

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS ESCUELAS DE LA UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO ANÁLISIS ENVOLVENTE DE  
DATOS (DEA)

SANDRA PATRICIA BARBOSA GÓMEZ

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA

2010

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS ESCUELAS DE LA UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO ANÁLISIS ENVOLVENTE DE  
DATOS (DEA)

SANDRA PATRICIA BARBOSA GÓMEZ

Proyecto de Grado para optar al Título de  
Ingeniera Industrial

Director

Carlos Eduardo Díaz Bohórquez  
Msc. Ingeniería Industrial

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA

2010

*A Dios,  
A mis padres Rosemberg y Silvia,  
A mis hermanas Yess y Pao,  
A Nico  
Y a todas aquellas personitas especiales  
que me apoyaron para alcanzar este gran logro.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Industrial de Santander, a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y al grupo de Investigación Ópalo, por brindarme los recursos para adquirir una excelente formación académica, profesional y personal.

Al personal de Planeación, a los vicerrectores Académico, Administrativo, de Investigación y Extensión y a los decanos de la Universidad, por su apoyo al proyecto.

A mi amigo, profesor y director de proyecto Carlos Eduardo Díaz, no solo por su constante acompañamiento y asesoría, sino por haber creído en mí y haberme guiado en la búsqueda de este gran sueño.

A todos los docentes que durante la carrera me dieron grandes enseñanzas, tanto profesionales como personales, en especial a los profesores Edwin Garavito, Juan Carlos Escobar, Henry Lamos, Myriam Niño, Piedad Arenas, Carlos Vecino, Orlando Contreras, Hernán Pabón, Aura Pedraza y Guillermo Beltrán.

A mis jefes, Sergio Calderón, Venus Díaz y Rosemberg Barbosa por sus enseñanzas y su apoyo en esta importante etapa de mi vida.

A todos mis amigos y compañeros de universidad, por haber hecho de los últimos años, un hermoso proceso de aprendizaje y crecimiento personal, en especial a Maria, Jhon y Sergio por su apoyo incondicional.

A esa personita que puso patitas arriba mi forma cuadriculada de ver la vida, a mi pc-cito, a mi serie y mis libros de vampiros.

A mi familia, por ser la razón para luchar cada día por llegar un poco más lejos.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	16
1. APROXIMACIÓN A LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	18
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN RAÍZ .....	20
1.3 OBJETIVOS .....	21
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	21
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
2. REFERENCIAS TEÓRICAS.....	23
2.1 EL CONCEPTO DE EFICIENCIA .....	23
2.1.1 Eficiencia técnica. ....	23
2.1.2 Eficiencia asignativa. ....	23
2.2 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA.....	24
2.2.1 Aproximación paramétrica. ....	25
2.2.2 Aproximación no paramétrica. ....	26
2.3 ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) .....	27
2.3.1 Generalidades de DEA.....	27
2.3.2 Descripción del Modelo Original. ....	28
2.3.3 Algunas extensiones del modelo. ....	33
2.3.4 Selección de variables. ....	37
2.4 DEA EN LA EDUCACIÓN.....	38
2.5 ESTADO DEL ARTE .....	40
3. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA .....	43
4. DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	46

4.1	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	46
4.2	MODELO DE INDICADORES DE GESTIÓN DEL SUE.....	48
4.3	INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	51
4.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	59
4.5	CONSULTA A EXPERTOS.....	70
4.6	VARIABLES SELECCIONADAS.....	74
5.	SELECCIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS A EVALUAR.....	79
6.	DEFINICIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN .....	81
6.1	ORIENTACIÓN DEL MODELO .....	81
6.2	EXTENSIÓN DEL MODELO.....	81
7.	APLICACIÓN DEL MODELO .....	82
7.1	DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA .....	82
7.2	MODELOS DE EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA.....	85
7.2.1	Modelo de evaluación de Formación Académica. ....	85
7.2.2	Modelo de evaluación de Investigación y Extensión.....	90
7.2.3	Modelo de evaluación de Formación Académica, Investigación y Extensión.....	94
7.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MODELOS.....	98
8.	CONCLUSIONES .....	102
9.	RECOMENDACIONES .....	105
	BIBLIOGRAFÍA.....	107
	ANEXOS .....	111

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Modelo CCR .....	34
Tabla 2. Modelo BCC .....	36
Tabla 3. Información a levantar para construir los Índices del Sistema de Indicadores de Gestión para las Escuelas. ....	49
Tabla 4. Limitaciones en el levantamiento de variables. ....	55
Tabla 5. Notación de las variables de Entrada.....	59
Tabla 6. Notación de las variables de Salida. ....	60
Tabla 7. Análisis de Componentes Principales para las variables de entrada. ....	63
Tabla 8. Matriz de Componentes Principales para las variables de entrada .....	63
Tabla 9. Análisis de Componentes Principales para las variables de formación académica.....	64
Tabla 10. Matriz de Componentes Principales para las variables de formación académica.....	65
Tabla 11. Análisis de Componentes Principales para las variables de Investigación y extensión.....	67
Tabla 12. Matriz de Componentes Principales para las variables de Investigación y extensión.....	67
Tabla 13. Consulta a expertos para variables de entrada .....	70
Tabla 14. Consulta a expertos para variables de salida .....	71
Tabla 15. Variables de Formación Académica.....	76
Tabla 16. Variables de Investigación y Extensión.....	77
Tabla 17. Variables de Formación, Investigación y Extensión .....	77
Tabla 18. Estadísticos descriptivos variables de Formación Académica.....	78
Tabla 19. Estadísticos descriptivos variables de Investigación y Extensión.....	78
Tabla 20. Estadísticos descriptivos Variables de Formación, Investigación y Extensión .....	78

Tabla 21. Unidades de Evaluación. ....	80
Tabla 22. Índices de Eficiencia Técnica Global (ETG) y de Eficiencia Técnica Pura (ETP). Modelo de evaluación de Formación Académica. ....	86
Tabla 23. Cualificación de las Unidades Eficientes. Modelo de evaluación de Formación Académica. ....	88
Tabla 24. Índices de Eficiencia Técnica Global (ETG) y de Eficiencia Técnica Pura (ETP). Modelo de evaluación de Investigación y Extensión. ....	91
Tabla 25. Cualificación de las Unidades Eficientes. Modelo de evaluación de Investigación y Extensión. ....	93
Tabla 26. Índices de Eficiencia Técnica Global (ETG) y de Eficiencia Técnica Pura (ETP). Modelo de evaluación de Formación Académica, Investigación y Extensión. ....	95
Tabla 27. Cualificación de las Unidades Eficientes. Modelo de evaluación de Formación Académica, Investigación y Extensión. ....	97
Tabla 28. Eficiencia de las Escuelas en los tres modelos. ....	99

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Métodos paramétricos para la evaluación de la eficiencia.....	25
Figura 2. Free Disposal Hull (FDH).....	26
Figura 3. Análisis Envolvente de Datos (DEA) .....	26
Figura 4. Transformación de Recursos en Resultados de una DMU .....	28
Figura 5. Representación del proceso de la Universidad según el Sistema de Indicadores de Gestión. ....	44
Figura 6. Representación del proceso de las Escuelas.....	45
Figura 7. Representación gráfica de los Componentes principales para las variables de entrada. ....	64
Figura 8. Representación gráfica de los Componentes principales para las variables de formación académica. ....	66
Figura 9. Representación gráfica de los Componentes principales para las variables de Investigación y extensión. ....	68
Figura 10. Interfaz gráfica de la herramienta. ....	83
Figura 11. Archivo de Excel para la entrada de datos (entradas) .....	84
Figura 12. Archivo de Excel para la entrada de datos (salidas) .....	84

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Índices del sistema de indicadores de gestión. ....	112
ANEXO B. Variables usadas para la evaluación de la eficiencia de departamentos de una universidad. ....	115
ANEXO C. Información a levantar para la construcción de las variables de entrada. ....	121
ANEXO D. Información a levantar para la construcción de las variables de salida. ....	123
ANEXO E. Variables de entrada de las escuelas .....	131
ANEXO F. Variables de salida de las escuelas .....	133
ANEXO G. Tabla de correlación de variables de entrada .....	139
ANEXO H. Tabla de correlación variables de salida de formación académica. ...	140
ANEXO I. Tabla de correlación variables de salida de investigación y extensión	141
ANEXO J. Proyecciones de las salidas. Modelo de evaluación de formación académica.....	142
ANEXO K. Eficiencias de las unidades. Modelo de evaluación de formación académica.....	143
ANEXO L. Proyecciones de las salidas. Modelo de evaluación de investigación y extensión.....	145
ANEXO M. Eficiencias de las unidades. Modelo de evaluación de investigación y extensión.....	147
ANEXO N. Proyecciones de las salidas. Modelo de evaluación de formación académica, investigación y extensión. ....	149
ANEXO O. Eficiencias de las unidades. Modelo de evaluación de formación académica, investigación y extensión. ....	151

## TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CUMPLIMIENTO
Recopilar y documentar los conceptos y resultados provenientes de investigaciones previas sobre aplicaciones del Análisis Envolvente de Datos como herramienta de evaluación de la eficiencia.	Capítulo 2. Referencias Teóricas.
Definir las variables a incluir en el desarrollo del estudio y describir la metodología de levantamiento de información para la construcción de las mismas.	Capítulo 4. Definición de Variables.
Seleccionar las unidades productivas a incluir en el análisis.	Capítulo 5. Selección de las unidades productivas a evaluar.
Definir y describir la formulación del modelo de Análisis Envolvente de Datos más apropiada para la evaluación de la eficiencia de las Escuelas de la Universidad.	Capítulo 6. Definición del modelo de evaluación.
Aplicar el modelo de Análisis Envolvente de Datos seleccionado.	Capítulo 7. Aplicación del modelo
Analizar los resultados obtenidos, realizando una identificación y caracterización de la eficiencia de las Escuelas eficientes.	Sección 7.2 y 7.3. Modelos de Evaluación de la Eficiencia y Análisis Comparativo de los Modelos.

## RESUMEN

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS ESCUELAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA). \*

AUTOR: BARBOSA G, Sandra Patricia\*\*

PALABRAS CLAVES: ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS, DEA (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS), EFICIENCIA, FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN, ESCUELAS, UNIVERSIDAD

### DESCRIPCIÓN:

En esta investigación se realiza la aplicación de una herramienta para la medición de la eficiencia de unidades cuando se cuenta con múltiples recursos y resultados, llamada Análisis Envolverte de Datos (DEA, por su siglas en ingles). Mediante la aplicación de DEA, que es una técnica no paramétrica de estimación de la frontera productiva, se brinda a la universidad una herramienta que permitirá establecer las posibles mejoras que deben realizar las Escuelas para realizar un uso óptimo de los recursos con los que cuenta.

Para la identificación de las unidades que hacen un uso eficiente de sus recursos, y de aquellas que no lo hacen; en primer lugar se define el conjunto de variables que representan el proceso educativo en las Escuelas, reflejando la utilización de los recursos humanos, físicos y financieros disponibles para el servicio docente, investigador y de extensión que proporcionan.

Posteriormente se seleccionaron las 54 unidades a evaluar, que corresponden a 27 escuelas en cada uno de los periodos académicos del año 2009, y se definieron tres modelos de evaluación; el primero que considera variables de Formación, el segundo, variables de Investigación y Extensión y un tercer modelo que evalúa simultáneamente Formación, Investigación y Extensión. Para el cálculo de los índices de eficiencia para cada una de las unidades, se usaron los modelos Charnes, Cooper y Rhodes (1978) y Banker, Charnes y Cooper (1984) orientados a las salidas.

Concluyendo de esta manera, con la identificación de aquellas unidades que hacen un uso eficiente de sus recursos, y permitiendo el análisis del impacto que las diferencias de escala tienen en algunas de ellas. Del mismo modo, se ilustraron las unidades que no alcanzaron un índice unitario de eficiencia, para finalmente definir los aumentos necesarios en cada una de las variables de salida para ser calificadas como eficientes.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

## ABSTRACT

TITLE: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER'S DEPARTMENTS EFFICIENCY EVALUATION APPLYING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS\*

AUTHOR: BARBOSA G, Sandra Patricia\*\*

KEYWORDS: DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA), EFFICIENCY, PRODUCTION FUNCTION, SCHOOLS, UNIVERSITY

### DESCRIPTION:

In this research, the application of a tool to measure the efficiency of units when they have multiple inputs and multiple outputs called Data Envelopment Analysis (DEA), is done. Through the application of DEA, which is a nonparametric technique to estimate the production frontier, a tool that allow the university to set the possible improvements that departments should perform to do an optimal use of the resources they have, is given.

