

**Piacenza, Luis ; Salvático, Pablo ; Chamorro, Azul**

*Análisis de la eficiencia técnica de programas de desarrollo empresarial: avance de investigación*

Energeia, Año 12, N° 12, 2014

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Piacenza, L., Salvático, P., Chamorro, A. Análisis de la eficiencia técnica de programas de desarrollo empresarial : avance de investigación [en línea]. *Energeia*, 12(12), 2014. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/analisis-eficiencia-tecnica-desarrollo-empresarial.pdf> [Fecha de consulta: .....]

## **Análisis de la eficiencia técnica de programas de desarrollo empresarial: Avance de investigación**

**Luis Piacenza, Pablo Salvático, Azul Chamorro**

Facultad de Química e Ingeniería – Pontificia Universidad Católica Argentina (PUCA)  
Av. Pellegrini 3314 – 2000 – Rosario – Santa Fe – Argentina  
{lpiacenza,pablo\_salvatico,azul\_chamorro}@uca.edu.ar

***Abstract.** Stimulus programmes for the Private Enterprise, funded by State or Private sector are commonly offered to Private firms, especially for the SME segment. These schemes do not count either on useful tools to compare their performances nor on procedures to appraise the possible results in the absence of a stimulus nor on methods to assess their potential across time. From the area of Operational Research, the comparative efficiency can be measured by using decision-based techniques like DEA.*

***Keywords:** DEA, Stimulus Programmes for Private Enterprise.*

***Resumen.** Los programas que se originan sobre fondos públicos o privados, con apoyo de la banca privada o la banca de desarrollo y se ofrecen a compañías en general, a menudo a aquellas pertenecientes a segmentos PyME, no cuentan con una herramienta que permita hacer una comparación entre sí, ni que permita evaluar potenciales resultados en la ausencia del estímulo, así como tampoco evaluar longitudinalmente su potencial. Desde la Investigación Operativa puede darse un enfoque de medición de eficiencia basado en técnicas de decisión como DEA.*

***Palabras Clave:** DEA, Programas de desarrollo empresarial.*

### **Introducción al proyecto**

Una de las preguntas más recurrentes en la Economía Industrial (Storey, 1994) ha sido si las organizaciones pueden por sí solas y en cualquier actividad y escala ser sustentables sin políticas de desarrollo de la competitividad.

Una serie de mecanismos de incentivo a distintos aspectos de la vida organizacional, generalmente orientados a las pequeñas y medianas organizaciones y que incluye pero no se limita a proyectos de: innovación, competitividad, apertura de mercados internacionales; se ponen a disposición de las empresas para el desarrollo de tecnologías de gestión que, hipotéticamente, no estarían a su alcance de otra manera.

La hipótesis de que, o bien el estado o bien organizaciones patrocinadoras pueden poner al alcance de estas entidades determinadas tecnologías para desarrollar sus atributos de competitividad, innovación y otros citados es difícil de probar empíricamente. No obstante, los programas tanto a nivel público como privado siguen surgiendo y asignando recursos a estas actividades. Algunos trabajos como el de Barletta *et al* (2014) que se centra específicamente en los estímulos a la innovación, dan cuenta de este panorama.

La función de desarrollo competitivo de estos programas ha sido fundada en múltiples estudios y compilada en manuales ya maduros de buenas prácticas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2002). Sin embargo, un análisis comparativo con organizaciones en similares condiciones que no han recibido estos estímulos puede identificarse como un área de interés para la investigación. En otras palabras, la literatura relevada identifica correlaciones entre los resultados un grupo experimental (vg, las empresas que reciben los programas) y la existencia de los subsidios, pero para entender la causalidad resulta necesario analizar el comportamiento, si fuera comparable, en un grupo testigo que no los hubiera recibido.

