos de la Descentralización se concibe como el establecimiento de recursos económicos y financieros departamentales, y mejorar la eficiencia y la eficacia de la administración pública en la prestación de servicios en forma directa y cercana a la población. Desde el punto de vista social la descentralización, tanto en su versión municipal como departamental, se propone producir importantes impulsos de desarrollo local y la participación ciudadana. Con ello, se establece una nueva forma de ejercer el Gobierno en relación con las fuerzas sociales, tanto tradicionales como emergentes. Para mayor información consultar Ley 1654 de 28 de julio de 1995.

La Ley fue elaborada con la finalidad de buscar el desarrollo local de las comunidades y su población a partir de la planificación y ejecución de proyectos de desarrollo de los municipios. Sin embargo, se ejecutaron proyectos orientados a distintos sectores y no necesariamente alineados a las priorizaciones descritas en la Ley de Descentralización Administrativa (Galindo y Medina, 2000). Por otro lado, el proceso participativo normado por la LPP permite a la sociedad exigir una rendición de cuentas sobre el manejo eficiente de los recursos económicos, esto último no se practica en la mayoría de los municipios de Bolivia (Finot, 2003). Actualmente la población, organizaciones públicas y privadas manifiestan una preocupación creciente respecto al uso de los recursos financieros provenientes del Estado (canalizados por los municipios), particularmente en la asignación y administración de los recursos en los proyectos de desarrollo, por lo que es necesario medir la eficiencia asignativa en estas organizaciones.

Autores como (Finot, 2002) señala que, producto de la descentralización que se dio en países de América Latina, se esperaba que contribuyera en forma importante a suscitar una participación constructiva, a aumentar la eficiencia de la gestión pública y a lograr una mayor equidad territorial y social. Sin embargo, después de varios años de darse los procesos, los avances en participación son dispares, aún no se observan resultados concluyentes en cuanto a eficiencia en la administración de los recursos financieros. Si bien se ha logrado aumentar y mejorar la cobertura de servicios sociales -servicios básicos- pero a su vez, en algunos casos se acentuaron las diferencias interterritoriales, como resultado los sistemas de planificación y ejecución de proyectos no propiciaron la eficiencia en los Gobiernos Municipales (De La Fuente, 2004).

En consecuencia, existe la necesidad de abordar el estudio de la eficiencia respecto a la administración y asignación de los recursos financieros en los municipios. Al respecto, autores como (Athanasopoulos y Triantis, 1998; Afonso y Fernandes, 2005; De Borger y Kerstens, 1996; Herrera y Málaga, 2007) señalan que la medición de la eficiencia en la administración pública, particularmente en los municipios, alcanza una especial importancia por el papel que juegan en el desarrollo local, aunque con algún grado de dificultad cuando los estudios se realizan en distintos contextos (Worthington y Dollery, 2000). Así, a partir de los años noventa, en el intento de medir la eficiencia, se observa el surgimiento del indicador de gestión municipal, como una medida basada en los principios de economía, eficiencia y eficacia, como

lo describen (Prado y García, 2004; Afonso *et ál.*, 2003). Por otra parte, en la última década se realizaron investigaciones en el ámbito de la administración pública considerando los métodos paramétricos y no paramétricos (Prado y García, 2007; Herrera y Málaga, 2007).

En este contexto, el presente trabajo de investigación desarrolla un método de medida y lo valida en un caso de aplicación, la medición de la eficiencia asignativa<sup>2</sup> de los recursos financieros en los municipios del Departamento de Potosí, este elemento de análisis de gestión en la administración pública, facilita el uso y su aplicación en la mejora de los servicios a la población (Audit. Comisión, 1997 en Prado et. al., 2004). Asimismo, se considera los criterios de eficiencia desde una perspectiva de la valoración de las intervenciones o acciones del municipio en materia de asignación presupuestaria a los programas y proyectos en su jurisdicción. El análisis de eficiencia en los municipios de Potosí toma como referencia, el análisis de frontera no paramétrica porque el método envuelve los datos observados y realiza una discriminación entre eficiencia e ineficiencia, y a su vez, se emplea para su medición el Análisis Envoltente de Datos (DEA), que tiene mayor aceptación en la medición de la eficiencia (Pinilla, 2001).

Por otra parte, conviene destacar que se toma en cuenta para el estudio, los 38 municipios del Departamento de Potosí ubicado al sudoeste de Bolivia (**ver anexo 1**), se considera esta región porque se constituye una zona con altos índices de pobreza (Banco Mundial, 2005) e inseguridad alimentaria (PMA, 2002; MACIA, 2003) razón por las que vienen desarrollando actividades varias ONGs con actuaciones en distintas áreas y especialidades. La información recopilada y analizada contempla el periodo 2005, por su disponibilidad en el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Se realiza un estudio desde el punto de vista de la organización y la Ley de Descentralización Administrativa que establece como norma, la búsqueda de la eficiencia en el uso y administración de los recursos financieros. En este contexto, el objetivo de la presente investigación se formula en los siguientes términos: Demostrar la utilidad del método Análisis Envoltente de Datos a través del análisis y medición de la eficiencia asignativa de los recursos financieros en los municipios de Potosí, Bolivia

Así, se formulan dos preguntas a las que se pretende dar respuesta: ¿cuán eficiente son los municipios respecto a la inversión en programas y proyectos

2.. Se aborda el estudio de la eficiencia asignativa porque a fecha de hoy no se realizaron trabajos en el ámbito de los municipios, orientados a la asignación de recursos financieros. Se puede observar algunos trabajos como por ejemplo (Herrera y Málaga, 2007) que estudia la eficiencia desde el punto de vista global y técnico; también existen otras investigaciones en el ámbito público que destacan otros enfoques.

productivos? y ¿cuán eficiente son los municipios respecto a la inversión en programas y proyectos sociales?. A partir de los resultados, se formulan algunas recomendaciones en función a la aplicación de la herramienta de medida para mejorar las actuaciones de los actores locales -municipio, comunidad, Estado y ONGs- en materia de planificación y ejecución de programas y proyectos. La metodología y el método aplicado representan aportes importantes en el ámbito del desarrollo local y administración pública, porque analiza la eficiencia en la asignación de recursos financieros a proyectos de desarrollo local; a su vez, el presente trabajo de investigación se constituye en una referencia para futuros trabajos de investigación.

## **2. Aspectos teóricos de la investigación.**

La metodología plantea las bases teóricas de la eficiencia y sus propias características del proceso de medición de la eficiencia en los municipios. En este epígrafe se presenta desde el punto de vista teórico la eficiencia municipal y por otro, los métodos de medición de la eficiencia en los municipios. Finalmente los aspectos metodológicos que comprende la aplicación del DEA en la medición.

### **- Eficiencia municipal**

Según (Pinilla, 2001:331) el análisis de la “eficiencia y la productividad tuvo su origen en los años cincuenta con los trabajos de Koopmas (1951), Debreu (1951), Shephard (1953), Farrell (1957). Sin embargo, su investigación formal tanto en términos analíticos como empíricos comenzó veinte años después con las contribuciones de Aigner et. al (1977), Charnes et. ál. (1978) y Caves et. ál. (1982)”. A fecha de hoy, la medición de la eficiencia en el sector privado y público se ha extendido, más en el primero que el segundo. En el ámbito de los municipios la eficiencia es un elemento importante tanto para la expansión de la producción, entendida como resultados en materia de ejecución de programas y proyectos en un periodo determinado y por otro, en la formulación de políticas coherentes con las necesidades reales del territorio (Herrera y Málaga, 2007). Por ello, el análisis de la eficiencia tiene una creciente importancia en el sector público.

Conceptualmente la eficiencia desde la perspectiva microeconómica se encuentra relacionada con la economía de la producción<sup>3</sup>, considerando para

---

3. La economía de la producción se encarga del estudio del mercado de los factores de producción y del mercado del producto. La economía de la producción brinda los criterios y herramientas para determinar las cantidades óptimas de producción y de demanda de recursos.