To identify the units which make an efficient use of resources, and those which do not; first, the set of variables which represent the educational process in the department, are defined, they reflect the use of human resources, infrastructure and financial resources for teaching, research and extension service that they provide.

Subsequently, 54 units were selected to be evaluated, they correspond to the 27 departments in each of the 2009 academic periods, and three evaluation models, were defined, in the first one, teaching variables are considered, in the second one, Research and Extension variables are considered, and a third model evaluates simultaneously Teaching, Research and Extension. To calculate efficiency scores for each one of the units, the Charnes, Cooper and Rhodes (1978), and the Banker, Charnes and Cooper (1984) output-oriented models, are used.

This research is concluded with the identification of those individual units that make efficient use of resources, and it allows the analysis of the impact that differences of scale have on some of them. Similarly, the units that did not reach a unitary index of efficiency are illustrated, and finally, the necessary increases in each of the output variables to be classified as efficient, are defined.

---

\* Degree Project

\*\* Physics-Mechanics Engineering Faculty. School of Industrial and Enterprising Studies. Directress: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

## INTRODUCCIÓN

Los procesos de mejoramiento de la eficiencia se han convertido en los últimos años en una de las primordiales preocupaciones para las organizaciones. En el sector público, y en particular en las Universidades, se ha identificado la importancia de mejorar la eficiencia, como respuesta a la necesidad de mejorar el nivel de prestación de servicios en la cantidad y calidad que demandan los ciudadanos.

La Universidad Industrial de Santander (UIS) como entidad que recibe del Estado los recursos para adelantar sus funciones de investigación, formación y proyección social, debe estar comprometida con las crecientes exigencias en el uso eficiente de los recursos asignados, de modo que se hace necesaria la utilización de nuevas herramientas de evaluación de la eficiencia.

Como apoyo al proceso de mejoramiento continuo de la Universidad, el objetivo de este trabajo es la evaluación y medición de la eficiencia relativa de las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander, mediante el uso de técnicas de análisis de eficiencia mediante función frontera.

Por sus características específicas y por las particularidades de la función de producción de la educación superior, la técnica elegida es el Análisis Envoltante de Datos (DEA), ya que la ausencia de las ponderaciones necesarias para convertir los diversos índices en un único índice de eficiencia se resuelve gracias a la generación endógena de los pesos de cada variable utilizada en el modelo, y por otra parte, no necesita de suposiciones acerca de las formas funcionales, tan comunes en la regresión estadística.

En la metodología aplicada, se define un conjunto de variables que se considera como el grupo característico por sus efectos sobre el proceso en cada una de las Escuelas, mediante una recopilación de las variables usadas en los trabajos de investigación previos, un análisis de las variables utilizadas por el Sistema de Universidades Estatales para medir la eficiencia de las Universidades Públicas en Colombia, el análisis estadístico de las variables y una consulta a expertos sobre la relevancia de las variables en el proceso de las Escuelas.

En segundo lugar, se documenta la decisión que se refiere a las unidades de análisis que se van a considerar en la investigación, elección que se realiza teniendo en cuenta el objetivo del trabajo, en el que se contempla la evaluación de la eficiencia en su actividad docente, de investigación y de extensión.

Tras la elección de las unidades, se hace la definición del modelo de evaluación y con la aplicación de una herramienta pública gratuita, diseñada e implementada haciendo uso del toolbox de optimización de Matlab®, se permitirá realizar las estimaciones de eficiencia de las Escuelas de una Universidad, dando a conocer una caracterización de las escuelas eficientes y el grado en que deben mejorar aquellas que no alcanzan el índice unitario de eficiencia.

Finalmente, se sintetizan las principales conclusiones obtenidas y se exponen algunas ampliaciones y futuras líneas de investigación.

# 1. APROXIMACIÓN A LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Universidades públicas del país conforman el Sistema de Universidades Estatales (SUE), organización que diseñó el Modelo de Indicadores de Gestión que permite fijar unos criterios generales para evaluar la gestión de las Instituciones de Educación Superior enfocados a alcanzar el máximo nivel de resultados y obtener dichos resultados con la mejor combinación de insumos<sup>1</sup>. A partir del año 2003, se ha usado este Modelo para la asignación de recursos adicionales a las universidades por parte de la Nación.

El Modelo de Indicadores de Gestión provee unos indicadores que están distribuidos en cuatro grandes áreas: Formación, Producción Académica, Bienestar Universitario y Extensión. Para cada una de estas áreas se han definido diferentes variables que representan los Índices de Resultados para el modelo, y por otra parte, como Índices de Capacidad, se definieron variables que representan los recursos humanos, físicos y financieros con que cuenta cada Universidad.

La metodología está comprendida por tres pasos; el primero es el cálculo de los índices de resultados y de capacidad a partir de los cuales se medirá la gestión de cada universidad, mediante el análisis de factores, para explicar el sistema a través de un número menor de variables.

El segundo paso consiste en la clasificación de las universidades en grupos diferentes según su capacidad, para que se comparen entre si y reducir así las disparidades en la medición final. El tercer paso de la metodología corresponde a

---

<sup>1</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Metodología para la distribución de recursos artículo 87 de la ley 30 de 1992. Vigencia 2008. Bogotá, Diciembre de 2008, p. 7.

la estimación de un modelo de regresión lineal por tramos que explica el grado de dependencia del índice de resultados (IR), en función del índice de capacidad (ICAD). La línea de regresión permite identificar los resultados esperados para diferentes tamaños de universidad en cada uno de los grupos constituidos.

La Universidad Industrial de Santander, como una de las 32 entidades de educación superior públicas, hace parte del SUE, y ha implementado el Modelo de Indicadores de Gestión, destacándose como una de las instituciones que mejor manejo hace de sus recursos.

Actualmente en la Universidad, se tiene el interés de replicar el Modelo de Indicadores de Gestión a las diferentes Escuelas, con el objetivo de realizar un proceso de evaluación interna, que permita analizar la eficiencia del uso de los recursos de las Escuelas y con ello, el mejoramiento de los indicadores de la Universidad.

En el ámbito del análisis de eficiencia, DEA ha sido una metodología usada ampliamente en educación en todo el mundo, y presenta grandes ventajas en cuanto a la adaptación a las características propias del sector público, ya que su flexibilidad permite solucionar el tema del carácter multidimensional de los productos, además la ausencia de las ponderaciones necesarias para convertir los diversos índices en un único índice de eficiencia se resuelve gracias a la generación endógena de los pesos de cada variable utilizada en el modelo<sup>2</sup>. Tampoco necesita de suposiciones acerca de las formas funcionales, tan comunes en la regresión estadística y dado que utiliza técnicas de programación

---

<sup>2</sup> MURIAS, P., MARTÍNEZ, F., MIGUEL, J., RODRÍGUEZ, D. Un estudio con Análisis Envolvente de Datos de la eficiencia de los centros de educación secundaria gallegos. Departamento de Economía. Universidad de Santiago de Compostela. España, 2005, p. 4.

matemática, es capaz de soportar un elevado número de variables y relaciones (restricciones)<sup>3</sup>.

Mediante este proyecto de investigación, se realizará una aplicación del Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés), para evaluar las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander, ya que es una metodología que permite incorporar los aspectos establecidos por el Modelo de Indicadores de Gestión del SUE, con la ventaja de adaptarse a las características del sector educativo para superar las dificultades derivadas de la complejidad del análisis del sector.

## **1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN RAÍZ**

El Grupo de Optimización y Organización de sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos, ÓPALO, en el marco de una de sus líneas generales de investigación denominada Optimización de Sistemas Administrativos - Decisiones Empresariales con Múltiples Criterios, desarrolla investigaciones que buscan apoyar los procesos de toma de decisiones en los sistemas administrativos y de este modo mejorar la eficiencia en el manejo de los recursos en las organizaciones.

El mejoramiento de la eficiencia en el ámbito público se ha convertido en una prioridad en la economía de todo el mundo, y está condicionado a la posibilidad de contar con herramientas apropiadas para la medición de la eficiencia en este sector.

La evaluación de la eficiencia en el sector público requiere de la consideración de las características particulares del mismo, ya que se realiza un proceso distinto al

---

<sup>3</sup> CORDERO, J. Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el Análisis Envolvente de Datos. Una aplicación a la Educación Secundaria en España. Tesis Doctoral. Departamento de Economía Aplicada y Organización de Empresas, Universidad de Extremadura, 2006, p. 57.

de la mayoría de las empresas en las que se busca el incremento en las utilidades. La complejidad del análisis de eficiencia en el sector público radica en la multiplicidad de productos, complejidad o desconocimiento del proceso productivo y ausencia de precios para las variables que lo componen<sup>4</sup>.

Es por ello que como alternativa para la medición de la eficiencia en el sector público se han desarrollado las técnicas de análisis de eficiencia mediante función frontera que permiten comparar las unidades en estudio e identificar aquellas que hacen un uso eficiente de sus recursos, las cuales conformarán la llamada frontera eficiente, y la distancia relativa de las instituciones ineficientes a la frontera, dando a conocer el porcentaje de incremento de resultados o reducción de recursos necesario para que la unidad sea eficiente.

Uno de los métodos más utilizados en el ámbito de análisis de eficiencia mediante función frontera es el DEA debido a su gran flexibilidad para adaptarse a las peculiaridades del sector público.

El área en el que se centrará el trabajo de investigación será en la aplicación del DEA a la evaluación de las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander, realizando las estimaciones de eficiencia de las unidades productivas, teniendo en cuenta su actividad docente, investigadora y de extensión.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la eficiencia de las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander mediante el análisis envolvente de datos (DEA).

---

<sup>4</sup>CORDERO, Op. cit., p. 3.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Recopilar y documentar los conceptos y resultados provenientes de investigaciones previas sobre aplicaciones del Análisis Envolvente de Datos como herramienta de evaluación de la eficiencia.
- ✓ Definir las variables a incluir en el desarrollo del estudio y describir la metodología de levantamiento de información para la construcción de las mismas.
- ✓ Seleccionar las unidades productivas a incluir en el análisis.
- ✓ Definir y describir la formulación del modelo de Análisis Envolvente de Datos más apropiada para la evaluación de la eficiencia de las Escuelas de la Universidad.
- ✓ Aplicar el modelo de Análisis Envolvente de Datos seleccionado.
- ✓ Analizar los resultados obtenidos, realizando una identificación y caracterización de la eficiencia de las Escuelas eficientes.

## 2. REFERENCIAS TEÓRICAS

### 2.1 EL CONCEPTO DE EFICIENCIA

Las organizaciones siempre buscan maximizar sus resultados usando la mínima cantidad de recursos posible, y con esto se está haciendo referencia al concepto de eficiencia definido como la relación entre entradas y salidas, de modo que se busca llegar al punto en el que no hay forma de obtener más resultados con la misma cantidad de entradas o que no se pueden disminuir los recursos para obtener la misma cantidad de salidas.

Al referirse al concepto de eficiencia se deben distinguir dos dimensiones: la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa<sup>5</sup>, de modo que para ser eficiente globalmente se deben lograr ambas.

**2.1.1 Eficiencia técnica.** La eficiencia técnica busca evitar el desperdicio de recursos que puede generarse ya sea utilizando más factores de los necesarios para producir una cantidad dada de salidas, o produciendo menos de los que se esperaría dada la cantidad de recursos.

**2.1.2 Eficiencia asignativa.** La eficiencia asignativa está relacionada con la capacidad de las unidades para combinar los recursos y productos del modo más adecuado considerando sus precios y sus productividades marginales.

Esta investigación se ocupa principalmente de la eficiencia técnica y de los métodos que pueden usarse para su medición, debido a que en el sector público, los precios de las variables se desconocen o son inadecuados, dificultando la definición de una medida de la eficiencia asignativa.

---

<sup>5</sup> FARRELL, M. The Measurement of Productive Efficiency. Citado por: RAY, Op. Cit., p. 6.