Los programas de desarrollo de empresas no tienen una taxonomía particular, y los límites de qué es un programa de desarrollo empresarial tampoco están claramente definidos. Podemos agrupar en esta categoría a los programas de apoyo a la competitividad, programas de apoyo a la innovación y al desarrollo de nuevas tecnologías, programas de incorporación de herramientas de gestión empresarial y programas de financiamiento de capital de trabajo. Estos programas que se originan sobre fondos públicos o privados, con apoyo de la banca privada o la banca de desarrollo se ofrecen a compañías en general, a menudo a aquellas pertenecientes a segmentos PyME. En cuanto a la medida de su eficacia, si bien todos los mecanismos cuentan con indicadores que permiten evaluar el desempeño del programa desde

la eficacia de la aplicación de los recursos e incluso desde los resultados de su aplicación, no se cuenta con una herramienta que permita hacer una comparación entre sí, ni que permita evaluar potenciales resultados en la ausencia del estímulo, así como tampoco evaluar longitudinalmente su potencial. Aquí es donde la Ingeniería Industrial puede aportar desde la integración de sus áreas de conocimiento un enfoque de medición de eficiencia basado en técnicas de decisión.

### **Limitaciones de los indicadores tradicionales y la información secundaria**

La organización Global Reporting Initiative, ha creado una base pública de reportes de sustentabilidad de distintas organizaciones de todo el mundo (Global Reporting Initiative, 2014). Las guías de reporte de GRI permiten la identificación de ciertos aspectos e indicadores no-financieros que las compañías que utilizan esta guía incluyen de acuerdo a ciertos protocolos de elaboración de la información. Uno de los indicadores a los que la guía refiere al monto de subsidios recibidos por gobiernos.

Con el objeto de tomar conocimiento sobre los niveles de ayuda recibida en esquemas de apoyo gubernamental, se revisó la base de datos de reportes de sustentabilidad provista por Global Reporting Initiative (GRI), filtrándose los reportes que incluyen esta apertura de información. El indicador es conocido para la guía de GRI como EC4 (Economic Performance Indicator No.4).

De una muestra de 202 reportes de sustentabilidad en Latinoamérica que indican reportar los aportes recibidos por el gobierno, 80 de ellos declaran que esta información es parcial, es decir que no ha sido exhaustivamente reportada de acuerdo al protocolo establecido por GRI.

Un análisis más minucioso tomó un subgrupo de 50 reportes y tras una lectura en profundidad se encontró que solo uno presentaba datos objetivos, presentados de manera desagregada lo que hacía su lectura dificultosa. Los demás o bien reportaban de manera narrativa o declaraban no haber recibido ayuda gubernamental.

La posibilidad de contar con esta información a partir de la información pública provista por las compañías es muy baja, lo que lleva a la necesidad de un relevamiento de información primaria.

Por otra parte, la construcción de un indicador o un conjunto de indicadores que permitan por un cálculo tradicional de indicadores de performance (del tipo resultados / recursos) puede presentar ambigüedades, ya que no sería posible evaluar en un mismo momento de tiempo los resultados en función de los recursos, e incluso muy complejo determinar qué variables deberían incluirse en el denominador de resultados y qué otras variables incluir en el numerador de recursos. Por otra parte, incluso cuando pudiera encontrarse un *ratio* para este análisis, la medición del indicador por simple división resultados / recursos nos haría perder de vista los rendimientos variables de escala que pueden presentarse en las organizaciones bajo análisis.

### **La aplicación de DEA como herramienta multicriterio**

DEA se trata de una metodología no paramétrica cuya técnica fue desarrollada por Charnes, Cooper, & Rhodes (1978) extendiendo el trabajo de Farrell (1957), que fue uno de los primeros en investigar de manera sistemática el concepto de eficiencia y de establecer una guía para su medición.

DEA proporciona una medida única de eficiencia, reemplazando el enfoque tradicional que se basa en el cálculo de indicadores de productividad parcial. El funcionamiento operacional de DEA se describe en el apartado siguiente.