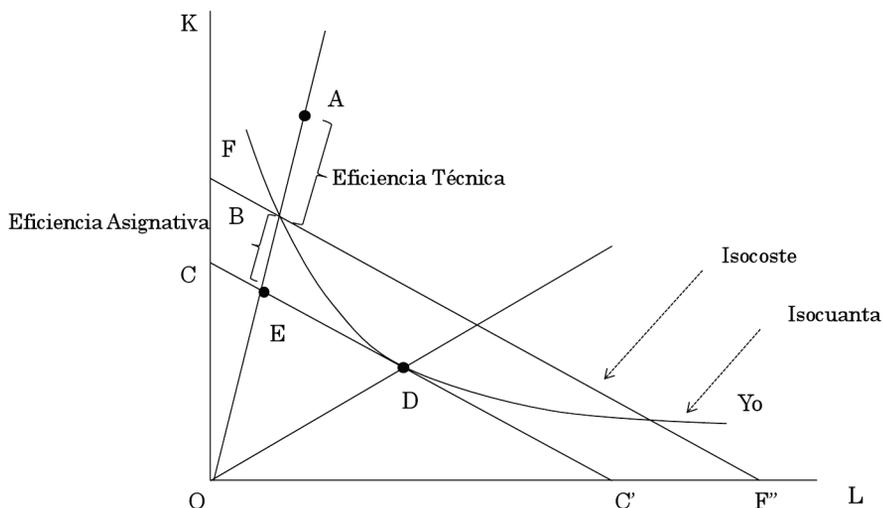
ello, el uso racional de los recursos disponibles, lo que permite calificar de eficiente a un proceso de producción, cuando se emplean los factores de producción de una manera óptima, dada una determinada tecnología. También en la literatura podemos encontrar diferentes definiciones de la eficiencia. Así por ejemplo la Intervención General de la Administración del Estado (IGAE, 1997:125), define la eficiencia “como el grado de optimización del resultado obtenido en relación con los recursos empleados”, La Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA, 1997:25) por su parte, señala que la eficiencia es “la relación existente entre los bienes y servicios consumidos y los bienes y servicios producidos; o, lo que es lo mismo, por los servicios prestados (outputs) en relación con los recursos empleados a tal efecto (inputs)”.

En el planteamiento inicial de la eficiencia, (Farrel, 1957) determina dos conceptos de eficiencia: 1) la eficiencia técnica (ET), que es la capacidad de una unidad económica para producir el máximo posible, dado en un conjunto de inputs y/o la habilidad de una organización de obtener el máximo nivel de producción con unos recursos dados, estos recursos pueden ser logístico, infraestructura y costes de operación en materia primas 2) la Eficiencia Asignativa (EA) que se refiere a la capacidad de una unidad económica para escoger un conjunto óptimo de inputs, dado los correspondientes precios, se trata de producir lo máximo a partir de una combinación de inputs, que con el mínimo coste se alcanzará un output determinado a unos precios establecidos (Athanasopoulos y Triantis, 1998; Afonso y Fernandes, 2005). Por su parte, (Stiglitz, 2002) propone valorar las instituciones por lo que llama la eficiencia distributiva, que mide no solo los resultados que se obtienen, sino también la eficiencia con la que estos resultados se distribuyen en la comunidad. La eficiencia distributiva se alcanza cuando los recursos se distribuyen de tal forma que maximizan el bienestar de la sociedad. A partir de ello, se determina la eficiencia global o económica (EE), que consiste en el producto de la eficiencia técnica y la asignativa (Albi, 1992), como se puede observar en el **gráfico 1**:

En el caso de la eficiencia municipal, ésta es conocida como eficiencia productiva municipal (Athanasopoulos y Triantis, 1998; Loikkanen y Susilouto, 2005). La eficiencia productiva es la comparación entre los valores observados y los valores óptimos de insumos y productos, donde la relación se encuentra entre la cantidad del producto obtenido y su nivel máximo, dada una cantidad de insumo utilizado, (Albi, 1992; Athanasopoulos y Triantis,

## Gráfico 1

### Eficiencia técnica y asignativa



Fuente: Adaptado de (Albi, 1992)

1998; Herrera y Málaga, 2007). Así, según (Sampaio de Sousa y Stosic, 2003) la eficiencia productiva agrupa dos componentes: una puramente técnico - físico- y el segundo de tipo monetario -recursos financieros-. Por lo tanto, en el presente trabajo se contempla la eficiencia municipal como sinónimo de la eficiencia productiva municipal, dada las definiciones y aplicaciones realizadas en el ámbito de los municipios y que estos están ligados estrechamente en la búsqueda del desarrollo local. Conviene mencionar que la medición de la eficiencia en el ámbito de los municipios, es un proceso aún complejo en relación al sector privado, así lo señalan (Albi, 1992; Lovell, 2000; Afonso y Fernandes, 2005), debido a que el sector público se ve afectado por los objetivos públicos que son múltiples, complejos y en ocasiones difusos y no claramente definidos; aunque (Herrera y Málaga, 2007; Ayaviri, 2007) coinciden que la filosofía y actividad central, es la búsqueda del bienestar social a través de la implantación de programas y proyectos.

## - Métodos de medición para la eficiencia municipal

Los métodos de medición de la eficiencia han sido estudiados por varios autores (Lovell, 2000; Lovell y Schmidt, 1988; Pinilla, 2001; Prieto y Zofio, 2001) y coinciden que los métodos más utilizados son: el primero se refiere al análisis de coste – beneficio<sup>4</sup> y el segundo al análisis de la eficiencia en términos de output e inputs. Este último considera el difundido análisis de frontera, que estudia la eficiencia de una unidad respecto al mejor comportamiento de las unidades de la muestra que formarán parte de la frontera, donde las ineficiencias se encuentran por debajo de la frontera de producción o por encima de la frontera de coste (Afonso y Fernandes, 2005). Este tipo de análisis permite considerar varios inputs y outputs. El análisis de frontera adopta dos tipos de análisis, una paramétrica y otra no paramétrica:

### a) Frontera paramétrica

Según (Pinilla, 2001) es un método que requiere la especificación formal de la función de coste o beneficio. Esta característica viene relacionada con la econometría a través de la estimación; es decir, la frontera puede ser estimada económicamente, siempre y cuando se conozca a priori la función que relaciona las variables pertinentes. Según (Herrera y Francke, 2007) existen tres métodos paramétricos: 1) la Frontera Estocástica (FE) o frontera econométrica, que consiste en la estimación de una frontera del entorno<sup>5</sup>; 2) la Distribution Free Approach (DFA), este método no requiere una distribución de probabilidad específica para la ineficiencia. Se puede encontrar el promedio del término de error para cada entidad a través del tiempo utilizando datos de panel y 3) el método de la Frontera Gruesa (FG), consiste en asignar los individuos de la muestra en dos grupos, aquellos considerados más eficientes y los más ineficientes, estimándose posteriormente dos fronteras, una para cada grupo, y se comparan las diferencias entre ellas.

### b) Frontera no paramétrica

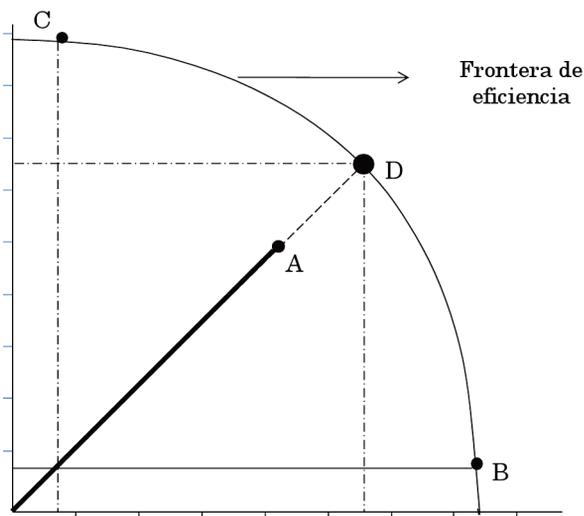
El análisis de frontera no paramétrica no requiere asumir una función de coste o beneficio. Se basa en un procedimiento básico, fundamentado en

4. El análisis coste – beneficio es la técnica más completa de valoración de la relación entre los recursos empleados y los objetivos perseguidos. Generalmente es utilizado para evaluar proyectos de inversión, así también a los gastos públicos en educación y sanidad. La eficiencia dado un nivel de output, la eficiencia técnica en términos de la minimización del input se mide por el ratio entre el input mínimo y el real, es decir que cuanto más recursos se utilice en la obtención del nivel dado de output menos eficiente será la producción, lográndose un nivel completo de eficiencia cuando el input real coincida con el mínimo. En cambio la eficiencia técnica en términos de la maximización del output, dada la utilización del input, se mide por el ratio entre el output real y el máximo, es decir cuanto menos sea el output en comparación con el máximo, más eficiente será la producción, llegando a un 100% de eficiencia cuando la producción sea máxima. Para mayor ampliación ver Albi, 1992: 160 – 170.
5. El término estocástico obedece a que las diferencias en eficiencia se capturan por medio del término de error, que se descompone entre el ruido estadístico y la ineficiencia; donde para llevar a cabo esta descomposición es necesario suponer que la ineficiencia proviene de una determinada distribución.

técnicas de optimización lineal, que consiste en el cálculo de una envoltura convexa alrededor de los puntos que representan en el espacio de producción, insumos y costes. Donde la envoltura se asimila a la frontera eficiente. Entre los métodos más conocidos en su aplicación, se encuentra el Data Envelopment Analysis (DEA) y el Free Disposal Hull (FDH) (Pinilla, 2001; Santín, 2006; Herrera y Francke, 2007).