La eficiencia técnica fue definida por Koopmans (1951)<sup>6</sup>, como un vector compuesto por entradas y salidas, donde es imposible incrementar algún resultado sin reducir simultáneamente otro resultado o reducir algún recurso sin incrementar simultáneamente algún otro recurso. Debreu (1951)<sup>7</sup> desarrolló el coeficiente de utilización del recurso, que era la máxima reducción equiproporcional posible de todos los recursos que puede alcanzarse para un dado nivel de resultados. Por otra parte, Farrell (1957)<sup>8</sup> define una medida de eficiencia global como el producto de la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa.

Estas definiciones de eficiencia parten de que se conoce la función de producción, que constituye un punto de referencia para el cálculo de las medidas de eficiencia. Sin embargo, en gran cantidad de situaciones reales se desconocen las relaciones entre variables.

## **2.2 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA**

Según la consideración o no de una función de producción tipo frontera, los modelos de evaluación de la eficiencia pueden ser de dos clases. Los modelos tipo frontera estiman el valor máximo de las salidas, mientras que los modelos de valor medio calculan el valor medio de las salidas que pueden obtenerse<sup>9</sup>. Los más usados por los investigadores son los modelos tipo frontera ya que permiten hacer una comparación de las unidades ineficientes con las que alcanzan la máxima producción, mientras que usando el valor medio como referencia se tiende a tomar como referencia la ineficiencia y se puede contrariar la idea de eficiencia que busca la optimización en el uso de los recursos.

---

<sup>6</sup> KOOPMANS, T. An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities in Koopmans. Activity Analysis of Production and Allocation, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 13. Wiley, New York, 1951, 65 p.

<sup>7</sup> DEBREU, G. The Coefficient of Resource Utilization. Citado por: RAY, Op. cit., p. 5.

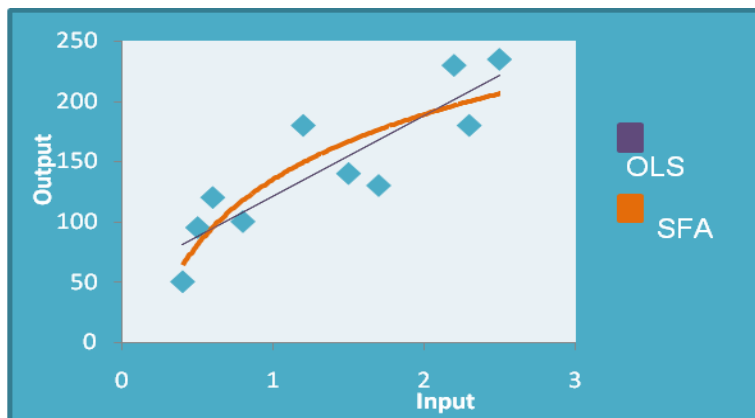
<sup>8</sup> FARRELL, M. The Measurement of Productive Efficiency. Citado por: RAY, Op. cit., p. 6.

<sup>9</sup> CORDERO. Op. cit., p. 23.

Según Thanassoulis (2001)<sup>10</sup>, los métodos para la evaluación de la eficiencia pueden ser paramétricos y no paramétricos. Los primeros parten de una función de distribución conocida, y reducen el problema a estimar los parámetros que mejor ajusten las observaciones de la muestra, resultan muy adecuados cuando el proceso generador de datos sigue la distribución propuesta, aunque pueden llegar a ser muy sensibles frente a la violación de la hipótesis de partida. Por otra parte tenemos los métodos no paramétricos, también conocidos como métodos de distribución libre, ya que no se encuentran sujetos a ninguna forma funcional, dichos modelos, presentan pocas restricciones y permiten reconstruir la función de clasificación en todo tipo de situaciones.

**2.2.1 Aproximación paramétrica.** Los métodos paramétricos más utilizados, que se presentan en la figura 1, son los modelos de mínimos cuadrados ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) y el análisis de fronteras estocásticas (SFA). El método OLS atribuye todas las desviaciones a la ineficiencia de las unidades, mientras que los modelos SFA atribuyen parte de las desviaciones a la ineficiencia y parte de ellas al ruido aleatorio.

Figura 1. Métodos paramétricos para la evaluación de la eficiencia.



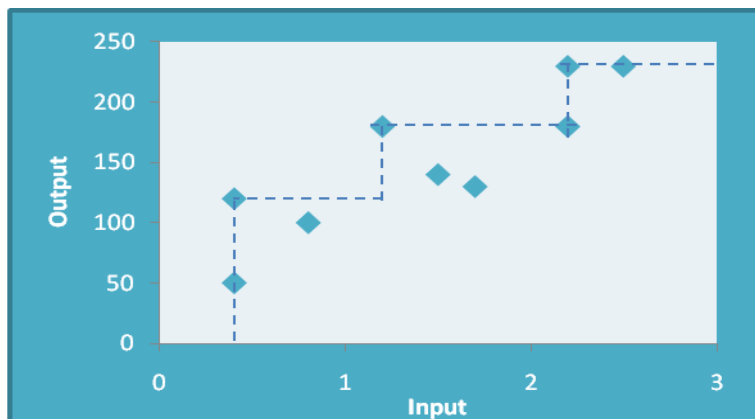
Fuente: Thanassoulis, Emmanuel. (2001)

<sup>10</sup> THANASSOULIS, E. Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis: A foundation text with integrated software. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001, p. 6-9

**2.2.2 Aproximación no paramétrica.** En la evaluación de la eficiencia no paramétrica se pueden encontrar dos metodologías, la primera el Free Disposal Hull (FDH) y el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Los modelos FDH en su representación gráfica de la frontera toman una forma escalonada, ya que solo permite que las unidades que forman la frontera sean medidas de unidades realmente observadas. Por otra parte, DEA incorpora la construcción de la frontera usando combinaciones lineales entre unidades eficientes.

En las figuras 2 y 3 se muestra la representación gráfica del modelo FDH y DEA, respectivamente.

Figura 2. Free Disposal Hull (FDH)

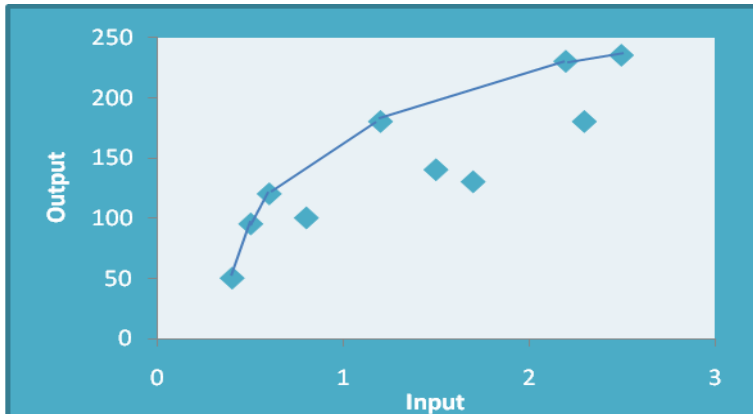


Fuente: Cordero Ferrera, José Manuel (2006)

A diferencia de los modelos paramétricos, en estos métodos la construcción de la frontera no se establece de forma a priori basándose en una función de producción ideal, sino que son los propios datos disponibles los que determinan la forma y la localización de la frontera productiva.

En el desarrollo de este proyecto se hará una aplicación de DEA, razón por la cual se profundizará la información de esta metodología.

Figura 3. Análisis Envoltente de Datos (DEA)



Fuente: Thanassoulis, Emmanuel. (2001)

## 2.3 ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

**2.3.1 Generalidades de DEA.** El Análisis Envoltente de Datos (Data Envelopment Analysis, DEA) fue propuesto por Charnes et. al. (1978)<sup>11</sup>, como una técnica basada en la programación lineal, que se utiliza para medir la actividad relativa de unidades organizacionales cuando existen múltiples recursos y múltiples resultados.

En el uso práctico de DEA, usualmente se va más allá del cálculo de una medida de eficiencia relativa de una unidad, en algunas aplicaciones, DEA brinda información sobre la forma en que las prácticas operativas, la mezcla de recursos, la capacidad de las unidades y el tipo de actividades, pueden hacer que las unidades mejoren su desempeño.

DEA es habitualmente utilizado en la evaluación de la eficiencia de un cierto número de productores, comparando cada uno de ellos únicamente con los mejores productores. En DEA nos referiremos a productor como entidad,

<sup>11</sup> CHARNES, A., COOPER, W., RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *In: European Journal of Operational Research*, 1978, N°2, p. 429-444.

organización, área o unidad objeto de análisis y es habitual en la literatura la denominación de Decision Making Unit o DMU. Por otra parte, una DMU transforma recursos en resultados en un proceso que se puede representar de la siguiente manera:

Figura 4. Transformación de Recursos en Resultados de una DMU



Fuente: Thanassoulis, E. (2001)

A diferencia de habituales aproximaciones estadísticas, DEA es un método de punto extremo, construyendo una frontera donde se sitúan las unidades eficientes y determinando la ineficiencia como la posición relativa respecto de esta frontera.

**2.3.2 Descripción del Modelo Original.** Una medida habitual de la eficiencia relativa se basa en una ponderación de las variables, de modo que se define como eficiencia el cociente de la suma ponderada de los recursos en la suma ponderada de resultados.

Con esta definición surge el problema de establecer un método para obtener las ponderaciones, dado a la posible dificultad de valorar recursos y resultados, además de la propia asignación de pesos que puede ser objeto de controversia a causa de su importante componente subjetiva. De modo que esta medida de la eficiencia junto con la necesidad aparejada de un conjunto de pesos común no parece muy apropiada.

La solución más adecuada a este problema resulta en permitir a cada unidad objeto de análisis, establecer su propio conjunto de ponderaciones, el cual debería mostrar la combinación más favorable en comparación con el resto de las unidades. Bajo estas circunstancias, la eficiencia de una unidad analizada, que denotaremos  $j_0$ , puede obtenerse como solución del problema de maximización de la eficiencia de la unidad  $j_0$ , Condicionada a que la eficiencia de todas las unidades es menor o igual que la unidad. Las incógnitas de este problema son los pesos, y la solución produce los pesos más favorables a la unidad y también da como resultado una medida de la eficiencia. El modelo algebraico es el siguiente:

$$\text{Max } k_0 = \frac{\sum_r u_r y_{rj_0}}{\sum_i v_i x_{ij_0}}$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 1 \quad \text{Para cada unidad } j$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$i = 1 \dots m, \quad r = 1 \dots s, \quad j = 1 \dots N$$

Donde los  $y_{rj}$  y los  $x_{ij}$  representan los resultados y recursos de la unidad  $j$  respectivamente. Los  $u_r$  y los  $v_i$  (pesos) son las variables del problema, que supondremos más grandes o iguales que una cierta pequeña cantidad positiva, con objeto de evitar que algún recurso o resultado sea totalmente ignorado en la determinación de la eficiencia. La solución a este problema proporciona para  $k_0$  un valor entre 0 y 1 que constituirá una medida de la eficiencia relativa de la unidad  $j_0$ . Si  $k_0=1$  entonces la unidad  $j_0$  es eficiente en relación con las otras unidades, y si  $k_0<1$  existen otras unidades más eficientes que  $j_0$ .

Esta flexibilidad en la elección de las ponderaciones, se convierte a la vez en una fortaleza y una debilidad de la medición efectuada por el DEA. Murias (2004)<sup>12</sup> la plantea como una debilidad porque puede permitirle a una unidad aparecer como eficiente, teniendo que ver esta eficiencia con la elección de los pesos y no con el uso de los recursos. A la vez, Beasley (1990)<sup>13</sup> afirma que es una fortaleza, ya que si una unidad se manifiesta como ineficiente, lo hace con el conjunto más favorable de pesos por lo que el argumento de que las ponderaciones son incorrectas no es admisible.

Para superar la debilidad derivada de la flexibilidad de las ponderaciones, puede hacerse un proceso de eliminación de cada una de las variables para analizar el efecto de incluirlas o no en el análisis y de este modo constatar la eficiencia de las entidades que fueron consideradas eficientes.