La experiencia acumulada en el uso de DEA nos permite verificar que como herramienta de análisis comparativo tiene un muy alto potencial. Existe una amplia evidencia de trabajos de investigación que han realizado estudios comparativos de organizaciones en función de modelos desarrollados sobre el uso de esta herramienta (Cook & Seiford, 2009).

Si bien el abordaje desde la investigación operativa puede soslayar aspectos clave por su abstracción matemática, el estudio puede echar luz sobre asuntos no analizados si se complementa apropiadamente con técnicas de investigación de las ciencias sociales (Snow, 1994) que permitan construir modelos de información suficientemente ricos para el análisis.

Por otra parte, el análisis del desempeño de las organizaciones desde la perspectiva de la administración de diversos capitales más allá del capital financiero tiene interesantes desarrollos en el campo académico y está en una etapa incipiente de experimentación en condiciones reales. El enfoque de Reporte Integrado (Paternostro, 2013) como modelo para la administración de múltiples capitales permite un abordaje más exhaustivo del modelo clásico de empresa donde el valor agregado sólo puede reflejarse en la renta financiera.

El proyecto de investigación sobre el que este documento reporta los avances, se ha construido sobre estos dos aspectos: el enfoque no estrictamente financiero y el valor de la investigación operativa para el análisis multicriterio, con el objeto de obtener una alternativa de medición para la efectividad de los programas de desarrollo empresarial.

## Introducción al Análisis Envolvente de Datos

En este apartado se describe, a nivel de divulgación, el método análisis envolvente de datos (Data Envelopment Analysis – DEA) y su aplicación en un caso de estudio. DEA no es una herramienta muy difundida más allá del campo de investigación, aunque en varios países su uso en el sector público viene teniendo un crecimiento sostenido (Restrepo R, 2007).

### Fundamentos del Análisis Envolvente de Datos

El análisis envolvente de datos da una perspectiva sistémica e integrada para estudiar, en forma comparada, el desempeño de ciertas unidades de transformación bajo análisis.

Las entidades que se evalúan con DEA se denominan DMU (Decision Making Units), término que refiere a un grupo amplio de unidades organizacionales que pueden ser personas, máquinas, regionales de una organización, empresas, entes territoriales e incluso países (Restrepo R, 2007).

Los modelos de DEA dan como resultado:

- La medida de eficiencia relativa para un conjunto de unidades comparables.
- Unidades de referencia para las unidades “ineficientes”.
- Una frontera de eficiencia desde el punto de vista de las mejores prácticas observadas.

La frontera de eficiencia basada en unidades productivas son consideradas como aquellas unidades que realizan las mejores prácticas productivas en relación a las otras unidades (Schuschny, 2007)

De esta manera, DEA permite medir la eficiencia fundamentada en la obtención de una frontera de eficiencia a partir de un conjunto de observaciones, sin necesidad de asumir ninguna forma o supuesto funcional entre las entradas o insumos, y salidas o productos. Las unidades pueden mejorar su rendimiento para alcanzar dicha frontera ya sea aumentando los valores de salida o reduciendo los valores de entrada.

Dentro de los modelos básicos de DEA se encuentran:

- Modelo CCR (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978)
  - Orientado hacia las entradas
  - Orientado hacia las salidas
- Modelo BCC (Banker, Charnes, & Cooper, 1984)
  - Orientado hacia las entradas
  - Orientado hacia las salidas

Los modelos orientados hacia las entradas, tienen como objetivo minimizar el nivel de entradas produciendo por lo menos los mismos niveles de salida observadas.

En cambio, los modelos orientados hacia las salidas, el objetivo es maximizar el nivel de las salidas, manteniendo constante los niveles de entrada observados.

### Modelo DEA CCR orientado a entradas

Para la descripción de los modelos hemos reproducido la explicación de (Restrepo R. et al (2007) por su simplicidad y claridad en la exposición de los modelos.