En el análisis no paramétrico, la frontera “permite ajustar en una envoltura los datos tomando como referencia las unidades más eficientes. No tiene en cuenta la existencia de unidades marginales” (Albi, 1992: 171). Es decir, que el DEA permite evaluar el desempeño de las unidades analizadas a partir de una comparación con el mejor productor<sup>6</sup> (Santín, 2006). Se sustenta en la idea de que si un productor puede lograr un nivel de resultados con un nivel de recursos, -aunque éste no sea el óptimo-, todos los demás productores están en condiciones de hacer lo mismo o tomar medidas que le permitan mejorar sus resultados, su finalidad y la eficiencia, tal como se puede observar en el siguiente gráfico:

**Gráfico 2**  
**Frontera de eficiencia**



Fuente: *Elaboración propia con base en Pinilla (2001)*

6. El productor en la presente investigación corresponde a la unidad productiva, es decir a los municipios.

En función a lo expuesto en los párrafos anteriores, el análisis de eficiencia para los municipios de Potosí toma como referencia el análisis de frontera no paramétrica, básicamente porque permite evaluar el desempeño de las unidades analizadas a partir de una comparación entre un municipio u otro. En el **anexo 2** se presenta la diferencia entre los métodos paramétricos y no paramétricos en la medición de la eficiencia.

### **3. Aspectos metodológicos aplicados**

El presente trabajo de investigación, recoge la preocupación de la administración de los recursos financieros en los municipios<sup>7</sup>. Y, aborda el estudio de la medición bajo criterios de eficiencia, que se constituye en el aporte científico sobre las acciones locales del municipio en materia de administración y asignación de recursos financieros (Loikkanen y Susiluoto, 2005). De esta forma, la medición de la eficiencia permite conocer de qué forma vienen administrando los recursos financieros en las políticas locales (Herrera y Málaga, 2007), operacionalizados a través de programas y proyectos de inversión productiva y social. A continuación se presentan algunos aspectos que considera la medición de la eficiencia a través del DEA.

En primera instancia se realiza una clasificación grupal de los municipios, a través del análisis cluster de los municipios rurales con características similares y por otro los municipios urbanos; de esta forma, se considera para el análisis un total de 32 municipios rurales. Se conforma estos conglomerados con la finalidad de cumplir el requisito de homogeneidad del análisis de eficiencia. Posteriormente, se aplica la regresión lineal múltiple con el objeto de identificar las variables de la función de producción municipal<sup>8</sup> a fin de determinar las variables más significativas para los modelos.

De esta forma, para el análisis se formulan dos modelos; el primero es el modelo de inversión productiva municipal (IPM) y el segundo, la inversión social municipal (ISM), ambos modelos tienen orientación output porque se consideran las principales actividades y razones de ser de cada municipio, la inversión en proyectos de desarrollo y social. Finalmente se realiza el cálculo del índice de eficiencia, considerando para ello el análisis de frontera no

7. Algunas preocupaciones para el estudio de la eficiencia municipal fue dada a conocer en la prensa nacional LA RAZON de 13/03/2011. Por otra parte también se dieron a conocer en algunos foros de discusión en el ámbito de Instituciones y Fortalecimiento Organizacional. (La Paz, 12/12/09).

8. Se entiende por función de producción municipal, como la relación técnica que mide el volumen máximo de producción que puede obtenerse de una cantidad dada de factores productivos, o a la inversa, el volumen mínimo de inputs necesario para obtener una cantidad determinada de producción.

paramétrica, y su aplicación a través del método DEA cuya característica es la discriminación de elementos eficientes e ineficientes. Se emplea el DEA en la medición de la eficiencia, porque es un método aceptado en la evaluación o medición de la eficiencia en distintos sectores privado y público (Loikkanen y Susiluoto, 2005; Pinilla, 2001; Santín, 2006; Albi, 1992; Afonso y Fernandes, 2005; Herrera y Málaga, 2007; Dios Palomares et. al, 2004, Ayaviri, 2007). Finalmente, para el tratamiento de los datos se emplea el Programa Frontier<sup>9</sup>, herramienta diseñada con la finalidad de medir la eficiencia en las organizaciones (Coll y Blasco, 2006).

#### **4. Aplicación del DEA en el análisis de la eficiencia del municipio**

En primer lugar, conviene señalar que el DEA es una metodología que surge “a raíz de la tesis de Rhodes (1978) y se trata de una técnica de programación matemática de tipo lineal, que se emplea para medir la eficiencia relativa de unidades organizativas que presentan las mismas metas y objetivos. Es una técnica desarrollada por Charnes, Coopers y Rhodes (1978) quienes se basaron en un trabajo preliminar de Farrell (1957). Esta permite la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente<sup>10</sup> o función de producción empírica, a partir de los datos disponibles del conjunto de unidades objeto de estudio de forma que las unidades que determinan la envolvente son denominadas unidades eficientes y aquellas que no permanecen sobre la misma son consideradas unidades ineficientes” en (Coll y Blasco, 2006: 23). Este método se diferencia de la metodología Free Disposal Hull (FDH), ya que el mismo a pesar de ser abordado por (Farrel, 1957) y formalizado por (Serpins et al., 1984) que es utilizado para medir la máxima reducción equiproporcional en la totalidad de inputs relacionados con la producción de outputs observados (Coelli et. al., 2002); donde, una unidad productiva es considerada técnicamente eficiente si es posible producir el mismo nivel de output con el empleo de menos inputs (Herrera y Francke, 2007).

Por otro lado, el método establece dos direcciones básicas a la función de producción como mencionan (Coll y Blasco, 2006:21), “a) con dirección input: significa buscar, dado el nivel de outputs, la máxima reducción proporcional en el vector de inputs mientras permanece en la frontera la

---

9. El software Frontier fue elaborada exclusivamente para la medición de la eficiencia tanto en organizaciones privadas y públicas. Para mayor información, consultar la obra de (Coll y Blasco, 2006), Frontier Analyst, una herramienta para medir la eficiencia.

10. La frontera de eficiencia, es el lugar geométrico que envuelve las unidades de decisión analizadas, según su nivel de producto alcanzado con los insumos utilizados.

posibilidad de producción; b) con dirección output: significa que buscan, dado el nivel de inputs, el máximo incremento proporcional de los outputs permaneciendo dentro de la frontera de posibilidades de producción". Al mismo tiempo, según (Pinilla, 2001; Albi, 1992) implica determinar la tipología de los rendimientos a escala que debe caracterizar a la producción, en esto último se observa tres tipos de rendimiento a escala: a) la de rendimiento constantes a escala, que ocurre cuando el incremento porcentual del output es igual al incremento porcentual de los recursos productivos; 2) la de rendimientos crecientes a escala -o económicas de escala-, ocurre cuando el incremento porcentual del output es mayor que el incremento porcentual de los factores y; 3) la de rendimientos decrecientes (o des economías de escala) a escala, que ocurre cuando el incremento porcentual del output es menor que el incremento porcentual de los inputs.

En este contexto, dado que los gobiernos municipales ofrecen servicios a la comunidad, y además de maximizar la oferta de servicios con los recursos disponibles (Herrera y Málaga, 2007), el presente trabajo de investigación además de optar por el método DEA, incorpora el enfoque de dirección output, con rendimientos variables y constantes, ello con la finalidad de realizar comparaciones metodológicas. La literatura respecto a la medición de la eficiencia a través del DEA en la administración pública y específicamente en municipios, presenta metodologías que incorporan una serie de factores controlables e incontrolables al análisis (externos o exógenos) que permiten observar la función de producción y recoge la mejor combinación posible (Afonso y Fernandes, 2005; Athanassopoulos y Triantis, 1998).

Por otra parte, del conjunto de métodos existentes, se adopta el método unietápico<sup>11</sup> planteado por (Banker y Morey, 1986) y aplicado en otras investigaciones (Loikkanen y Susilouto, 2005; Herrera y Málaga, 2007), método que permite incluir un determinado número de inputs en el análisis con orientación output. Los otros métodos se observan en el **anexo 3**. No obstante, en el trabajo no se contempla el método de dos etapas planteado por (Charnes *et ál.*, 1993), que consiste según (Dios Palomares *et. al.*, 2004), en estimar la eficiencia de cada DMU<sup>12</sup>, corrigiendo la ineficiencia a posteriori

11. El modelo unietapico desarrollado por Banker y Morey (1986), es una de las más utilizadas para la inclusión de inputs no controlables en el análisis. Donde existen una variable input y una output. Este modelo permite la introducción simultánea en el mismo programa DEA, de todas las variables relevantes, este hecho permite dotar al análisis de mayor sencillez en cuanto al cálculo de las operaciones necesarias, en comparación con las distintas fases de las propuestas multiétapicas. Los otros modelos se puede observar en el anexo 3

12. Las DMU se refiere a las Unidades de Toma de Decisiones, en este caso, serán los municipios del Departamento de Potosí.

mediante una proyección a la frontera. El análisis de la eficiencia establece un proceso y el mismo, agrupa aspectos de relevancia que permite asegurar los resultados que se esperan en la investigación. Por ello, a continuación se presenta el apartado de la expresión matemática del modelo y la determinación de la función de producción municipal.