El modelo fraccional propuesto anteriormente, puede transformarse fácilmente en un modelo lineal para facilitar su resolución, para ello, la función objetivo sería maximizar el numerador de la función objetivo manteniendo constante el denominador.

$$\text{Max } k_0 = \sum_r u_r y_{rj_0}$$

Sujeto a:

$$\sum_i v_i x_{ij_0} = 1$$

$$\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0 \quad \text{Para cada unidad } j$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$i = 1 \dots m, \quad r = 1 \dots s, \quad j = 1 \dots N$$

<sup>12</sup> MURIAS, M. Metodología de aplicación del Análisis Envolvente de Datos: Evaluación de la eficiencia técnica en la Universidad de Santiago de Compostela. Dirección Xeral de Universidades, 2004, p. 27.

<sup>13</sup> BEASLEY, J. Comparing University Departments. In: Omega, The International Journal of Management Science, 1990, Vol 18, N°2, p. 171.

En este modelo, la unidad será eficiente si su resultado virtual es unitario, no obstante, en la práctica resulta más sencillo el cálculo de los índices de eficiencia si se utiliza la forma dual de este modelo, a través de la cual se construye una aproximación lineal por tramos a la verdadera frontera de producción.

La formulación dual es la siguiente:

Min  $h_0$

Sujeto a:

$$\sum_j \lambda_j x_{ij} \leq h_0 x_{ij0}$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} \geq y_{rj0} \quad \text{Para cada unidad } j$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$i = 1 \dots m, \quad r = 1 \dots s, \quad j = 1 \dots N$$

En este caso, si  $h_0=1$ , la unidad evaluada se considera eficiente, pues no existe otra que produzca más o que consiga el mismo nivel de producción con menores recursos que ella.

Con el objetivo de obtener un índice que refleje el porcentaje de incremento de salidas o reducción de recursos necesario para que la unidad sea eficiente, DEA permite la inclusión al modelo dual de variables de holgura que representan la cantidad que se podría ahorrar cada productor en la utilización de los mismos en el caso de ser eficiente, mientras que para los resultados representan cuánto podría incrementar la producción si se alcanzara un comportamiento eficiente.

El modelo dual de maximización del resultado toma la siguiente forma:

$$\text{Min } h_0 - \varepsilon \left[ \sum_j s_i^- + \sum_r s_r^+ \right]$$

Sujeto a:

$$\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^- = h_0 x_{ij0}$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rj0}$$

$\lambda_j \geq 0, s_r^+ \geq 0, s_i^- \geq 0$  Para cada unidad  $j$

$i = 1 \dots m, \quad r = 1 \dots s, \quad j = 1 \dots N$

Donde  $h$  es el índice de eficiencia,  $\lambda_j$  son las ponderaciones y  $s_i^-$  y  $s_r^+$  son las variables de holgura de los recursos y resultados, respectivamente. En este caso una unidad es relativamente eficiente si su índice de eficiencia es 1, y además todas las variables de holgura son nulas.

Con esta formulación, además de asignar un índice de eficiencia a cada unidad, se obtiene un valor que refleja la ineficiencia del productor en el uso de cada recurso o en la consecución de cada resultado, la cual puede deberse a diversos factores, permitiendo identificar el origen de posibles ineficiencias por parte del productor.

Por otra parte, se tiene que las medidas de eficiencia están basadas en estimaciones del grado en el que una DMU podría asegurar más resultados o menos recursos, en algunos casos las unidades tienen un mayor control de los recursos y en otros casos puede haber más control sobre los resultados y éste sería un aspecto a tener en cuenta en la definición del enfoque. Según Murias, (2004)<sup>14</sup> y Martín (2006)<sup>15</sup>, en el sector educativo es común la orientación hacia la

---

<sup>14</sup> MURIAS, Op. cit., p. 27.

obtención de los mejores resultados, es decir, hacia la obtención de mayores niveles de producción a partir de los recursos disponibles, en lugar de hacia una minimización de estos últimos sobre los que ejerce un limitado control.

A continuación se presenta una descripción breve de cada uno de los enfoques que puede tener el modelo, de acuerdo con el tipo de variables sobre las que se tenga un mayor control:

- ✓ **Orientación a las salidas:** Se estima la ineficiencia de las unidades por el posible aumento de los resultados de la unidad ineficiente hasta alcanzar los niveles correspondientes de la entidad eficiente, utilizando los mismos recursos.
- ✓ **Orientación a las entradas:** Se estima la ineficiencia de las unidades por la posible reducción de los recursos de la unidad ineficiente hasta alcanzar los niveles correspondientes de la entidad eficiente, para un mismo nivel de producción.

El modelo básico descrito anteriormente corresponde al planteamiento propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978)<sup>16</sup>, orientado a las entradas, conocido como modelo CCR Input Oriented y a partir de este planteamiento se desarrolló el modelo CCR Output Oriented. En la tabla 1 se presentan los dos modelos con su respectivo problema dual.

**2.3.3 Algunas extensiones del modelo.** El modelo CCR, pese a su enorme utilidad, representa solo el punto de partida del desarrollo de DEA. Pueden

---

<sup>15</sup>MARTÍN, E. An application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the performance assessment of the Zaragoza University Departments. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España, 2006, 20 p.

<sup>16</sup> CHARNES, COOPER y RHODES, Op. cit., p. 429-444

encontrarse en la literatura diversos trabajos que plantean ampliaciones del modelo original.

Tabla 1. Modelo CCR

Tipo	Primal	Dual
<b>CCR Input Oriented</b>	$\text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$ $v_i \geq \varepsilon, u_r \geq \varepsilon,$ $i = 1 \dots m, \quad r = 1 \dots s, \quad j = 1 \dots N$	$\text{Min } h_0 - \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} = h_0 x_{ij_0} - S_i^-; \quad i = 1 \dots m$ $\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} = y_{rj_0} + S_r^+; \quad r = 1 \dots s$ $\lambda_j \geq 0, j = 1 \dots N, S_r^+ \geq 0, S_i^- \geq 0$ <p><math>\forall i</math> and <math>r, k_0</math> free</p> <p><math>\varepsilon</math> is non Archimedean infinitesimal</p>
<b>CCR Output Oriented</b>	$\text{Min } \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$ $u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon,$ $i = 1 \dots m, \quad r = 1 \dots s, \quad j = 1 \dots N$	$\text{Max } k_0 + \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{j=1}^N \alpha_j x_{ij} = x_{ij_0} - S_i^-; \quad i = 1 \dots m$ $\sum_{j=1}^N \alpha_j y_{rj} = k_0 y_{rj_0} + S_r^+; \quad r = 1 \dots s$ $\alpha_j \geq 0, j = 1 \dots N, S_r^+ \geq 0, S_i^- \geq 0$ <p><math>\forall i</math> and <math>r, h_0</math> free</p> <p><math>\varepsilon</math> is non Archimedean infinitesimal</p>

Fuente: Adaptado de Thanassoulis, E. (2001)

Las extensiones diseñadas buscan superar las principales limitaciones que caracterizan a esta metodología, permitiendo así adaptar mejor la técnica a las realidades que se pretenden estudiar y con ello conseguir mejores resultados.

Un análisis exhaustivo de todas las extensiones de DEA, puede resultar muy tedioso y poco adecuado, ya que son del interés de la investigación las extensiones diseñadas para superar las dificultades de DEA en su aplicación al sector educativo y en especial a la educación superior.

En consecuencia, a continuación se presenta una extensión del modelo propuesta por Banker (1984)<sup>17</sup>, quien introduce el supuesto de que la escala de rendimiento no es constante, es decir, que con cualquier incremento en los recursos, no necesariamente se presenta un aumento proporcional equivalente de los resultados, con lo que se excluye la posibilidad de que exista ineficiencia por razones de escala. Banker soluciona este problema añadiendo la condición de que las ponderaciones obtenidas como solución del programa lineal son linealmente convexas, mediante la inclusión en el modelo de una restricción:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

Con esta restricción, las unidades ineficientes son comparadas únicamente con otras que operan en la misma escala. Este nuevo modelo se conoce como Banker, Charnes y Cooper (1984)<sup>18</sup>, o modelo BCC. La formulación del modelo BCC en sus dos orientaciones se muestra en la tabla 2.

---

<sup>17</sup> BANKER, R. Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. Citado por: COOPER, W., SEIFORD, L., ZHU, J. Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. Red McCombs School of Business, University of Texas at Austin, Austin, Texas. 2003, p. 13.

<sup>18</sup> BANKER, R., CHARNES, A., COOPER, W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Citado por: COOPER, W., SEIFORD, L., ZHU, J. Op. Cit., p. 13.

Tabla 2. Modelo BCC

Tipo	Primal	Dual
<p><b>BCC Input Oriented</b></p>	$\text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} + \omega_0$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \omega_0 \leq 0$ <p><math>v_j \geq \varepsilon, u_r \geq \varepsilon, \omega_0</math> free</p> <p><math>i = 1 \dots m, \quad r = 1 \dots s, \quad j = 1 \dots N</math></p>	$\text{Min } k_0 - \varepsilon \left[ \sum_{j=1}^m S_j^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} = k_0 x_{ij_0} - S_j^-; \quad i = 1 \dots m$ $\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} = y_{rj_0} + S_r^+; \quad r = 1 \dots s$ $\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$ <p><math>\lambda_j \geq 0, j = 1 \dots N, S_r^+ \geq 0, S_j^- \geq 0</math></p> <p><math>\forall i</math> and <math>r, k_0</math> free</p> <p><math>\varepsilon</math> is non Archimedean infinitesimal</p>
<p><b>BCC Output Oriented</b></p>	$\text{Min } \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} + w_0$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - w_0 \leq 0$ <p><math>u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon, w_0</math> free</p> <p><math>i = 1 \dots m, \quad r = 1 \dots s, \quad j = 1 \dots N</math></p>	$\text{Max } h_{j_0} + \varepsilon \left[ \sum_{j=1}^m S_j^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{j=1}^N \alpha_j x_{ij} = x_{ij_0} - S_j^-; \quad i = 1 \dots m$ $\sum_{j=1}^N \alpha_j y_{rj} = h_{j_0} y_{rj_0} + S_r^+; \quad r = 1 \dots s$ $\sum_{j=1}^N \alpha_j = 1$ <p><math>\alpha_j \geq 0, j = 1 \dots N, S_r^+ \geq 0, S_j^- \geq 0</math></p> <p><math>\forall i</math> and <math>r, h_{j_0}</math> free</p> <p><math>\varepsilon</math> is non Archimedean infinitesimal</p>

Fuente: Adaptado de Thanassoulis, E. (2001)

La elección del modelo dependerá del contexto y los objetivos del análisis. Hollingsworth y Smith (2003)<sup>19</sup>, analizaron la restricción que imponen los datos al tipo de rendimientos, concluyendo que si se utilizan ratios en los recursos y/o resultados, debe emplearse el modelo BCC.

**2.3.4 Selección de variables.** En DEA, tiene especial relevancia la relación entre el número de observaciones y variables incluidas en el modelo, dado que a medida que aumenta el número total de variables consideradas (recursos + resultados) respecto al tamaño de la muestra, la capacidad del DEA para discriminar entre las unidades disminuye significativamente. El criterio propuesto por Banker, et. al. (1989)<sup>20</sup>, de que el número de observaciones analizadas sea mayor al número total de variables multiplicado por tres, aunque carece de justificación teórica, ha sido utilizado en multitud de estudios aplicados como criterio para garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Por otra parte Dyson et. al. (2001)<sup>21</sup> recomienda tener un número de DMU de por lo menos dos veces el producto del número de entradas y salidas consideradas, de lo contrario, se corre el riesgo de que muchas de las DMU sean evaluadas como eficientes, no porque realmente lo sean, sino por los pocos grados de libertad que tiene el modelo.

La selección de variables, resulta especialmente compleja en el ámbito de la Educación. Según menciona Murias (2004)<sup>22</sup> en su investigación, en el caso de la Educación Superior, se presenta la circunstancia particular de que en la mayoría de los casos es imposible acceder al producto final (tasas de inserción, salarios,

---

<sup>19</sup> HOLLINGSWORTH, B., SMITH, P. Use of Ratios in Data Envelopment Analysis. Citado por: CORDERO, Op. cit., p. 57.

<sup>20</sup> BANKER, R., CHARNES, A., COOPER, W., SWARTS, J., THOMAS, D. An introduction to data envelopment analysis with some of its models . Citado por: CORDERO, Op. cit., p. 48.