El modelo se puede formular de la siguiente manera. Supóngase que se van a evaluar  $n$  DMUs. Cada una consume diferentes cantidades de las  $m$  entradas para producir  $s$  salidas. La DMU <sub>$j$</sub>  consume la cantidad  $x_{ij}$  de la entrada  $i$  y produce la cantidad  $y_{rj}$  de la salida  $r$ . Para medir el desempeño de la DMU <sub>$o$</sub>  se resuelve un problema de optimización, que busca maximizar el cociente de sus salidas entre sus entradas.

Como se tienen múltiples entradas y múltiples salidas se construye una salida virtual y una entrada virtual usando ponderaciones  $u_r$  y  $v_i$  para cada salida y cada entrada respectivamente.

Adicionalmente se tiene, como es de esperarse en la medición del desempeño, que ninguna DMU (incluida la DMU <sub>$o$</sub> ) puede tener una eficiencia mayor al 100%. Se obtiene entonces, el siguiente problema de optimización (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978):

$$\text{Max } h_o = \sum_r u_r y_{ro} / \sum_i v_i x_{io}$$

$$\text{suje to a } \sum_r u_r y_{rj} / \sum_i v_i x_{ij} \leq 1 \quad \text{para todo } j$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \text{para todo } r, i$$

Al modelo descrito por las expresiones anteriores se lo conoce como modelo CCR, en forma de razón, por la expresión utilizada en su función objetivo y restricciones.

Dado que el problema anterior tiene infinitas soluciones óptimas, previamente Charnes & Cooper (1962) habían desarrollado un procedimiento para transformar este problema de optimización fraccional en uno de programación lineal con la introducción de una nueva restricción, obteniéndose el siguiente programa lineal:

$$\text{Max } h_o = \sum_r u_r y_{ro}$$

$$\text{sujeto a: } \sum_i v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0 \quad \text{para todo } j$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \text{para todo } r, i$$

A este segundo modelo se lo conoce como CCR en el espacio de los multiplicadores, ya que las variables de decisión son los valores de  $u$  y  $v$  (multiplicadores) que serán utilizados para ponderar cada una de las entradas y salidas en la construcción de la entrada y la salida virtual de la función objetivo. El modelo así presentado, se lo lleva a una notación de álgebra lineal, y debe ser corrido el modelo para cada unidad evaluada  $h_o$ .

El programa lineal tiene un problema dual asociado:

$$\text{Min } \theta_o = \theta$$

$$\text{sujeto a } \sum_j \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io}$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$\theta \text{ libre}$$

Este último modelo de DEA es conocido como CCR en el espacio de la envolvente.

Se mide el desempeño  $\theta$  de la DMU<sub>o</sub> como la contracción radial de las entradas, que es posible realizar garantizando que se obtiene un nivel mínimo de salidas. Para lograrlo se utiliza una DMU virtual que es una combinación lineal de todas las DMU, construida usando las variables  $\lambda_j$ , que mide la intensidad de la DMU<sub>j</sub> en dicha combinación. La variable  $\theta$  mide la proporción en que las entradas pueden ser reducidas.

Se dice que una DMU es eficiente si al resolver el problema, el valor de  $\theta^*$  es 1. Si el valor de  $\theta^*$  es inferior a 1 se dice que su eficiencia es del  $\theta^*$ %.

### Modelo DEA CCR orientado a salidas

El objetivo de este modelo es maximizar el nivel de salidas, manteniendo constante el nivel de entradas.

El modelo así presentado, encuentra mejor relación con la teoría de la producción (Gonzales Araya, 2010), ya que la función se define como el máximo nivel de salida que se puede alcanzar, dada una cantidad de entradas y un nivel de tecnología de producción disponible.

El modelo de programación lineal queda expresado minimizando el inverso del modelo anterior.

$$q_o = \min \sum_i v_i x_{io}$$

$$\text{sujeto a } \sum_r u_r y_{ro} = 1$$

$$\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0 \quad \text{para todo } j$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \text{para todo } r, i$$

Si la función objetivo es mayor que uno, la unidad evaluada no es eficiente en relación al conjunto de unidades observadas. Pero si es igual a uno, no hay evidencias para suponer que la unidad evaluada sea ineficiente, pero no se puede concluir que dicha unidad sea totalmente eficiente.