### a) Expresión matemática del modelo

Según (Charnes et al., 1978; Reyes *et ál.*, 1993; Afonso y Fernandes, 2005) el propósito del DEA es hacer que el valor de eficiencia para cada unidad en la muestra, sea el máximo que pueda alcanzar. Para ello, se ajustan los pesos de medición de la combinación de variables de entrada y salida de acuerdo con el resto de las unidades de la muestra. Así, la medición de la eficiencia en los municipios se representa como el cociente entre una combinación lineal de los productos (outputs) de los servicios y una combinación lineal de insumos (inputs). La formulación del modelo es como sigue<sup>13</sup>:

$$\text{Max Eficiencia} = \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_{rjo}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}}$$

Donde:

- o** = Es la unidad evaluada (Municipios)
- r** = Número de Inputs (1.....s)
- y** = Cantidad de outputs r de la unidad j
- x** = Cantidad de input i de la unidad j
- i** = Número de inputs de 1 .....s
- v** = Peso dado al input i
- u** = Peso dado al output r

Este cociente se convierte en una función lineal, por lo que se puede aplicar el método de programación lineal según el modelo: Donde, en el caso de maximización, la función objetivo será:

13. El modelo es adaptado del trabajo de investigación de (Reyes et al., 1993).

$$\text{Max (E)} = \sum_{r=1}^n u_r y_{rjo}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0} =$$

$$\sum_{r=1}^n u_r y_{rjo} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij0} \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \forall r \wedge i$$

$$\varepsilon = 0,000001$$

## b) Determinación de la función de producción municipal

La eficiencia en la presente investigación es medida en función a los indicadores de desempeño, definido por (Herrera y Francke, 2007:8) “como el resultado del desarrollo de diversas políticas públicas locales y el resultado relativo vinculado al análisis del gasto de recursos, por lo que una forma de medir dicha eficiencia del gasto será mediante la comparación entre municipalidades, donde los recursos (inputs) son transformados en servicios locales provistos a la población (outputs)”, donde las variables que componen obedecen a la determinación de las unidades productivas y de las variables de la función de producción. Así, se consideran los siguientes puntos:

### - Determinación de las unidades productivas

De acuerdo a los criterios de aplicación del análisis de eficiencia a través del método DEA, se debe contar con un mínimo de 5 unidades productivas (UP)<sup>14</sup>, cuya finalidad es comparar los índices de eficiencia de la unidad

14. Se entiende por unidad productiva a cualquier empresa, organización no empresarial o persona que realiza actividades de interés económico, en el presente trabajo se considera como UP a los municipios estudiados.

principal a ser analizada con sus referentes (Herrera y Málaga, 2007; De Borges y Kerstens, 2000). Este criterio permite en primera instancia considerar el total de UP existentes en el Departamento de Potosí hasta el año 2008, que componen 38 municipios. Sin embargo, con el propósito de cumplir con uno de los requisitos principales del DEA, que es la homogeneidad, se realiza la aglomeración de aquellos municipios rurales con características similares y por otro, los municipios urbanos, siendo en total 32 municipios rurales las que son analizadas. La agrupación de municipios para un análisis estratégico, también fue aplicada en otros estudios de investigación en el ámbito social (Cazorla et al., 1999; Quispe, 2009; Vázquez Barquero, 1999).

### **- Determinación de las variables de la función de producción**

Autores como (Afonso et al., 2003; Athanassopoulos y Triantis, 1998; Afonso y Fernandes, 2005; De Borger y Kerstens, 1996; Herrera y Málaga, 2007; Sampaio de Sausa y Stosic, 2003) en sus estudios desarrollados en el sector público sugieren y contemplan variables tanto sociales y económicos que otorgan al modelo una relevancia significativa. En función a ello, en la presente investigación se incorpora las variables más recomendadas y se plasman en dos modelos: el primero intenta medir la eficiencia a partir de la inversión productiva y el segundo a partir de la inversión social de los municipios, ambos modelos y las variables explicativas se presentan en la **tabla 1**. Conviene destacar que las variables orientadas a output e input, son las que con frecuencia son utilizadas en la contabilidad y las operaciones municipales, se convierten así en sus principales objetivos (De Borges y Kerstens, 2000). Por tanto, los outputs -inversiones-, es el centro de atención y razón de ser de los Gobiernos Municipales, en cambio que los inputs -insumos- son los que más se destacan tanto en el ámbito académico y operativo (Herrera y Málaga, 2007; Sampaio de Sausa y Stosic, 2003). A continuación se aplica la regresión múltiple, ello a fin de explicar la relación y variabilidad entre las variables dependientes e independientes a ser utilizados como base para construir la función de producción de los municipios y aplicar el modelo del Análisis Envolvente de Datos.

### **- Aplicación de regresión múltiple**

El análisis de regresión en la presente investigación, se aplica con el objetivo de observar y determinar las variables más significativas entre sí

(Doran, 1989; Pulido, 2001), ello permite establecer el número de variables y su relación estadística en los modelos planteados. Su aplicación de la regresión múltiple está asociada por la incorporación en el análisis de más de dos variables. Así, se establece una relación funcional entre una variable dependiente (Y) y una serie de variables independientes ( $X_1, X_2, X_3, \dots$ ), (Artís y Suriñach, 2002; Gujarati, 1997; Pulido, 2001; Uriel, 1990). El estadístico que permite establecer la correlación es el ( $R^2$ ), que expresa la proporción de la varianza de la variable dependiente explicada por una o varias variables independientes (Gujarati, 1997; Pulido, 2001; Artís y Suriñach, 2002).

Así, para la presente investigación se construye dos modelos, el primero tiene como orientación output la Inversión Productiva Municipal -modelo de inversión productiva- y el segundo, definido como Inversión Social Municipal -modelo de inversión social-. La definición de las variables empleadas -output e inputs- se observa en la **tabla 1**. A continuación se presenta el análisis de la regresión para el primer modelo en el que se considera como variable dependiente -output-, la Inversión Productiva Municipal (IPM), y como variables independientes -inputs- n° de Localidades (LOCALID), Peso de los Servicios Personales (PSP) y la Inversión Social Municipal (ISM). Los resultados del análisis muestran que el p-valor es inferior a 0,01, lo que conduce a afirmar, que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables, siendo ( $R^2$ ) = 99%, que significa que existe una relación significativa entre las variables analizadas, a su vez, se considera el modelo, como adecuado.

Para el segundo caso, la variable dependiente -output- es la Inversión Social Municipal (ISM) y las variables independientes -inputs- son: n° de Localidades (LOCALID) y el Peso de Servicios Personales (PSP). Los resultados del análisis muestran que el p-valor es inferior a 0,01, lo que significa que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables, explicando el modelo con un ( $R^2$ ) = 90% que indica una relación significativa entre las variables. Lo cual refleja que el modelo es significativo y se considera para el análisis de la eficiencia.

**Tabla 1. Determinación de las variables inputs y outputs de la función de producción municipal**

Factor de producción	Modelo	Objetivo del modelo	Explicación de la selección de las variables
<b>Modelo Inversión Productiva</b>			
<b>Outputs</b>	- IPM=Inversión productiva Municipal. Este es un indicador que resulta de la División entre la Inversión Productiva Ejecutada (IPE) y la Inversión Total Ejecutada (ITE) por cien.	Evaluar la eficiencia de los municipios con relación a la inversión en proyectos productivos, ya que las políticas de desarrollo local se reflejan por la inversión productiva en las comunidades rurales del municipio	Los inputs y outputs elegidos intentan explicar la eficiencia de los municipios sobre las políticas de desarrollo, a partir de la inversión productiva.
<b>Inputs</b>	- ISM= Inversión social municipal, es un indicador que resulta de la división de la Inversión Social Ejecutada sobre la inversión total ejecutada por cien. - N° de comunidades existentes en los municipios El PSP permite ver la carga administrativa de los municipios que provienen por concepto de servicios personales.		La IPM permite conocer el nivel de apoyo que brinda un municipio a las actividades que generan desarrollo económico local y favorecen la actividad productiva en las comunidades. La ISM permite observar el grado de prioridad que el municipio asigna a los servicios de salud, educación y saneamiento básico.
<b>Modelo Inversión Social</b>			
<b>Outputs</b>	- ISM= Inversión social municipal, es un indicador que resulta de la división de la Inversión Social Ejecutada sobre la inversión total Ejecutada por cien. - PSP = Peso de los servicios personales, indicador que resulta de los Gastos en servicios personales ejecutados (GPE) sobre los gastos totales ejecutados (GTE).	Evaluar la eficiencia de los municipios con relación a la inversión social, ya que las políticas de desarrollo local deben en la respuesta a necesidades de salud, educación y saneamiento básico.	Permite conocer la eficiencia de los municipios respecto a la inversión social en salud, educación y servicios básicos de las comunidades rurales.
<b>Inputs</b>	- PSP = Gastos administrativos - N° de Localidades		

Fuente: *Elaboración propia con base a (Afonso et al., 2003; Athanassopoulos y Triantis, 1998; Afonso y Fernandes, 2005; De Borger y Kerstens, 1996; Herrera y Málaga, 2007; Sampaio de Sausa y Stosic, 2003)*

La inclusión de estas variables, permiten conocer la eficiencia de la gestión municipal relacionado a la política de inversión productiva y social de los municipios del Departamento de Potosí.