<sup>21</sup> DYSON, R.G. ALLEN, R. CAMANHO, A.S. PODINOVSKI, V. SARRICO, C.S. SHALE, E.A. Pitfalls and protocols in DEA. European Journal of Operational Research, Vol. 132. 2001. pp. 3-17.

<sup>22</sup> MURIAS, Op.cit., p. 11.

estabilidad en el empleo...) ya que no existen datos sobre todos los alumnos universitarios una vez que se gradúan. Por esa razón se deben usar como variables productos intermedios (número de graduados, número de aprobados...) que suponen una limitada aproximación a los resultados finales.

La segunda cuestión a tener en cuenta, es que las DMU a comparar deben ser homogéneas<sup>23</sup>, lo que significa que no pueden existir disparidades significativas en términos de recursos empleados y resultados producidos, así como que todas ellas actúen en circunstancias similares. En caso de que no se cumpla con este requisito se podría evaluar negativamente a una unidad por factores que están fuera de su alcance.

Este aspecto genera una contradicción, ya que una correcta evaluación requeriría la inclusión de estas variables, pero por otra parte, no tendría sentido si en la interpretación de los resultados se sugiera que se deba mejorar esa variable que no está bajo control de la unidad.

## **2.4 DEA EN LA EDUCACIÓN.**

El uso óptimo de los recursos disponibles en una entidad pública se ha convertido en un problema motivo de muchas investigaciones en las que se pretende realizar la evaluación de la eficiencia con la que actúan las unidades, resultando un proceso muy complejo, debido a ciertas características propias del sector público.

En su investigación, Cordero (2006)<sup>24</sup> plantea algunas de estas características como lo son:

- ✓ Objetivos complejos, múltiples y contradictorios.

---

<sup>23</sup> CORDERO. Op. cit., p. 44.

<sup>24</sup> CORDERO. Op. cit., p. 57.

- ✓ Estrecha relación entre la gestión de la producción y las decisiones políticas.
- ✓ Dificultad en la medición de los resultados.
- ✓ Complejidad para la definición de precios.
- ✓ Ausencia de certeza de las relaciones entre recursos y resultados.

DEA se ajusta a estas peculiaridades, además de haber experimentado un gran desarrollo en las dos últimas décadas, ofreciendo diferentes alternativas para superar las diversas desventajas derivadas del modelo originalmente desarrollado.

A partir de las aplicaciones de DEA en la evaluación de departamentos de una misma universidad, pueden establecerse una serie de características generales:

- ✓ En las investigaciones realizadas se admite que la hipótesis de homogeneidad entre las unidades no se cumple cuando se intenta comparar departamentos de disciplinas distintas. La solución más frecuente es dividir la muestra inicial en grupos más homogéneos, o realizar una exclusión de los departamentos que presenten un mayor grado de heterogeneidad.
- ✓ Los investigadores reconocen que se debe hacer una selección cuidadosa de las variables a incluir en el modelo, debido a que la confiabilidad del modelo se ve afectada a medida que aumenta la razón entre variables y unidades a comparar.
- ✓ Aunque muchos de los estudios reconocen la importancia de incluir la calidad de los resultados, la mayoría tienen en cuenta sólo los factores cuantitativos que intervienen en el proceso productivo dejando a un lado los factores cualitativos.
- ✓ En la evaluación de departamentos de una universidad, es común que el modelo DEA esté orientado a los resultados, ya que los objetivos de los

gestores públicos están orientados hacia la obtención de los mejores resultados, es decir, hacia la obtención de mayores niveles de producción a partir de los recursos disponibles.

## 2.5 ESTADO DEL ARTE

El primer trabajo sobre DEA, fue la publicación de Charnes, et. al. (1978)<sup>25</sup>, en el que utilizaban el método de optimización de la programación matemática para generalizar la medida de la eficiencia técnica de Farrell (1.957)<sup>26</sup> con un solo recurso/resultado al caso del múltiples recursos/resultados.

Desde entonces, se han desarrollado una gran variedad de aplicaciones del DEA para evaluar la actividad de diferentes tipos de entidades y organizaciones de diferentes sectores de actividad y actuando en diferentes contextos en diferentes países, algunas aplicaciones de DEA se han enfocado al problema de la comparación de universidades o departamentos de universidades.

Entre los trabajos destacados en la comparación de universidades se pueden nombrar a Rhodes y Southwick (1986)<sup>27</sup>, en el que usaron DEA para comparar la eficiencia de 96 universidades públicas y 54 privadas en los Estados Unidos, por medio de cinco variables de entrada y seis variables de salida, encontrando que la eficiencia media para las instituciones privadas era mejor que la de las instituciones públicas.

---

<sup>25</sup> CHARNES, COOPER y RHODES, Op.cit. p. 429-444

<sup>26</sup> FARRELL, M. The Measurement of Productive Efficiency. Citado por: RAY, Op. cit., p. 6.

<sup>27</sup> RHODES, E., SOUTHWICK L. Determinants of efficiency in public and private universities. Citado por: MARTÍN, E. An application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the performance assessment of the Zaragoza University Departments. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España, 2006, pág. 3.

Áhn, et. al. (1988)<sup>28</sup>, aplicaron DEA para comparar instituciones públicas y privadas de educación a nivel de postgrado de los Estados Unidos con el uso de tres variables de entrada y tres variables de salida y concluyeron que las universidades públicas eran más eficientes que las instituciones privadas.

En el artículo de Ahn, et. al. (1988)<sup>29</sup>, se aplicó DEA a la comparación de 33 colegios y universidades en Texas, por medio de cuatro variables de entrada y cuatro variables de salida, concluyendo que DEA es una herramienta interesante para la evaluación del desempeño de este tipo de instituciones.

Entre los autores que han realizado comparaciones de departamentos de áreas similares para diferentes universidades, se tiene a Tomkins y Green (1988)<sup>30</sup>, quienes aplicaron DEA al problema de comparación de departamentos de contabilidad de diferentes universidades, presentando resultados de seis modelos DEA definidos usando variadas medidas de entradas y salidas.. Por otra parte, Beasley, (1989)<sup>31</sup> presentó un modelo basado en el uso de DEA para comparar departamentos de química y física del reino unido.

En el problema de la evaluación de la actividad docente e investigadora de departamentos de una universidad, se han desarrollado varias aproximaciones, entre las que se pueden destacar los trabajos de Caballero et. al. (2001)<sup>32</sup>,

---

<sup>28</sup> AHN, T., CHARNES, A., COOPER, W. Some estatistical and DEA evaluations of relative efficiencies of public and private institutions of higher learning.\_Citado por: BEASLEY, J. Comparing University Departments. In: Omega, The International Journal of Management Science, 1990, Vol 18, N° 2, p. 171.

<sup>29</sup> AHN, T., ARNOLD, V., CHARNES A., COOPER, W. DEA and ratio efficiency analyses for public institutions of higher learning in Texas. Citado por: BEASLEY, Op. cit., p. 171.

<sup>30</sup> TOMKINS, C. y GREEN, R. An experiment in the use of data envelopment analysis for evaluating the efficiency of UK university departments of accounting. Citado por: BEASLEY, Op. cit., p. 171.

<sup>31</sup> BEASLEY, Op. cit., p. 171-183

<sup>32</sup> CABALLERO, R., GALACHE, T., GÓMEZ, T., MOLINA, J., TORRICO, A. Efficient assignment of financial resources within a university system. Study of the university of Malaga. In: European Journal of Operational Research, 2001, Vol 133, p. 298-309

quienes realizaron una evaluación de los departamentos de la universidad de Málaga, utilizando 4 variables de entrada y 3 variables de salida.

Por otra parte, Castrodeza y Peña (2002)<sup>33</sup>, realizaron un análisis de la eficiencia de la actividad docente e investigadora de los departamentos universitarios a través de DEA utilizando el modelo CCR, orientación a los resultados, de los 22 departamentos que integran el Área de las Ciencias Sociales y Jurídicas de la Universidad de Valladolid.

En Colombia García, et. al. (2002)<sup>34</sup> realizaron un un análisis de la eficiencia de los Departamentos de la Universidad Politécnica de Cartagena, en el que se realizó la evaluación mediante la aplicación de tres modelos, el primero utilizó exclusivamente resultados de docencia, el segundo utilizó exclusivamente resultados de investigación, y el tercero utilizó resultados de docencia e investigación simultáneamente.

Visbal, et. al. (2003)<sup>35</sup> realizaron una aplicación del DEA para realizar un estudio de la eficiencia relativa en el uso de los recursos de las universidades públicas colombianas durante el año académico 2000, mediante el uso de 4 variables de entrada y 3 variables de salida, como un trabajo sirviera como punto de partida para una eficiente asignación de los recursos del Estado a las universidades públicas, basado en los resultados y en la gestión, más que en estadísticas de comportamientos históricos.

---

<sup>33</sup> CASTRODEZA, C., PEÑA, T. Evaluación de la actividad investigadora universitaria: una aplicación a la universidad de Valladolid. En: Estudios de Economía Aplicada, 2002, Vol 20 N°1, p. 29-44

<sup>34</sup> GARCÍA, J., LÓPEZ, F., RUIZ, M. Un análisis de la eficiencia de los departamentos de la Universidad Politécnica de Cartagena. Departamento de Métodos Cuantitativos e Informáticos. Facultad de Ciencias de la Empresa. Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, Colombia, 2002, 20 p.

<sup>35</sup> VISBAL, D., PALACIOS, F. "Evaluación de la eficiencia relativa en el uso de los recursos de las universidades públicas colombianas mediante la metodología Data Envelopment Analysis". Universidad de Los Andes, Departamento de Ingeniería Industrial, Bogotá D.C., 2003, 18 p.

### 3. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA

El área de aplicación de la metodología de evaluación de la eficiencia; DEA, es la Universidad Industrial de Santander. La Universidad enmarca su estructura organizacional en torno a los saberes en cinco facultades: Ingenierías Fisicomecánicas, Ingenierías Físicoquímicas, Ciencias, Salud y Humanidades<sup>36</sup>, estas a su vez agrupan en total 27 Escuelas, en las que se desarrollan actividades que constituyen las funciones de investigación, formación y proyección social<sup>37</sup>.

Para la aplicación de DEA a las Escuelas se toma como referencia el Modelo de Indicadores de Gestión que evalúa las Universidades Estatales del país. El modelo se basa en el entendimiento de la universidad como una organización o unidad de gestión que recibe insumos, los procesa y entrega productos y resultados orientados al cumplimiento de sus objetivos misionales.

El modelo de Indicadores de Gestión que se formuló en el año 2009 está comprendido por cinco índices de capacidad (ICAD) que representan los insumos de los procesos que realiza una universidad, y tres grupos de índices de resultados; once índices de formación (IRFOR), siete índices de Ciencia, Tecnología e Innovación, nueve indicadores de extensión (IREXT) y dos indicadores de Bienestar (IRBIE).

En el anexo A se presentan los índices que se plantearon para el 2009 por el Ministerio de Educación para evaluar las Universidades Estatales del país.

De acuerdo con el Sistema de Indicadores de Gestión<sup>38</sup>, una Universidad cuenta con insumos y recursos humanos (docentes, directivos y administrativos), físicos

---

<sup>36</sup> Presentación Institucional de la Universidad. En: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp>

<sup>37</sup> Ibid.

<sup>38</sup> Metodología para la distribución de recursos. Art. 87 Ley 30-1992 Vigencia 2009

(infraestructura física y tecnológica), financieros (transferencias de la nación y de las entidades territoriales, ingresos propios por matrículas y derechos académicos, venta de servicios de extensión) y tecnológicos (sistemas de información), los cuales son asignados y combinados en diferentes procesos, y se entregan uno o varios productos y/o resultados (bienes y servicios suministrados a terceros) de valor para el cliente o población objetivo, en este caso a la comunidad académica y a la ciudadanía en general. Los resultados que considera el Sistema de Indicadores de Gestión están enfocados en las cuatro funciones misionales de las universidades: formación, investigación, extensión y bienestar, de modo que se puede representar el proceso de las Universidades de la siguiente manera:

Figura 5. Representación del proceso de la Universidad según el Sistema de Indicadores de Gestión.