El problema dual asociado al modelo se puede plantear como

$$\text{Max } \eta_o = \eta$$

$$\text{sujeto a } \sum_j \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} \geq \eta y_{ro}$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$\eta$  libre

Para el artículo *op cit* de Restrepo (2007):

El modelo es conocido como CCR orientado a salidas en el espacio de la envolvente, y busca maximizar la salida que se puede obtener dado un nivel máximo de entradas. Donde  $\eta$  es la proporción de las salidas que pueden ser expandidos, y los  $\lambda_j$  la intensidad de la DMU<sub>j</sub> en la construcción de la DMU combinada o de referencia.

Dada una DMU<sub>o</sub>, esta puede ser comparada determinando  $\eta$ , la proporción de las salidas producida por la combinación de las demás DMU.

Si  $\eta$  es mayor que uno, la DMU<sub>o</sub> es menos eficiente que la DMU compuesta, y por lo tanto, se considera ineficiente.

En cambio, si  $\eta$  es igual a uno, no existe evidencia para suponer que la DMU<sub>o</sub> sea ineficiente, pero no se puede concluir que la DMU<sub>o</sub> sea absolutamente eficiente.

### Rendimientos de escala

Los modelos anteriores (CCR) suponen rendimientos constantes a escala. Este concepto que refleja el grado en que un aumento proporcional de todas las entradas aumentará las salidas.

En algunas situaciones este supuesto no se cumple y es necesario restringir los valores de  $\lambda$  de manera tal que una DMU sea evaluada por otras DMU que tengan un tamaño similar (Restrepo R, 2007)

Esto se logra utilizando el modelo BCC introducido por Banker, Charnes, & Cooper, (1984), que supone rendimientos variables a escala.

A este efecto se introduce la siguiente restricción a los modelos CCR en el espacio de la envolvente:

$$\sum_j \lambda_j = 1$$

### Modelo BCC orientado a entradas

Es una extensión del modelo CCR por lo que la formulación es similar.

La diferencia fundamental es la de suponer que tienen rendimiento variable de escala, mientras que el anterior considera rendimientos constantes de escala.

Dichos rendimientos pueden ser crecientes o decrecientes a medida que varían las entradas.

El modelo plantea:

$$\text{Max } h_o = \sum_r u_r y_{ro} + u_o$$

$$\text{sujeto a: } \sum_i v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} + u_o \leq 0 \text{ para todo } j$$

$$u_r, v_i \geq 0 \text{ para todo } r, i$$

$$u_o \text{ libre}$$

De la misma manera, el programa dual queda expresado

$$\text{Min } \theta_o = \theta$$

$$\text{sujeto a } \sum_j \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io}$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$\sum_j \lambda_j = 1$$

$$\theta \text{ libre}$$

Para el modelo BCC orientado a las entradas, se obtiene que

- Rendimientos decrecientes:  $u_o < 0$  (ineficiente de escala)
- Rendimientos crecientes:  $u_o > 0$  (ineficiente de escala)

- Rendimientos constantes:  $u_o = 0$  (eficiente de escala)

Se puede observar, que este modelo BCC contiene al modelo CCR cuando los rendimientos son constantes (Restrepo R, 2007).

### Modelo BCC orientado a las salidas

Nuevamente, reproduciendo el trabajo de Restrepo (2007) por su claridad y para homogeneizar la notación utilizada hasta aquí, describimos el modelo BCC.

A igual que el modelo CCR, el modelo BCC se puede plantear desde el punto de vista de las salidas, maximizándolas, tomando las entradas constantes.