La información estadística del periodo que contempla el estudio, se consolidó en un cuadro y almacenado en el software Frontier. El tratamiento de los datos contempló las 32 unidades productivas –municipios-, para cada una de ellas se han observado cuatro variables: inversión productiva e inversión social municipal -outputs controlables-. Por otro lado, número de comunidades y el peso de servicios personales -inputs controlables-. A continuación, el software permite seleccionar el modo de optimización - modelo input u output-, en este caso, se seleccionó la orientación output y la tipología de rendimientos constantes y variables. A partir de las puntuaciones de eficiencia obtenidas al resolver los modelos de rendimientos constantes y variables, se obtuvo la eficiencia bajo rendimientos a escala para cada una de las unidades, que es el cociente entre el modelo CCR y BCC<sup>15</sup> y permite detectar las fuentes de ineficiencia y orienta la mejor alternativa que debe buscar cada unidad productiva. En base al análisis realizado, se presenta a continuación los resultados de la aplicación del DEA.

## 5. Resultados

El análisis de la eficiencia tiene una orientación output porque el municipio será eficiente, sino existe otro que pueda producir mayor cantidad de bienes y servicios con la misma cantidad de insumos -DEA orientado a productos-, a diferencia de producir la misma cantidad de bienes y servicios, pero utilizando menos cantidad de insumos -DEA orientado a insumos-.

Así, los parámetros para la medición de eficiencia serán<sup>16</sup>: 1) Municipios con índices menores a 100, se consideran ineficientes; 2) Municipios con índices iguales a 100, se consideran eficientes; 3) Para los municipios ineficientes se busca la explicación y se realizan algunas recomendaciones.

### a) Modelo Inversión Productiva

Los resultados de la aplicación del DEA en la medición de la eficiencia en los municipios rurales del Departamento de Potosí en el modelo de Inversión Productiva Municipal, bajo rendimientos constantes y rendimientos variables, responde a la pregunta: *¿cuán eficiente son los municipios respecto*

15. El primer modelo ha sido inicialmente propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), conocido por las siglas de sus autores (CCR). Este modelo implica unos rendimientos constantes y está orientado hacia el uso y aplicación de los inputs, es decir que los inputs son constantes en un determinado tiempo. En tanto, Banker, Charnes y Cooper, (1984) conocido por (BCC) caracterizando una función de producción con rendimientos variables, donde los inputs varían de un periodo a otro.

16. Para una mayor ampliación sobre las direcciones del modelo, ver Pinilla Álvarez A. (2001). La medición de la eficiencia y la productividad. Pirámide. España.

a la inversión en programas y proyectos productivos?. Para ello se contempla las siguientes variables con orientación output (índice de Inversión Productiva Municipal) en función al Índice de Inversión Social Municipal, el Peso de los Servicios Municipales y el Número de localidades en los municipios. Los resultados se presentan en la **tabla 2**.

**Tabla 2. Índice de eficiencia de los municipios (inversión productiva)**

N°	Municipios	Rendimientos	Rendimientos	Rendimientos a	Escala
		constantes	variables	escala	
		CCR	BCC		
1	Betanzos	100,00	100,00	100,00	increasing
2	Caiza D	100,00	100,00	100,00	constant
3	Chayanta	100,00	100,00	100,00	constant
4	Pocoata	100,00	100,00	100,00	constant
5	San Pablo de López	100,00	100,00	100,00	constant
6	Tahua	100,00	100,00	100,00	constant
7	Caripuyo	99,60	99,82	99,78	increasing
8	San Agustín	98,90	100,00	98,90	constant
9	Urmiri (Belén de Andamar	95,57	97,80	97,72	increasing
10	Tinguipaya	93,43	96,06	97,26	increasing
11	San Antonio de Esmoruco	90,16	91,34	98,71	increasing
12	Toro0Toro	87,98	94,28	93,32	increasing
13	Ravelo	82,64	94,44	87,51	increasing
14	Tacobamba	80,66	87,19	92,51	increasing
15	Porco	79,85	89,07	89,65	increasing
16	Acasio	79,28	80,33	98,69	increasing
17	Vitichi	71,56	81,79	87,49	increasing
18	Yocalla	71,46	78,08	91,52	increasing
19	Chaqui	59,67	76,56	77,94	increasing
20	Sacaca (Villa de Sacaca)	57,00	69,44	82,09	increasing
21	Mojinete	56,55	56,84	99,49	decreasing
22	Tomave	54,07	66,67	81,10	increasing
23	Ocurí	52,31	65,28	80,13	increasing
24	Cotagaita	52,03	65,02	80,02	increasing
25	Puna (Villa Talavera)	50,42	63,55	79,34	increasing
26	Colcha K ( Villa Martín)	49,49	59,89	82,63	increasing
27	San Pedro de Buena Vista	39,11	55,56	70,39	increasing
28	San Pedro de Quemes	38,89	100,00	38,89	constant
29	Uncia	32,12	48,18	66,67	increasing
30	Colquechaca	27,12	38,89	69,74	increasing
31	Arapampa	16,79	25,16	66,73	increasing
32	Llica	0,01	0,02	50,00	increasing

Fuente: Elaboración propia

Note: CCR = technical efficiency from CCR DEA  
BCC = technical efficiency from BBC DEA

Scale = scale efficiency = CCR/BCC

Los resultados muestran que bajo el modelo de rendimientos constantes 6 (18,7%) municipios rurales del departamento de Potosí son eficientes, siendo la más ineficiente el municipio de Llica. Esta información permite señalar que los municipios eficientes consideran en su planificación inputs constantes, es decir que los presupuestos y número de comunidades se mantienen constantes. En el caso del modelo de rendimientos variables 8 (25,0%) municipios son eficientes, en ella también se observa que el municipio de Llica es la más ineficiente, en este caso particular, por ejemplo el municipio de Llica lograría maximizar su output -inversión productiva- optimizando mejor los inputs, asignando mejor los recursos financieros a proyectos productivos y considerar un número constante de comunidades. Los resultados significa que los municipios rurales en el Departamento de Potosí, alcanzan mayor eficiencia cuando aplican inputs variables, es decir que no son constantes las variables -presupuesto, comunidades, inversión social- en la planificación y ejecución de proyectos; en esencia representa un mayor porcentaje de municipios eficientes bajo este modelo en relación a los rendimientos constantes.

Por otro lado, mencionar que los rendimientos a escala, otorga una orientación de la mejor alternativa que debe seguir cada unidad productiva para mejorar su eficiencia. Así por ejemplo, el municipio San Pedro de Quemes, deberá concentrarse también en el modelo de rendimientos constantes, considerando los inputs constantes en los procesos de planificación y asignación de los recursos financieros y número de comunidades, de tal forma que pueda alcanzar la eficiencia en ambos modelos -CCR y BCC-. Conviene destacar que cuando alcanzan el 100% de eficiencia con rendimientos a escala, significa que los 6 municipios están optimizando los recursos y son más productivos en relación a aquellos que se encuentran por debajo del 100%.

Finalmente, la mayoría de los municipios rurales son ineficientes en la asignación de recursos financieros en proyectos de inversión productiva. Lo que significa, que se otorga mayor prioridad a otros aspectos como ser: inversión social, gastos administrativos, sobre todo relacionado al personal de servicio y otros. Asimismo los resultados globales obtenidos de la aplicación del DEA de los municipios rurales de Potosí, presenta que en promedio el nivel de eficiencia alcanza al 69,27% con la aplicación del modelo rendimientos constantes y un 77,53% en el modelo de rendimientos variables. Lo que significa realizar un esfuerzo conjunto para alcanzar el 100% de eficiencia.