Fuente: Autora del proyecto

El proceso en cada escuela puede definirse con las mismas variables que en la Universidad pero se deben realizar algunas consideraciones. En cuanto a los recursos tecnológicos es muy complejo asignar determinada cantidad de recursos tecnológicos a una sola escuela, dado que la universidad tiene sus recursos tecnológicos al servicio de todas las escuelas, como sucede con el servidor de la universidad o con el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación, CENTIC. Algo similar sucede con los resultados en bienestar ya que la Universidad cuenta con una División responsable del Bienestar Universitario para

todos los estudiantes de la Universidad, contribuyendo activamente en la formación integral de los estudiantes a través del desarrollo de programas y el ofrecimiento de servicios que propenden por el mejoramiento de su calidad de vida.

Figura 6. Representación del proceso de las Escuelas.



Fuente: Autora del proyecto

## **4. DEFINICIÓN DE VARIABLES**

En este capítulo se define un conjunto de variables que se considera como el grupo característico por sus efectos sobre el proceso en cada una de las Escuelas.

Esta especificación de las variables se logra a partir de cinco etapas: en primer lugar se desarrolla un estudio de las variables usadas en los trabajos de investigación previos; la segunda, consiste en un análisis basado en las variables utilizadas por el SUE para medir la eficiencia de las Universidades Públicas, una tercera etapa, consiste en el levantamiento de la información correspondiente a las variables usadas en investigaciones previas y a las variables usadas por el SUE y su posterior análisis, una cuarta etapa resulta del examen de estadístico de las variables, y una última etapa se desarrolla a través de una consulta a expertos sobre la relevancia de las variables en el proceso de las Escuelas.

Este capítulo recoge un desarrollo que ha tomado algún tiempo en su elaboración y en el que las diferentes dependencias de la universidad han participado a través de la recolección de la información, análisis de las variables más importantes y discusiones sobre los resultados.

### **4.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

La revisión bibliográfica tiene el objetivo de encontrar las variables que han usado los investigadores para la evaluación de Universidades, Escuelas o Departamentos dentro de una universidad.

El estudio de la función de producción educativa es una de las líneas de investigación que ha acaparado un gran interés por parte de los investigadores de este campo, sin embargo, pese al gran número de trabajos publicados en torno a

esta cuestión, siguen existiendo dificultades para definir y medir adecuadamente las salidas de las Escuelas, lo que ha llevado a la mayoría de estudios a ensayar distintas aproximaciones a ese resultado final.

En esta sección se analizan 9 aplicaciones de DEA en la evaluación de departamentos o escuelas de una misma universidad en diferentes instituciones del mundo, y una aplicación de DEA para la evaluación de las universidades públicas de Colombia. Las variables de entrada y salida utilizadas en estas investigaciones se presentan en el anexo B.

De acuerdo con las variables identificadas en estas aplicaciones de DEA, la información que se debe levantar para construir las variables de entrada es la siguiente:

- ✓ I1. Una relación de los docentes de cada Escuela indicando su tipo de vinculación (planta/cátedra/ocasional), la dedicación (tiempo completo/medio tiempo/otro), su nivel de formación y el valor del salario devengado.
- ✓ I2. Cantidad de créditos ofrecidos por la Escuela en cada nivel de formación.
- ✓ I3. Relación del personal administrativo y de servicios de la Escuela indicando dedicación (tiempo completo/medio tiempo/otro) y el valor del salario devengado.
- ✓ I4. Monto de los gastos generales de la Escuela sin incluir los salarios de los docentes (en caso de no tener este dato, puede contarse con el monto total de los gastos).
- ✓ I5. Valor del inventario de los equipos de la Escuela y su antigüedad.
- ✓ I6. Valor del presupuesto asignado a la Escuela (Ingresos por investigación y proyectos de extensión, Transferencias oficiales, ...)

La información que se debe levantar para construir las variables de salida es la siguiente:

- ✓ O1. Una relación de las publicaciones (libros, artículos, tesis, etc.) realizadas en cada Escuela, indicando la clasificación del medio usado para la publicación de la misma.
- ✓ O2. Cantidad de estudiantes de pregrado y posgrado que están realizando trabajos de investigación.
- ✓ O3. Relación de congresos, seminarios y cursos a los que se ha asistido y los que se han organizado en la Escuela
- ✓ O4. Relación de los grupos de investigación, indicando su clasificación según Colciencias, los integrantes del grupo con su respectivo nivel de formación, los proyectos actuales e ingresos derivados de las actividades del grupo.
- ✓ O5. Relación de estudiantes de acuerdo a los niveles de formación ofrecidos por la Escuela, indicando el nivel en el que se encuentran.
- ✓ O6. El número de créditos cursados y aprobados por los estudiantes en los diferentes niveles de formación.
- ✓ O7. Información sobre la evaluación docente.
- ✓ O8. Cantidad de graduados en los diferentes niveles de formación.
- ✓ O9. Ingresos derivados de actividades de Investigación.

#### **4.2 MODELO DE INDICADORES DE GESTIÓN DEL SUE**

Como segundo paso para la definición de variables se hace una revisión detallada de los indicadores del Modelo de Indicadores de Gestión del SUE, y se hace un análisis de cuales variables aplican para la valoración de las Escuelas de la Universidad, para hacer el levantamiento de esta información. En la tabla 3 se presenta el análisis realizado.

Tabla 3. Información a levantar para construir los Índices del Sistema de Indicadores de Gestión para las Escuelas.

TIPO DE ÍNDICE	NOMBRE DEL ÍNDICE	APLICA PARA LAS ESCUELAS		INFORMACIÓN A LEVANTAR
		SI	NO	
ÍNDICES DE CAPACIDAD (ICAD)	IC1 - Recursos humanos	✓		I1.
	IC2 - Recursos financieros	✓		I4.
	IC3 - Recursos físicos	✓		I7.
	IC4 - Gastos en personal administrativo.	✓		I4.
	IC6 - Infraestructura Tecnológica-	✓		I5.
ÍNDICES DE RESULTADOS DE FORMACIÓN (IRFOR)	IRD1 - Multidisciplinarietàad	✓		O10.
	RD2 - Calidad	✓		O10.
	IRD3 - Cobertura	✓		O5.
	IRD4 - Cobertura	✓		O5.
	IRD5 - Impacto	✓		O8.
	IRD6 - Calidad	✓		O11.
	IRD7 - Calidad	✓		O5.
	IRD8 - Calidad	✓		O12.
	IRD9 – Impacto	✓		O13.
	IRD10 – Movilidad	✓		O14.
	IRD11 - Internacionalización	✓		O15.
ÍNDICES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (IRPROD)	IRI1 - Investigación	✓		O4.
	IRI2 - Productividad	✓		O16.
	IRI3 - Productividad	✓		O1.
	IRI4 - Productividad	✓		O17.
	IR I5 - Ponencias	✓		O18.
	IRI6 - Impacto	✓		O8.
	IRI7 - Impacto	✓		O19.
INDICADORES DE EXTENSIÓN (IREXT)	IRE2 - Extensión	✓		O20.
	IRE3 - Extensión	✓		O21.
	IRE4 - Educación continuada	✓		O22.
	IRE5 - Entidades	✓		O23.
	IRE6 - Número de patentes licenciadas	✓		O24.
	IRE7 - Emisiones		X	-

		IRE8 - Medios impresos		X	-
		IRE9 - Producción cultural		X	-
		IRE10 - Exposiciones		X	-
INDICADOR DE BIENESTAR (IRBIE)		IRB1 - Bienestar atención al estudiante	✓		O25.
		IRB2 - Retención	✓		O26.

Fuente: Autora del proyecto.

De acuerdo con los indicadores establecidos por el Sistema de Indicadores de Gestión del SUE, la información adicional a la que se debe levantar para construir las variables de entrada es la siguiente:

- ✓ 17. Área de los espacios físicos construidos disponibles para las actividades de la Escuela

De acuerdo con los indicadores establecidos por el Sistema de Indicadores de Gestión del SUE, la información adicional a la que se debe levantar para construir las variables de salida es la siguiente:

- ✓ O10. Número de programas académicos de pregrado y posgrado ofrecidos por la Escuela, detallando si están o no acreditados.
- ✓ O11. Número ponderado de estudiantes de la Escuela que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES.
- ✓ O12. RESULTADOS B2 EN INGLES EN PRUEBAS ECAES. Número de estudiantes con resultados B2 en el examen de inglés en el ECAES.
- ✓ O13. GRADUADOS EN EL MERCADO LABORAL. Número de graduados en el año anterior y vinculados al sector laboral. Se utilizó este indicador para el modelo estático.
- ✓ O14. Número de estudiantes en programas de movilización en universidades internacionales con las que se tiene convenio.

- ✓ O15. Número de estudiantes extranjeros matriculados en cualquier nivel educativo de IES internacionales con las que se tiene convenio.
- ✓ O16. Número ponderado de revistas indexadas de la institución de acuerdo la legislación vigente (Colciencias).
- ✓ O17. Número de patentes nacionales e internacionales y secretos industriales de la Escuela.
- ✓ O18. Número de ponencias de docentes en eventos especializados académicos de divulgación nacional o internacional.
- ✓ O19. Producción citada. Dicha producción incluye los artículos en revistas científicas especializadas, los libros y capítulos, la derivadas en congresos y reuniones científicas y se considera como citada cuando por lo menos ha recibido una cita
- ✓ O20. Número de docentes en TCE (Tiempo Completo Equivalente) dedicados a las actividades de extensión en el respectivo año.
- ✓ O21. Estudiantes vinculados en el desarrollo de la función de extensión
- ✓ O22. Número de horas ofertadas en programas de educación continuada al año.
- ✓ O23. Entidades vinculadas formalmente al desarrollo de la extensión
- ✓ O24. Número de patentes licenciadas dirigidas a programas de extensión.
- ✓ O25. Apoyos económicos a estudiantes de pregrado y posgrado.
- ✓ O26. Tasa de retención de los estudiantes.

### **4.3 INFORMACIÓN DISPONIBLE**

En esta etapa de la definición de variables se establece la forma de obtención de la información para la construcción de las variables. Inicialmente hace una solicitud de la información para construir las variables que se han usado en la diversa literatura sobre aplicaciones de DEA a las Escuelas y de la información relacionada con las variables usadas por el Modelo de Indicadores de Gestión del

SUE. La información a levantar y su forma de presentación se presenta en los anexos C y D.

Para el proceso de recolección de la información se cuenta con el apoyo de Planeación y de la Dirección de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

Planeación, como Unidad responsable de hacer el levantamiento de la información relacionada con el Modelo de Indicadores de Gestión para reportarla al Sistema de Universidades Estatales (SUE), hace la recolección de la información presentada a continuación:

- ✓ I1. Una relación de los docentes de cada Escuela indicando su tipo de vinculación (planta/cátedra/ocasional), la dedicación (tiempo completo/medio tiempo/otro), su nivel de formación y el valor del salario devengado.
- ✓ I7. Área de los espacios físicos construidos disponibles para las actividades de la Escuela
- ✓ O1. Una relación de las publicaciones (libros, artículos, tesis, etc.) realizadas en cada Escuela, indicando la clasificación del medio usado para la publicación de la misma.
- ✓ O5. Relación de estudiantes de acuerdo a los niveles de formación ofrecidos por la Escuela.
- ✓ O8. Cantidad de graduados en los diferentes niveles de formación.
- ✓ O10. Número de programas académicos de pregrado y posgrado ofrecidos por la Escuela, detallando si están o no acreditados. Información para cada semestre.
- ✓ O13. Graduados en el mercado laboral. Número de graduados en el año anterior y vinculados al sector laboral. Se utilizó este indicador para el modelo estático.

- ✓ O18. Número de ponencias de docentes en eventos especializados académicos de divulgación nacional o internacional.
- ✓ O19. Producción citada. Dicha producción incluye los artículos en revistas científicas especializadas, los libros y capítulos, la derivadas en congresos y reuniones científicas y se considera como citada cuando por lo menos ha recibido una cita.
- ✓ O20. Número de docentes en TCE (Tiempo Completo Equivalente) dedicados a las actividades de extensión en el respectivo año.
- ✓ O21. Estudiantes vinculados en el desarrollo de la función de extensión. Información para cada semestre
- ✓ O22. Número de horas ofertadas en programas de educación continuada al año.
- ✓ O23. Entidades vinculadas formalmente al desarrollo de la extensión
- ✓ O25. Apoyos económicos a estudiantes de pregrado y posgrado.
- ✓ O26. Tasa de retención de los estudiantes.