Expresando el modelo anterior considerando la salida, queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 q_o &= \min \sum_i v_i x_{io} + v_o \\
 \text{sujeto a} \quad & \sum_r u_r y_{ro} = 1 \\
 & \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i (v_i x_{ij} + v_o) \leq 0 \quad \text{para todo } j \\
 & u_r, v_i \geq 0 \quad \text{para todo } r, i \\
 & v_o \text{ libre}
 \end{aligned}$$

y su correspondiente problema dual o envolvente que da expresado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } \eta_o &= \eta \\
 \text{sujeto a} \quad & \sum_j \lambda_j x_{ij} \leq x_{io} \\
 & \sum_j \lambda_j y_{rj} \geq \eta y_{ro} \\
 & \lambda_j \geq 0 \\
 & \sum_j \lambda_j = 1 \\
 & \eta \text{ libre}
 \end{aligned}$$

Para el modelo BCC orientado a las salidas, se obtiene que

- Rendimientos decrecientes:  $v_o < 0$  (ineficiente de escala)
- Rendimientos crecientes:  $v_o > 0$  (ineficiente de escala)
- Rendimientos constantes:  $v_o = 0$  (eficiente de escala)

Existen otros modelos de DEA, que permiten abordar situaciones particulares. Como mejorar por ejemplo, el desempeño de las DMU sin necesidad de evaluar su eficiencia con una cantidad como  $\theta$ . En este caso sería útil un modelo aditivo (Charnes, 1985), con el cual se pueden identificar los valores de las entradas y salidas que debería tener cada DMU para ser eficiente combinando ambas orientaciones.

$$\begin{aligned}
 \text{max} \quad & \sum_i S_{i-} + \sum_r S_{r+} \\
 \text{Sujeto a} \quad & \sum_j \lambda_j x_{ij} + S_{i-} = x_{io} \\
 & \sum_j \lambda_j y_{rj} - S_{r+} = y_{ro} \\
 & \lambda_j \geq 0 \\
 & S_{i-} \geq 0 \\
 & S_{r+} \geq 0
 \end{aligned}$$

### Consideraciones sobre DEA

Desde la aparición de DEA en 1978, ha crecido la cantidad de modelos como también de aplicaciones (Cook & Seiford, 2009), los cuales exceden al ámbito del presente documento.

Entre las principales ventajas y limitaciones de esta metodología (Schuschny, 2007) se pueden notar:

Como ventajas:

1. Permite trabajar con múltiples entradas y salidas que poseen distintos sistemas de unidades.
2. A diferencia de los métodos de frontera, esta metodología no obliga a suponer el pleno empleo de los factores productivos.
3. Ni requiere el uso de formas funcionales explícitas. Proporciona un conjunto de referencia para las unidades ineficientes. No se necesita una relación funcional entre entradas y salidas.
4. Las DMU se comparan con una DMU ideal construida a partir del desempeño de DMU “pares” reales, productivamente más eficientes, mediante el cálculo de una combinación lineal de estas últimas.

Limitaciones:

1. El método es sensible a los errores de medición.
2. La exclusión de variables no consideradas puede dar lugar a la identificación de ineficiencias (espúreas).
3. El análisis envolvente de datos es bueno para estimar eficiencias (o ineficiencias) “relativas”, pero no “absolutas” cuyo objetivo sea obtener resultados potenciales o ideales.
4. Como es una técnica no paramétrica se dificulta la formulación de test de hipótesis estadísticos.

El uso de esta técnica en contextos económicos ha demostrado su utilidad en el ámbito de la investigación operativa, por lo que DEA se ha extendido y encontrando nuevas aplicaciones.

### Conclusiones y curso de las actividades de investigación

El análisis de la eficiencia de los programas de desarrollo empresarial presenta una realidad compleja cuyo abordaje mediante los indicadores tradicionales representados por cocientes entre resultados y recursos no resulta efectivo.