## b) Modelo Inversión Social

Los resultados de la aplicación del DEA en el modelo de Inversión Social Municipal, bajo supuestos de rendimientos constantes y rendimientos variables responde a la siguiente pregunta: *¿cuán eficiente son los municipios respecto a la inversión en programas y proyectos sociales?*. Se considera para ello el siguiente output (índice de Inversión Social Municipal), consiguientemente los inputs son los siguientes: Peso de los Servicios Municipales y el Número de localidades. Los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Índice de eficiencia de los municipios (inversión social)**

N°	Municipios	Rendimientos	Rendimientos	Rendimientos	Escala
		constantes	variables	a escala	
		CCR	BCC		
1	San Agustín	100,00	100,00	100,00	constant
2	Mojinete	100,00	100,00	100,00	constant
3	Llica	100,00	100,00	100,00	constant
4	San Pablo de López	95,47	100,00	95,47	constant
5	San Antonio de Esmoruco	58,27	69,94	83,31	increasing
6	Arampampa	52,69	85,00	61,99	increasing
7	Colquechaca	52,25	72,00	72,57	increasing
8	Caiza D	50,62	50,62	100,00	increasing
9	Colcha K ( Villa Martín)	50,21	61,00	82,31	increasing
10	Puna (Villa Talavera)	46,91	57,00	82,30	increasing
11	Cotagaita	46,09	56,00	82,30	increasing
12	Yocalla	42,80	52,00	82,31	increasing
13	Uncía	38,31	67,00	57,18	increasing
14	Ocurí	37,39	53,00	70,55	increasing
15	San Pedro de Buena Vista	37,04	60,00	61,73	increasing
16	Tomave	36,68	52,00	70,54	increasing
17	Caripuyo	22,22	36,00	61,72	increasing
18	Sacaca (Villa de Sacaca)	35,27	50,00	70,54	increasing
19	Urmiri (Belén de Andamarca)	21,40	39,00	54,87	increasing
20	Tacobamba	32,92	40,00	82,30	increasing
21	Porco	20,65	46,00	44,89	increasing
22	Tahua	31,75	50,98	62,28	increasing
23	Ravelo	19,75	32,00	61,72	increasing
24	Chaqui	30,86	50,00	61,72	increasing
25	Pocoata	19,75	28,00	70,54	increasing
26	Chayanta	30,45	37,00	82,30	increasing
27	Toro0Toro	18,27	37,00	49,38	increasing
28	Vitichi	30,34	43,00	70,56	increasing
29	Betanzos	17,28	28,00	61,71	increasing
30	Tinguipaya	28,81	35,00	82,31	increasing
31	San Pedro de Quemes	0,02	100,00	0,02	constant
32	Acasio	25,31	41,00	61,73	increasing

Fuente: Elaboración propia

Note: CCR = technical efficiency from CCR DEA

BCC = technical efficiency from BBC DEA

Scale = scale efficiency = CCR/BCC

Se observa que 3 (9,4%) municipios son eficientes bajo el modelo de rendimientos constantes. Esta información permite señalar que estos municipios eficientes contemplan inputs constantes, sea en los presupuestos y número de comunidades. En cambio, 6 (18,7%) municipios son eficientes bajo el modelo de rendimientos variables, significa que los municipios son eficientes porque emplean inputs variables o no son constantes -presupuestos y comunidades-. Lo que significa que los municipios rurales del departamento de Potosí son en su mayoría ineficientes. Se podría señalar que los recursos financieros destinan más en otras actividades y programas asistenciales, sea en atención del desayuno escolar, gastos administrativos y otros. No obstante, se puede establecer que el municipio de Llica si está orientando los recursos a proyectos de inversión social.

Respecto a los rendimientos a escala, nos muestra que existen municipios que están haciendo uso óptimamente de los inputs -4 municipios-. En el cuadro se observa los esfuerzos que deben realizar los municipios en ambos modelos para alcanzar la eficiencia. Por ejemplo, el municipio Caiza D, deberá orientar su mejora en ambos modelos, rendimientos constantes y variables (CCR y BCC) para alcanzar una eficiencia. Sin embargo se observa que alcanza una eficiencia del 100% que indica que está operando a su tamaño más productivo, optimizando los recursos -output-, pero no así los inputs.

Así también, se observa que los resultados globales obtenidos, muestran que el promedio del nivel de eficiencia bajo rendimientos constantes es de 41,55%, en tanto que en el modelo de rendimientos variables es de 57,14%. Ello refleja que el modelo de Inversión Productiva Municipal es más eficiente que el modelo de Inversión Social, aunque en ambos se debe realizar importantes esfuerzos de mejora.

## **Conclusiones**

La aplicación del método DEA en el análisis de la eficiencia, permite la discriminación de elementos eficientes e ineficientes lo que determina el grado de adecuación de los municipios al cumplimiento de los objetivos de la Ley de Descentralización Administrativa en relación a la gestión de proyectos de desarrollo local. La metodología aplicada en la presente investigación, se

constituye como innovador y contribuye de esta forma al estudio del desarrollo local desde la perspectiva de la administración pública, lo cual representa a su vez, un aporte en el ámbito científico y en los procesos de planificación y toma de decisiones en el Desarrollo Local.

Los resultados de la presente investigación se presentan considerando los objetivos planteados, a las preguntas formuladas *¿cuán eficiente son los municipios respecto a la inversión en programas y proyectos productivos? y ¿cuán eficiente son los municipios respecto a la inversión en programas y proyectos sociales?*. Existen pocos municipios que alcanzan la eficiencia. En un mayor porcentaje los municipios son ineficientes en la asignación de recursos financieros a programas y proyectos de inversión productiva y social. Se determina que el modelo de Inversión Productiva Municipal es el más eficiente en relación al modelo de Inversión Social.

El estudio establece por otro lado, que los municipios ineficientes estarían orientados a otro tipo de programas o gastos -programas y proyectos asistenciales, gastos administrativos, mejora de infraestructura escolar y otros-, pero que en definitiva no convergen con las políticas establecidas en la Ley de Descentralización Administrativa, que en esencia demandan a que los municipios realicen una gestión eficiente respecto al uso de los recursos financieros y técnicos en el distrito municipal. Estos municipios ineficientes -modelos rendimientos crecientes y variables- deberán considerar las mejoras en cada uno de ellos, conforme establece los resultados.

Por otro lado, la mayoría de los municipios no están atendiendo las necesidades básicas de la población en materia de implantación y ejecución de proyectos de inversión productivos y sociales conforme establece la Ley de Descentralización Administrativa, cuya normativa establece que los municipios tanto rurales y urbanos deben orientar los recursos principalmente en programas y proyectos de desarrollo local, de tal forma, que a partir de las comunidades surja el desarrollo y que los municipios sean verdaderos agentes y actores de cambio.

A continuación, se presentan algunas conclusiones expuestas en calidad de directrices a tomar en cuenta en la mejora de la gestión municipal en materia de administración de los recursos financieros y gestión de programas, mismas que tendrían una aplicación y contribución en los procesos de desarrollo local en los distintos municipios rurales del Departamento de Potosí.

**Gobierno Municipal.** Es preciso buscar una complementariedad clara con los actores de forma que su labor tenga el mayor impacto posible. Una función planificadora y bien coordinada, tanto en aspectos territoriales, proyectos productivos y sociales, como económicos, podría ser una excelente contribución al proceso. Para ello, fortalecer las Unidades de coordinación en los Gobiernos Municipales, podría constituir una adecuada herramienta para centralizar esta actividad; de esta forma, el aprovechamiento de las potencialidades conjuntas y la capacidad de generar más recursos económicos por parte de los municipios repercutirá en un mejor aprovechamiento de los recursos financieros. Por otro lado, se debe implantar planes y programas de capacitación para el personal administrativo y técnico en áreas de la administración pública y fortalecer los conocimientos sobre los mecanismos de la Ley de Descentralización Administrativa.

Los municipios deben considerar la participación activa de las comunidades para una adecuada priorización de los proyectos y que estos satisfagan las necesidades reales de la población. El modelo de planificación de Participación Social, debería ser expresado como una política de planificación institucional en cada uno de los municipios, ello garantizaría las acciones en materia de ejecución de programas y proyectos de inversión productiva y social.

**Organizaciones No Gubernamentales.** Las relaciones entre ONGs y Gobiernos Municipales han estado, generalmente, caracterizadas por el antagonismo. Las ONGs deben acercarse a los Gobiernos Municipales considerando los lineamientos generales de estas organizaciones, la puesta en marcha de proyectos conjuntos favorecerá en el cumplimiento de los objetivos de ambas organizaciones, además de la búsqueda de eficiencia en el uso de los recursos financieros y mayores impactos en las comunidades rurales.

**Estado.** Un compromiso decidido por parte del Estado en el apoyo y el reconocimiento de la labor que desempeñan los municipios será vital para alcanzar la legitimidad y otorgar la confianza a estas organizaciones, para un desarrollo efectivo de los programas y proyectos de desarrollo, otorgando así la autonomía plena en el uso de los recursos financieros conforme establece la LDA y el apoyo político y técnico para las mejoras en cuanto a la planificación y seguimiento en la gestión municipal.

**Comunidad.** Algunas acciones que debería tomar en cuenta la comunidad, tienen que ver con su participación activa en los procesos de planificación de los proyectos dentro los Gobiernos Municipales; en la medida

que la población se involucre y tome decisiones, los proyectos serán implantados con criterios de eficiencia y eficacia, consecuentemente se alcanzarán mejores resultados. Por otro lado, la participación en los procesos de seguimiento y monitoreo de los programas y proyectos. Ello garantizará una adecuada implementación de los mismos.

**Otras consideraciones.** Los Gobiernos Municipales y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, deben ser capaces de negociar convenios de cooperación y contratos satisfactorios. Independiente de lo exhaustivo que resulte el marco jurídico y normativo del sector, sólo en la medida en que las organizaciones desarrollen y asuman competencias y responsabilidades que les permitan negociar en condiciones de equidad será posible asegurar su implementación con criterios de eficiencia.