Por otra parte, la Dirección de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, mediante una carta dirigida a cada una de las dependencias correspondientes, hace la presentación del proyecto y solicita la información para la construcción de las demás variables.

Las solicitudes realizadas por la Dirección de Escuela se presentan a continuación:

#### **Información solicitada a División de Servicios de Información**

- ✓ I2. Cantidad de créditos ofrecidos por la Escuela en cada nivel de formación.
- ✓ O6. El número de créditos cursados y aprobados por los estudiantes en los diferentes niveles de formación.

### **Información solicitada a División de Recursos Humanos**

- ✓ I3. Relación del personal administrativo y de servicios de la Escuela indicando dedicación (tiempo completo/medio tiempo/otro) y el valor del salario devengado.

### **Información solicitada a División Financiera**

- ✓ I4. Monto de los gastos generales de la Escuela sin incluir los salarios de los docentes (en caso de no tener este dato, puede contarse con el monto total de los gastos).
- ✓ I5. Inventario de los equipos de la Escuela con su valor y antigüedad.

### **Información solicitada a VIE**

- ✓ I6. Valor del presupuesto asignado a la Escuela (Ingresos por investigación y proyectos de extensión, Transferencias oficiales, ...)
- ✓ O4. Relación de los grupos de investigación, indicando su clasificación según Colciencias, los integrantes del grupo con su respectivo nivel de formación, los proyectos actuales e ingresos derivados de las actividades del grupo. Información para cada semestre.
- ✓ O9. Ingresos derivados de actividades de Investigación.
- ✓ O16. Número ponderado de revistas indexadas de la institución de acuerdo la legislación vigente (Colciencias).
- ✓ O17. Número de patentes nacionales e internacionales y secretos industriales de la Escuela.
- ✓ O24. Número de patentes licenciadas dirigidas a programas de extensión.

### **Información solicitada a las Escuelas**

- ✓ O2. Cantidad de estudiantes de pregrado y posgrado que están realizando trabajos de investigación.
- ✓ O3. Relación de congresos, seminarios y cursos a los que se ha asistido y los que se han organizado en la Escuela.

### Información solicitada a Vicerrectoría Académica

- ✓ O7. Información sobre la evaluación docente.
- ✓ O11. Número ponderado de estudiantes de la Escuela que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES.
- ✓ O12. RESULTADOS B2 EN INGLES EN PRUEBAS ECAES. Número de estudiantes con resultados B2 en el examen de inglés en el ECAES.

### Información solicitada a Relaciones Exteriores

- ✓ O14. Número de estudiantes en programas de movilización en universidades internacionales con las que se tiene convenio.
- ✓ O15. Número de estudiantes extranjeros matriculados en cualquier nivel educativo de IES internacionales con las que se tiene convenio.

En el levantamiento de la información se encontraron algunas limitaciones de disponibilidad de la información, éstas se muestran a continuación en la tabla 4.

Tabla 4. Limitaciones en el levantamiento de variables.

VARIABLE	OBSERVACIÓN
I1. Una relación de los docentes de cada Escuela indicando su tipo de vinculación (planta/cátedra/ocasional), la dedicación (tiempo completo/medio tiempo/otro), su nivel de formación y el valor del salario devengado.	Información Disponible.
I2. Cantidad de créditos ofrecidos por la Escuela en cada nivel de formación.	Información Disponible. Esta información será usada como un resultado del proceso educativo.
I3. Relación del personal administrativo y de servicios de la Escuela indicando dedicación (tiempo completo/medio tiempo/otro) y el valor del salario devengado.	Se cuenta con esta información, pero no se tiene el dato sobre la escuela a la que corresponde. NO SE USARÁ ESTA INFORMACIÓN.
I4. Monto de los gastos generales de la Escuela sin incluir los salarios de los docentes (en caso de no tener este dato, puede contarse con el monto total de los gastos).	Información Disponible, pero no corresponde exactamente al primer y segundo periodo académico de 2009, se tienen los datos a Julio y a Diciembre.

15. Inventario de los equipos de la Escuela con su valor y antigüedad.	Información Disponible.
16. Valor del presupuesto asignado a la Escuela (Ingresos por investigación y proyectos de extensión, Transferencias oficiales, ...)	Información Disponible, pero no corresponde exactamente al primer y segundo periodo académico de 2009, se tienen los datos a Julio y a Diciembre.
17. Área de los espacios físicos construidos disponibles para las actividades de la Escuela	Información Disponible. No se tuvo en cuenta el dato sobre el espacio físico asignado a las facultades, solo se consideraron los espacios físicos de cada una de las escuelas.
O1. Una relación de las publicaciones (libros, artículos, tesis, etc.) realizadas en cada Escuela, indicando la clasificación del medio usado para la publicación de la misma.	Se cuenta con esta información. Inicialmente se tenía un listado de los artículos y sus autores, de modo que se tuvo que buscar la Escuela a la que pertenecen y se tuvieron en cuenta aquellos artículos con autores de dos o más escuelas como si fueran un artículo para cada una, mientras que si los autores pertenecían a una misma escuela solo se tuvo en cuenta un artículo.
O2. Cantidad de estudiantes de pregrado y posgrado que están realizando trabajos de investigación.	Se solicitó la información a las Escuelas directamente, pero solo se obtuvo respuesta de 11 de las 27 Escuelas. NO SE USARÁ ESTA INFORMACIÓN.
O3. Relación de congresos, seminarios y cursos a los que se ha asistido y los que se han organizado en la Escuela	Se solicitó la información a las Escuelas directamente, pero solo se obtuvo respuesta de 11 de las 27 Escuelas. NO SE USARÁ ESTA INFORMACIÓN.
O4. Relación de los grupos de investigación, indicando su clasificación según Colciencias, los integrantes del grupo con su respectivo nivel de formación, los proyectos actuales e ingresos derivados de las actividades del grupo. Información para cada semestre.	Información Disponible. No se cuenta con información sobre los ingresos derivados por las actividades del grupo, pero se cuenta con un dato global que corresponde a los ingresos de la Escuela por actividades de investigación y extensión.
O5. Relación de estudiantes de acuerdo a los niveles de formación ofrecidos por la Escuela.	Información Disponible.
O6. El número de créditos cursados y aprobados por los estudiantes en los diferentes niveles de formación.	Información Disponible.
O7. Información sobre la evaluación docente.	Para el primer periodo académico del año 2009 no hay datos de evaluación docente, de modo que para ese periodo se usará el promedio de los datos correspondientes al primer y segundo periodo académico del año 2008.

O8. Cantidad de graduados en los diferentes niveles de formación.	Información Disponible. No hay datos de los graduados de los programas de posgrado con la modalidad de extendido (convenio con otras universidades).
O9. Ingresos derivados de actividades de Investigación.	Se cuenta con un dato global que corresponde a los ingresos de la Escuela por actividades de investigación y extensión.
O10. Número de programas académicos de pregrado y posgrado ofrecidos por la Escuela, detallando si están o no acreditados. Información para cada semestre.	Información Disponible. NOTA: Las 8 especializaciones médicas fueron consideradas como maestrías.
O11. Número ponderado de estudiantes de la Escuela que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES.	Se cuenta con el dato promedio en las pruebas. Para el primer periodo académico del 2009 no hubo pruebas de ECAES de modo que se usó un promedio del 2007 y 2008, ya que en cada año se presentó una prueba. Para las Escuelas para los que no se pudo construir la información, se usará el dato del segundo semestre académico del año 2009.
O12. RESULTADOS B2 EN INGLES EN PRUEBAS ECAES. Número de estudiantes con resultados B2 en el examen de inglés en el ECAES.	Se cuenta con el dato promedio en las pruebas a nivel global.
O13. GRADUADOS EN EL MERCADO LABORAL. Número de graduados en el año anterior y vinculados al sector laboral. Se utilizó este indicador para el modelo estático.	No se cuenta con ésta información. NO SE TENDRÁ EN CUENTA ESTA INFORMACIÓN.
O14. Número de estudiantes en programas de movilización en universidades internacionales con las que se tiene convenio.	Información Disponible.
O15. Número de estudiantes extranjeros matriculados en cualquier nivel educativo de IES internacionales con las que se tiene convenio.	Información Disponible. El dato es 0 estudiantes matriculados.
O16. Número ponderado de revistas indexadas de la institución de acuerdo la legislación vigente (Colciencias).	Este dato no se tendrá en cuenta ya que la Universidad cuenta solamente con 13 revistas indexadas que pertenecen en su gran mayoría a una facultad y no a una escuela en específico. NO SE TENDRÁ EN CUENTA ESTA INFORMACIÓN.
O17. Número de patentes nacionales e internacionales y secretos industriales de la Escuela.	Información Disponible. El dato es 0 patentes. NO SE TENDRÁ EN CUENTA ESTA INFORMACIÓN.

O18. Número de ponencias de docentes en eventos especializados académicos de divulgación nacional o internacional.	Información disponible, pero los eventos corresponden a los realizados durante los años 2005-2008 en su gran mayoría, solamente el 11% de los eventos se realizaron en el 2009. NO SE USARÁ ESTA INFORMACIÓN.
O19. Producción citada. Dicha producción incluye los artículos en revistas científicas especializadas, los libros y capítulos, la derivadas en congresos y reuniones científicas y se considera como citada cuando por lo menos ha recibido una cita.	Información no disponible. NO SE TENDRÁ EN CUENTA ESTA INFORMACIÓN.
O20. Número de docentes en TCE (Tiempo Completo Equivalente) dedicados a las actividades de extensión en el respectivo año.	Información disponible correspondiente a las horas de extensión dentro de la jornada. Para las horas fuera de la jornada no se cuenta con detalle del semestre al que corresponden. Solo se tendrá en cuenta la información de la extensión dentro de la jornada.
O21. Estudiantes vinculados en el desarrollo de la función de extensión. Información para cada semestre.	Se cuenta con la información pero no se tiene el dato sobre el semestre al que corresponde. SE USARÁ EL DATO ANUAL DIVIDIDO EN DOS.
O22. Número de horas ofertadas en programas de educación continuada al año.	Información Disponible.
O23. Entidades vinculadas formalmente al desarrollo de la extensión	Solamente 8 Escuelas se han vinculado formalmente al desarrollo de la Extensión, y no se tiene el dato sobre el semestre al que corresponde. NO SE USARÁ ESTA INFORMACIÓN.
O24. Número de patentes licenciadas dirigidas a programas de extensión.	Información Disponible. El dato es 0 patentes. NO SE USARÁ ESTA INFORMACIÓN.
O25. Apoyos económicos a estudiantes de pregrado y posgrado.	No se tiene información sobre la Escuela a la que están vinculados los estudiantes, ni el semestre académico en que se dieron los auxilios. NO SE USARÁ ESTA INFORMACIÓN.
O26. Tasa de retención de los estudiantes.	Información Disponible.

Fuente: Autora del proyecto

El número de variables se ha visto limitado por la disposición de las diferentes dependencias, en especial de las Escuelas, a suministrar información sobre su gestión, y por otra parte, porque la información suministrada no necesariamente refleja la realidad de las Escuelas, dado que algunos datos corresponden a periodos diferentes a los que se quieren evaluar.

Después de un análisis de la información y de estudiar sus características, se destacó la importancia de agrupar las variables independientes en recursos humanos, físicos y financieros, y por otra parte las variables dependientes en variables de Formación y Variables de Investigación y Extensión.

#### 4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con la información disponible se hace un análisis para establecer las variables a incluir en la investigación, inicialmente se cuenta con 13 variables de entrada y 43 variables de salida que se muestran en los anexos E y F, y que desde este momento se denotarán de la siguiente manera:

Tabla 5. Notación de las variables de Entrada.