Un abordaje multicriterio puede ser útil a los efectos de evaluar la eficiencia sobre el diseño de un modelo que además permita incorporar información no financiera, ya que no sólo a los efectos del análisis económico la información financiera puede resultar parcial (Paternostro, 2013) sino que a los efectos del cómputo de DEA el modelo no debería servirse solamente de los datos financieros (Smith, 1990).

El modelo deberá correrse no solamente para la muestra experimental sino que para abordar la causalidad entre los resultados obtenidos y los incentivos, debería evaluarse un grupo testigo, usando el mismo modelo, donde los valores de las variables asociadas a los incentivos sean iguales a cero.

En síntesis, las etapas posteriores de la investigación deberían lograr aportar un modelo alternativo para la evaluación de los programas de estímulo; contribuir al desarrollo y uso de DEA como herramienta de investigación de operaciones; generar conocimiento científico vinculado al desarrollo empresarial sostenible y; potencialmente, generar posibilidades de mejora para la formulación de instrumentos alternativos.

Los pasos siguientes de la investigación consisten en la modelización del problema y preparación de formularios de recogida de datos, el relevamiento de datos y el análisis que permitirá al equipo de trabajo identificar comportamientos en las entradas, las salidas y las eficiencias de las unidades de transformación que en nuestro caso serán las unidades organizacionales bajo estudio.

Como objetivos ulteriores del proyecto, este debería aportar información valiosa para los elaboradores de políticas públicas para mejorar la eficiencia de los programas de estímulo / desarrollo empresarial; generar una serie de contenidos de uso en las empresas para echar luz sobre los efectos de los programas en la eficiencia y el desarrollo de la competitividad de las empresas privadas; y aplicaciones de técnicas dentro de las áreas de conocimiento de la Ingeniería Industrial que sirvan para fortalecer el desarrollo sostenible desde la eficiencia de la aplicación de recursos a las unidades productivas.

### Referencias

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2002). *Guía operativa para programas de competitividad para la pequeña y mediana empresa. Serie de buenas prácticas del Departamento de Desarrollo Sostenible. 1-31.*
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science* 30.9, 1078-92.
- Barletta, F., Moori Koenig, V., & Yoguel, G. (2014: 24). II. Políticas e Instrumentos para impulsar la innovación en las pymes argentinas. En CEPAL, *Colección Documentos de Proyecto. Preliminar.*
- Charnes, A., & Cooper, W. (1962). Programming with linear fractional functionals. *Naval Research Logistics Quarterly. Vol. 9.*, 181-85.



- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research* 2.6, 429-44.
- Charnes, A. C. (1985). Developmental study of Data Envelopment Analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the US Air Forces. *Annals of Operation Research*. Vol. 2, 95-112.
- Cook, W., & Seiford, L. (2009). Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on. *European Journal Of Operational Research*. 192:1, 1-17.
- Farrell, M. (1957). The Measurement of Productivity Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Serie A. (120)*, 253-81.
- Global Reporting Initiative. (29 de Abril de 2014). *Sustainability Reporting Database*. Obtenido de [database.globalreporting.org/search](http://database.globalreporting.org/search)
- Gonzales Araya, M. &. (2010). The analysis of efficiency and productivity of Chilean universities through the Data Envelopment Analysis. *Rev. Aporte Santiaguino* 3(2), 245-256.
- Paternostro, S. (2013). The Connectivity of Information for the Integrated Reporting. En *Integrated Reporting* (págs. 59-77). Springer International Publishing.
- Restrepo R, V. R. (2007: 42). Clasificación de grupos de investigación colombianos aplicando análisis envolvente de datos. *Rev.Fac.Ing.Univ. Antioquia*, 105-119.
- Schuschny, A. (2007). El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe. *CEPAL. Naciones Unidas. N° 46*.
- Smith, P. (1990). Data envelopment analysis applied to financial statements. *Omega*, 18(2), 131–138. *Omega International Journal of Management Science*. 18 (2), 131–138.
- Storey, D. (1994). Understanding the small business sector. *University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship*.