Los municipios identificados como ineficientes deberán mejorar su gestión y orientar su política de inversión en programas y proyectos productivos y sociales, de tal forma, que puedan alinearse a las políticas que establece el Estado a través de la Ley de Descentralización Administrativa. Además, se debe identificar en un estudio posterior, las causas reales de las ineficiencias en cada uno de los municipios. En tanto que en los municipios eficientes, se debe articular e integrar objetivos comunes entre los distintos actores del desarrollo; vale decir, realizar un trabajo integral con objetivos comunes entre las ONGs, instituciones públicas, organizaciones comunitarias, población, y el sector privado; de esta forma, alcanzar un mayor impacto en las comunidades a través de la implantación de programas y proyectos.

Finalmente, en base al presente trabajo de investigación se recomienda estudiar la eficiencia asignativa en el conjunto de municipios de Bolivia, ello reflejará una visión completa respecto a la inversión en proyectos de desarrollo en las comunidades rurales y urbanas.

## **Bibliografías**

1. AECA, (1997). *Indicadores de Gestión para la Entidades Públicas*, Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, Documento número 16, Serie de Principios de Contabilidad de Gestión, 2ª edición, Madrid.
2. Afonso, A.; Schuknecht, L.; Tanzi, V. (2003). "Public Sector Efficiency: An International Comparison", *ECB Working Paper*, n° 242, pág. 76 – 96.

3. Afonso A. y Fernandes, S. (2005). "Assessing and Explaining the Relative Efficiency of Local Government: Evidence for Portuguese Municipalities", *Working Papers* 2005/19, Department of Economics, Institute for Economics and Business Administration (ISEG), Technical University of Lisbon.
4. Albi, E. (1992): "Evaluación de la eficiencia pública. El control de la eficiencia del sector público", *Hacienda Pública Española*, nº 120, pág. 299 – 319.
5. Artís, M.; Suriñach, J. (2002). *Econometría*, Ediciones. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya. Barcelona.
6. Athanassopoulos, A. y Triantis, K (1998). "Assessing Aggregate Cost Efficiency and the Related Policy Implications for Greek Local Municipalities", *INFOR*, vol. 36, nº 3, pág. 66-83.
7. Ayaviri, D. (2007): *Las ONGs y el Desarrollo: acción, impacto y eficiencia en Bolivia*, Tesis doctoral presentada en la Universidad Autónoma de Madrid. España.
8. Banco Mundial (2005). *Bolivia: poverty assessment. Establishment policies for pro-poor growth in Bolivia*, Washington, D. C.
9. Bosch, E. A., Navarro, A. I., y Giovagnoli, P. I. (1999). "Eficiencia Técnica y Asignativa en la Distribución de Energía Eléctrica: El Caso de EPE SF", *Asociación Argentina de Economía Política*, pág. 1 - 24.
10. Calderón, C. y Delgadillo, M.F. (2003). "La descentralización en Bolivia: Efectos financiero de la Ley sobre las Prefecturas", *Revista Económica*, Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE). La Paz, Bolivia.
11. Cazorla, A.; Alier, J. L.; De Gracia, J.J.; De los Rios, I. (1999). "Metodología para identificar proyectos en un ámbito público regional: El PRISMA de la Comunidad de Madrid", *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, pág. 1-10
12. Charnes, A., Cooper, W. y Rodhes, E. (1978). "Measuring the efficiency of Decision Making Units". *European Journal of Operational Research*, vol. 2, nº6, pág. 429-444.
13. Charnes, A.; Cooper, W.; Lewin, A. y Seiford, L.M. (1993). *Data Envelopment Analysis. Theory, Methodology and Applications*, Kluwer Academic Publishers. Massachusetts.

14. Coelli, T. J.; Rahman, S. y Thirtle, C. (2002). “Technical, allocative, cost and scale efficiencies in Bangladesh rice cultivation: A non-parametric approach. *Journal Economic*. vol. 53, nº 3, pág. 607-626.
15. Coll, V. y Blasco, O. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos Edición electrónica*. Texto completo en [www.eumed.net/libros/2006c/197/](http://www.eumed.net/libros/2006c/197/)
16. Coll, V. y Blasco, O. (2006). *Frontier Analyst, una herramienta para medir la eficiencia*. Universidad de Málaga.
17. De Borger, B. y Kerstens, K. (1996). “Cost efficiency of Belgian local governments: A comparative analysis of FDH, DEA, and econometric approaches”, *Regional Science and Urban Economics*, vol. 26, pág. 145-170.
18. De Borges, B. y Kerstens, K. (2000). “What Is Known about Municipal Efficiency” en Blank, Jos L. T. (ed), *Public Provision and Performance: contributions from efficiency and productivity measurement*, Amsterdam, *North-Holland*, pág. 299 – 330.
19. Debreu, G. (1951). “The Coefficient of Resource Utilization”, *Revista Econometric*, vol. 19, nº 3, pág. 89 – 108.
20. De la Fuente, M. (2001). “Participación popular y desarrollo local: La situación de los municipios rurales en Cochabamba y Sucre”, *PROMEC-CEPLAG-CESU / Universidad San Simón*, pág. 1 – 20.
21. Dios Palomares R., Martínez Paz J.M., Martínez Carrasco Pleite. (2004). “Variables de entorno en el análisis de eficiencia. Un método de tres etapas con variables categóricas”, Documentos de trabajo, *Serie Economía E2004/78*. Centro de Estudios Andaluces, pág. 1-23.
22. Doran, H. (1989). *Applied Regression Analysis in Econometrics*, Ediciones Marcel Dekker,
23. Farrell, M. J. (1957). “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, General, vol. 120, nº 3, pág. 45 - 67.
24. Finot, I. (2002). “Descentralización y participación en América Latina: Una mirada desde la economía”, *Revista de la CEPAL*, nº 78. Santiago de Chile.

25. Finot, I. (2003). “Descentralización en América Latina: cómo hacer viable el Desarrollo Local”, *Serie Gestión Pública*, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación económica y Social ILPES, Santiago de Chile.
26. Gujarati, D. (1997). *Econometría básica*, McGraw-Hill, México.
27. Galindo, M. y Medina, F. (2000). “Descentralización Fiscal en Bolivia”, *Serie Política Fiscal*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
28. Golany, R. y Roll, Y. (1989). “An application procedure for DEA”, *International Journal of Management Science*, vol. 17, n° 3, pág. 237-250.
29. Hernández, E. (1985). *La productividad y el desarrollo industrial de México*, Fondo de Cultura Económica, México.
30. Herrera, P. y Málaga, R. (2005). “Indicadores de desempeño y capacidades de gestión: una aproximación al análisis de la eficiencia municipales el marco del proceso de descentralización”, *Revista CIES- Pontificia Universidad Católica del Perú*, pág. 1-94. Lima –Perú.
31. Herrera, P. y Málaga, R. (2007). *Indicadores de desempeño y análisis de eficiencia de los municipios peruanos: una aproximación no paramétrica en un contexto de descentralización*, Ediciones CIES, Lima.
32. Honorable Congreso Nacional (1995). *Ley de Descentralización Administrativa N° 1654*, Presidencia de la República, (julio) La Paz Bolivia.
33. IGAE. (1997). *El establecimiento de objetivos y la medición de resultados en el ámbito público*, Intervención General de la Administración del Estado –MEH, Madrid.
34. Jiménez, J. (1987). “Objetivos y metodología de un sistema de indicadores”, *Seminarios 1986 del Tribunal de Cuentas, Asociación de Censores Letrados y Contables y Servicio de Estudios del Tribunal*, Madrid.
35. Koopmans, T. C. (1951). *An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities*. En Koopmans, T.C., Ed. Activity Analysis of Production and Allocation, Cowells Commission for Research in Economics, Monograph, n° 13. John Wiley and Sons, Inc. New York.

36. Lasheras, M. A. y Ruiz-Huerta, J. (1991). “Algunas consideraciones sobre dimensión y eficacia del Sector Público en España”, *Economistas*, nº52, págs. 45-56.
37. Lovell, C. (2000). “Measuring Efficiency in the Public Sector». En Jos L. T. Blank (editor). *Public Provision and Performance*. Amsterdam: North-Holland.
38. Loikkanen, H. y Susiluoto, I (2005). “Cost efficiency of finnish municipalities in basic service provision 1994-2002”, *ERSA conference papers, European Regional Science Association*, nº 5, pág. 1 – 24.
39. Lovell, C., y Schmidt, P. (1988). “Comparison of Alternative Approaches to the Measurement of Productive Efficiency”, en A. Dogramaci y R. Fare (editores). *Applications of Modern Production Theory: Efficiency and Productivity*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
40. MACIA (2003). *Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Alerta Temprana (SINSAAT)*, Evaluación de la producción agropecuaria 2001 – 2002, La Paz Bolivia.
41. Mendoza, X. (1993). “Management público e indicadores de gestión: una perspectiva organizativa”, *Revista Ekonomiaz*, vol. 26, pág.64 - 65.
42. Pinilla, A. (2001). *La medición de la eficiencia y la productividad*, Edición Pirámide, Madrid.
43. PMA (2002). Análisis y cartografía de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en Bolivia, Ediciones Gráfica Latina, La Paz Bolivia.
44. Prado, J.M y García, I. M. (2004). “Los indicadores de gestión en el ámbito municipal: implantación, evolución y tendencias”. *Revista iberoamericano de Contabilidad de Gestión*, alojada en [www.observatorio-iberoamericano.org](http://www.observatorio-iberoamericano.org)., nº4, págs 149 – 180.
45. Prado, J. M. y García, I. M. (2007). “Efficiency evaluation in municipal services: an application to the street lighting service in Spain”, *Springer Science+Business Media*, vol. 27, pág. 149–162
46. Prieto, A. y Zofio, J. (2001). “Evaluating Effectiveness in Public Provision of Infrastructure and Equipment: The Case of Spanish Municipalities”, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 15, nº 1, pág. 41-58.

47. Pulido, A. (2001). *Modelos econométricos*, Ediciones Pirámide. Madrid.
48. Quispe, G. M. (2009). *La formación de la ciudad de El Alto y sus consecuencias*, Tesis Doctoral presentada en la Universidad Autónoma de Madrid, España.
49. Reyes, M.; Figueredo, E. Córdoba, J. A. y López, F. (1993). “Análisis envolvente de datos: aplicación en la medida de la eficiencia en los servicios de medicina preventiva hospitalarios de Andalucía”, *Revista San Hig*, nº 6, (noviembre), pág. 1 – 10.
50. Sampaio de Sousa, M. y Stosic, S. (2003). “Technical Efficiency of the Brazilian Municipalities: Correcting Non-Parametric Frontier Measurements for Outliers”. *Working Paper, Department of Economics University of Brasilia*, nº 294.
51. Santesmases, M. (2005). *DYANE Diseño y análisis de encuestas en investigación social y de mercados*, Ediciones Pirámide, Madrid.
52. Santín, D. (2009). *La Medición de la Eficiencia en el Sector Público Técnicas Cuantitativas*, Instituto de Estudios Fiscales. Madrid.
53. Smith, P. (1993). “Outcome-Related Performance Indicators and Organizational Control in the Public Sector”, *British Journal of Management*, vol. 4, pág. 5-151.
54. Uriel, E. (1990). *Econometría: el modelo lineal*, Ediciones AC. Madrid.
55. Stiglitz, J. E. (2002). “More Instruments and Broader Goals: Moving toward the Post-Washington Consensus”, *Annual Lectures Wider*. Pág. 36 – 54.
56. Vázquez Barquero, A. (1999). *Desarrollo, redes e innovación: lecciones sobre desarrollo endógeno*. Ediciones Pirámide, Madrid.
57. William, D.W. (2003). “Measuring government in the early twentieth century”, *Public Administration Review*, vol. 63, nº 6, pág. 643-674.
58. Worthington, A. y Dollery, B. (2000). “An empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement Techniques in Local Government”. *Local Government Studies*. nº 26, pág. 23- 52. London.

## Anexo 1 Bolivia y el Departamento de Potosí



## Anexo 2

### Métodos de análisis de eficiencia y de estimación de la frontera de producción

METODOS	PARAMETRICOS	NO PARAMETRICOS
Tipología	1.Estadístico -Determinista -Estocástico 2.Programación Matemática -Estocástico - Determinista - Estocástico	1. Programación matemática 1.Estadístico - Determinista
Precursores	-Determinista: Afriat (1972), Richmond(1974) -Estocástico: Aigner et.al (1977), Meeusen et.al (1977) 2.Programación Matemática -Determinista: Aigner y Chu (1968), Nishimizu y Page(1982) -Estocástico: Tintner (1960), Timmer (1971)	1. Programación matemática - Determinista: Charnes, Cooper y Rhodes (1978) y extendida por Banker, Charnes y Cooper(1984) - Estocástico: Sengupta(1990)
Supuestos estadísticos	Altos: necesitan supuestos acerca de varios aspectos del análisis como la función de distribución del error o de la ineficiencia. Exige una forma funcional	Bajos: No asume ninguna forma funcional con relación a la tecnología que relaciona los factores productivos y resultados. Utiliza supuestos poco restrictivos, como convexidad, libre disposición de inputs y outputs e imposición de rendimientos a escala.
Flexibilidad	Media	Alta: porque es sensible a la presencia de datos externos.
Cálculo de elasticidad	Si	No permite el cálculo de elasticidades output – input,
Proyecciones/ generaliz.	Media – Alta	Ninguna: no permite predicciones de resultados
Tipo de frontera	Estocástica	Estocástica
Modelos	MCO Corregido Frontera estocástica	FDH (Free Disposable Hull) DEA (Data Envelopment Analysis)
Diferencias en los modelos	Se estiman una frontera estocástica por técnicas econométricas. Las desviaciones de la frontera son explicadas por la ineficiencia + un solo ruido.	Se estiman la frontera, a través de la utilización de la programación lineal- DEA (Se considera desviaciones de la frontera solo por ineficiencia no ruido).
Tipo de análisis	Especifican una determinada forma funcional para recoger las relaciones entre las variables analizadas. Las paramétricas deterministas consideran como ineficiencia cualquier desviación de la frontera de producción, y se pueden estimar mediante mínimos cuadrados corregidos u ordinarios modificados. Las estocásticas, consideran que las desviaciones de la frontera se descomponen en dos componentes independientes, un componente aleatorio y otro de ineficiencia. Se estima en dos etapas, la primera por mínimos cuadrados ordinarios y la segunda por máxima verosimilitud.	Analizan la eficiencia de las unidades productivas a partir de un conjunto de supuestos adoptados sobre la referencia tecnológica, usualmente desconocida, a partir de los datos disponibles.

Fuente: Elaboración propia con base en (Coll y Blasco, 2006; Santín, 2006; Herrera y Francke, 2007, Pinilla, 2001)

### Anexo 3

## Tipología de métodos de evaluación - Análisis Envolvente de Datos

Modelo de Eficiencia no paramétrica	Tipos de DEA	Autores
Modelos de separación de frontera. Persiguen la identificación de diferencias entre programas productivos alternativos mediante la realización de varios DEAs consecutivos.	DEA	Farrel (1957)
Modelos de una etapa: Es un modelo unietápico básico desarrollado por Banker y Morey (1986), es una de las más utilizadas para la inclusión de inputs no controlables en el análisis. Donde existen una variable input y una output. Este modelo permite la introducción simultánea en el mismo programa DEA, de todas las variables relevantes, este hecho permite dotar al análisis de mayor sencillez en cuanto al cálculo de las operaciones necesarias, en comparación con las distintas fases de las propuestas multiétapicas.	DEA	1. Banker y Morey, (1986 <sup>a</sup> ) 2. Lozano, Pastor y Pastor, (2002) 3. Coelli et.al. (1999).
Modelos de dos etapas: Es un modelo multiétápico, que consiste en la primera fase la estimación mediante DEA unos índices de eficiencia iniciales obviando el efecto de los inputs no controlables para, posteriormente, corregirlos en función del efecto de tales inputs. La corrección se pueden realizar directamente sobre los índices o modificando valores originales de las variables lo que da lugar a nuevas alternativas. Muestran la eficiencia de gestión.	DEA + Regresión	1. Ray (1991) 2. Bhattacharyya et.al (1997) 3. Mc Carty y Yaisawarng (1993) 4. Worthington y Dollery (2000) 5. Balaguer – Coll et.al (2000) 6. Loikkanen y Susiluoto (2005) 7. Alfonso y Fernández (2005)
	DEA + DEA	Pastor (1994)
	Método por programas	Charnes, Cooper y Rhodes (1981)
Método de tres etapas: es un modelo multiétápico, que fue propuesta originalmente por Fried y LLevel (1996), que consta de tres etapas, a través de los cuales se elimina (o compensa) el efecto de las variables no controlables sobre los índices de eficiencia técnica de los productos evaluados.	DEA+Múltiple DEA + DEA	1. Fried y Lovell(1996) 2. Muñiz (2001)
	DEA+ Múltiple MLG + DEA	Friend, Schmiedt y Yaisawng (1999)
	DEA+ Múltiple SFA+DEA	Fried et.al (2002)
	DEA+ DEA+ DEA	Dios et.al (2004)
Método por programas: El objetivo es la detección de potenciales diferencias en eficiencia entre distintos programas de producción. Se utiliza en aquellos casos en que una variable no controlable se considere como categoría, pero sin que pueda establecerse ninguna asunción a priori de ordinalidad entre sus distintos valores.	EA	Charnes, Cooper y Rhodes (1981)

Fuente: *Elaboración propia con base en Dios et. al. (2004:7-11) y Pinilla (2001: 197-217)*