#	Información - Variables de Entrada	Notación
<b>RECURSOS HUMANOS</b>		
1	Docentes de Planta T.C.E.	Doc_Planta
2	Docentes Cátedra T.C.E.	Doc_Catedra
3	Total Docentes T.C.E.	T_Docentes
4	Doctores en T.C.E.	Doc_Doctor
5	Docentes con maestría en T.C.E.	Doc_Maestria
6	Docentes con Especialización en T.C.E.	Doc_Espec
7	Docentes con título universitario en T.C.E.	Doc_Univ
8	Tecnólogos en T.C.E.	Doc_Tecno
9	Docentes con educación secundaria en T.C.E.	Doc_Sec
<b>RECURSOS FINANCIEROS</b>		
10	Egresos ejecutados por fondo 1 (gastos generales, millones)	G_General
11	Ingresos Aprobados en Fondos 1, 3, 6 y 8 (presupuesto asignado, millones)	Presupuesto
<b>RECURSOS FÍSICOS</b>		
12	Valor del inventario	Inventario
13	Área Construida en m2	Area

Fuente: Autora del Proyecto

Tabla 6. Notación de las variables de Salida.

#	Información - Variables de Salida	Notación
	<b>VARIABLES DE FORMACIÓN ACADÉMICA</b>	
1	Matriculados pregrado	Mat_Pregrado
2	Matriculados doctorado	Mat_Doctor
3	Matriculados maestría	Mat_Maestria
4	Matriculados especialización	Mat_Espec
5	Cupos ofrecidos PREGRADO No. Asignaturas×No. cursos	Cup_Pregrado
6	Cupos ofrecidos en Doctorado Asignaturas×No. Cursos	Cup_Doctor
7	Cupos ofrecidos en Maestría Asignaturas×No. Cursos	Cup_Maestria
8	Cupos ofrecidos en Especialización Asignaturas × No. Cursos	Cup_Espec
9	Estudiantes que cancelan por cada 100	P_Cancel
10	Estudiantes que pierden asignaturas por cada 100	P_Perd
11	Estudiantes condicionales 1ra vez por cada 100	P_Cond1
12	Estudiantes condicionales 2da vez por cada 100	P_Cond2
13	Estudiantes PFU por cada 100	P_Pfu
14	Estudiantes Retirados por cada 100	P_Ret
15	Media Evaluación docente Planta	Eval_Planta
16	Media Evaluación docente Cátedra	Eval_Catedra
17	Graduados en pregrado	Grad_Pregrado
18	Graduados Doctorado	Grad_Doctor
19	Graduados Maestría	Grad_Maestria
20	Graduados Especialización	Grad_Espec
21	Puntaje promedio ECAES	Ecaes
22	Programas de pregrado	Prog_Pregrado
23	Programas de doctorado	Prog_Doctor
24	Programas de maestría	Prog_Maestria
25	Programas de especialización	Prog_Espec
26	No. estudiantes en universidades internacionales	Est_intern
	<b>VARIABLES DE INVESTIGACIÓN</b>	
27	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) TOTAL	Pub_Total
28	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) A1	Pub_A1
29	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) A2	Pub_A2

30	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) B	Pub_B
31	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) C	Pub_C
32	Grupos de Inv. Reconocidos por COLCIENCIAS	Grup_Total
33	Grupos de Inv. en categoría A	Grup_A
34	Grupos de Inv. en categoría A1	Grup_A1
35	Grupos de Inv. en categoría B	Grup_B
36	Grupos de Inv. en categoría C	Grup_C
37	Grupos de Inv. en categoría D	Grup_D
38	Grupos de Inv. sin Clasificar	Grup_Sin
39	Ingresos por actividades de Investigación y Extensión (Fondo 3)	Ing_Invyext
	<b>VARIABLES DE EXTENSIÓN</b>	
40	TCE dedicados a extensión dentro de la jornada	Doc_Ext
41	Estudiantes vinculados a extensión como pasantes	Est_Pasantes
42	Estudiantes vinculados a extensión como asistentes	Est_Asistentes
43	Horas ofertadas en Cursos y Diplomados > 16 horas	Diplomados

Fuente: Autora del Proyecto

Para la selección de variables, como primer paso se hace un análisis de correlaciones, que se presenta en los anexos G, H e I.

De acuerdo a los valores de correlación entre las variables, se pueden identificar relaciones lineales entre algunas de las variables, que sugieren que no sería de gran utilidad incluirlas simultáneamente en el modelo, ya que un alto valor de correlación indica que existe información redundante.

Como siguiente paso, para confirmar la existencia de relación entre las variables y con el objetivo de identificar grupos de variables, se hace una aplicación de la técnica estadística multivariante llamada Análisis de Componentes Principales usando SPSS.

El análisis de componentes se usa para obtener nuevas variables (componentes principales) como combinaciones lineales de las variables originales, ofreciendo

información sobre la variación de los datos originales que se puede explicar a través de cada componente.

En el análisis de componentes, la elección de los factores se realiza de tal forma que el primero recoja la mayor proporción posible de la variabilidad original; el segundo factor debe recoger la máxima variabilidad posible no recogida por el primero, y así sucesivamente. Del total de factores se elegirán aquellos que recojan el porcentaje de variabilidad que se considere suficiente y se les denominará componentes principales. Este análisis se presenta en las tablas 7, 9 y 11 para las variables de entrada, salidas de formación académica y salidas de investigación y extensión, respectivamente.

Una vez seleccionados los componentes principales, se representan en forma de matriz. Cada elemento de ésta representa los coeficientes factoriales de las variables (las correlaciones entre las variables y los componentes principales). La matriz tendrá tantas columnas como componentes principales y tantas filas como variables. Esta información se presenta en las tablas 8, 10 y 12 para las variables de entrada, salidas de formación académica y salidas de investigación y extensión, respectivamente.

Como último paso del análisis de componentes principales se hace una representación gráfica en el espacio tridimensional, donde cada componente corresponde a cada uno de los ejes del espacio, y los puntos están representados por la coordenada que le corresponde a esa variable en cada uno de esos componentes. Las proximidades entre los puntos indican el grado de correlación que existe entre ellas. Las figuras 7, 8 y 9 corresponden a la representación gráfica de los componentes para las variables de entrada, salidas de formación académica y salidas de investigación y extensión, respectivamente.

Tabla 7. Análisis de Componentes Principales para las variables de entrada.

Total Variance Explained							
Component		Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
		Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
Dimension	1	5,331	41,005	41,005	5,331	41,005	41,005
	2	2,564	19,724	60,729	2,564	19,724	60,729
	3	1,643	12,641	73,370	1,643	12,641	73,370
	4	1,400	10,770	84,140			
	5	,806	6,197	90,337			
	6	,608	4,680	95,017			
	7	,300	2,307	97,324			
	8	,138	1,059	98,383			
	9	,125	,959	99,342			
	10	,062	,476	99,818			
	11	,023	,177	99,995			
	12	,001	,005	100,000			
	13	3,105E-9	2,388E-8	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Fuente: Autora del Proyecto

Tabla 8. Matriz de Componentes Principales para las variables de entrada

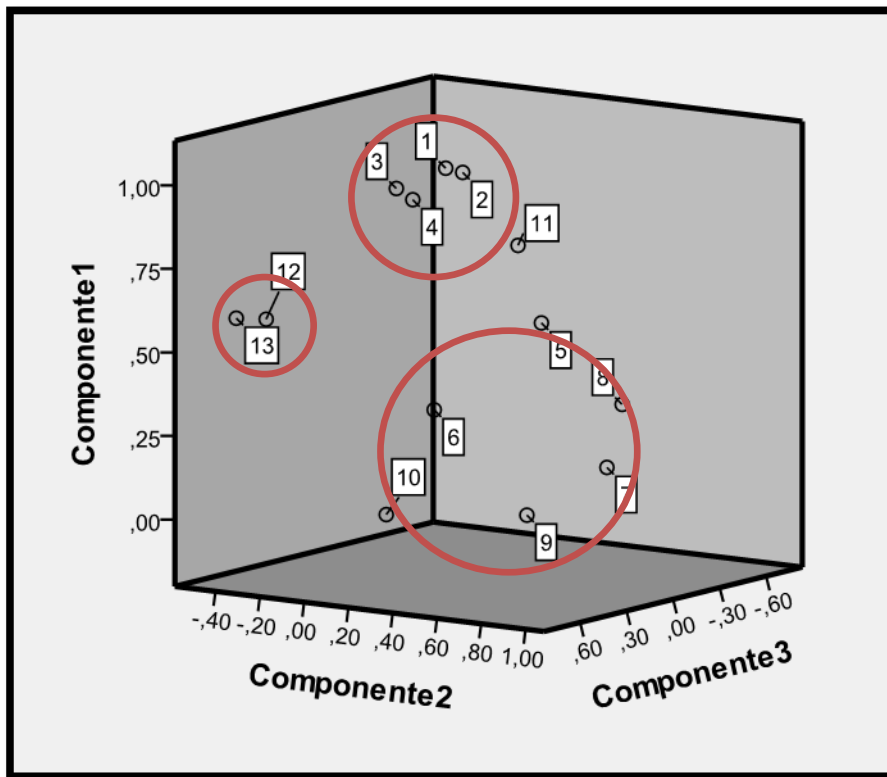
Component Matrix <sup>a</sup>				
		Component		
		1	2	3
T_Docentes	1	,970	-,093	-,213
Doc_Planta	2	,969	,006	-,181
G_General	3	,947	-,090	,110
Doc_Catedra	4	,858	-,265	-,246
Area	5	,607	,603	,164
Doc_Univ	6	,310	,128	,177
Inventario	7	,202	,913	,184
Doc_Doctor	8	,353	,806	-,067
Presupuesto	9	,031	,555	,189
Doc_Sec	10	-,035	-,146	,095
Doc_Maestria	11	,683	-,102	-,692
Doc_Tecno	12	,607	-,276	,684
Doc_Espec	13	,591	-,444	,637

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Fuente: Autora del Proyecto

Figura 7. Representación gráfica de los Componentes principales para las variables de entrada.



Fuente: Autora del Proyecto

Tabla 9. Análisis de Componentes Principales para las variables de formación académica.

**Total Variance Explained**

Component		Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
		Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
Dimension	1	5,376	20,675	20,675	5,376	20,675	20,675
	2	4,754	18,285	38,961	4,754	18,285	38,961
	3	3,624	13,940	52,901	3,624	13,940	52,901
	4	2,729	10,497	63,398			
	5	1,569	6,035	69,434			
	6	1,346	5,177	74,610			
	7	,917	3,526	78,136			
	8	,845	3,248	81,385			
	9	,785	3,019	84,404			

	10	,719	2,765	87,169			
	11	,686	2,640	89,809			
	12	,531	2,040	91,850			
	13	,404	1,555	93,405			
	14	,371	1,429	94,833			
	15	,286	1,100	95,933			
	16	,203	,780	96,713			
	17	,190	,729	97,442			
	18	,161	,620	98,061			
	19	,123	,475	98,536			
	20	,105	,405	98,942			
	21	,091	,351	99,293			
	22	,073	,279	99,572			
	23	,045	,173	99,744			
	24	,029	,111	99,856			
	25	,026	,101	99,956			
	26	,011	,044	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Fuente: Autora del Proyecto

Tabla 10. Matriz de Componentes Principales para las variables de formación académica.

<b>Component Matrix<sup>a</sup></b>				
		<b>Component</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>P_Ret</b>	<b>1</b>	-0,738	0,156	-0,156
<b>Grad_Pregrado</b>	<b>2</b>	0,717	0,338	-0,142
<b>Mat_Espec</b>	<b>3</b>	0,706	0,352	-0,371
<b>Mat_Pregrado</b>	<b>4</b>	0,669	0,481	-0,077
<b>P_Pfu</b>	<b>5</b>	-0,667	0,553	-0,086
<b>Grad_Espec</b>	<b>6</b>	0,655	0,364	-0,161
<b>Cup_Espec</b>	<b>7</b>	0,635	0,365	-0,417
<b>Est_intern</b>	<b>8</b>	0,604	0,255	-0,418
<b>P_Cancel</b>	<b>9</b>	-0,582	0,523	0,067
<b>Prog_Espec</b>	<b>10</b>	0,52	0,279	-0,135
<b>Ecaes</b>	<b>11</b>	0,211	-0,113	-0,024
<b>P_Perd</b>	<b>12</b>	-0,426	0,752	0,089
<b>Cup_Pregrado</b>	<b>13</b>	0	0,72	0,069
<b>Prog_Doctor</b>	<b>14</b>	0,058	0,677	0,258

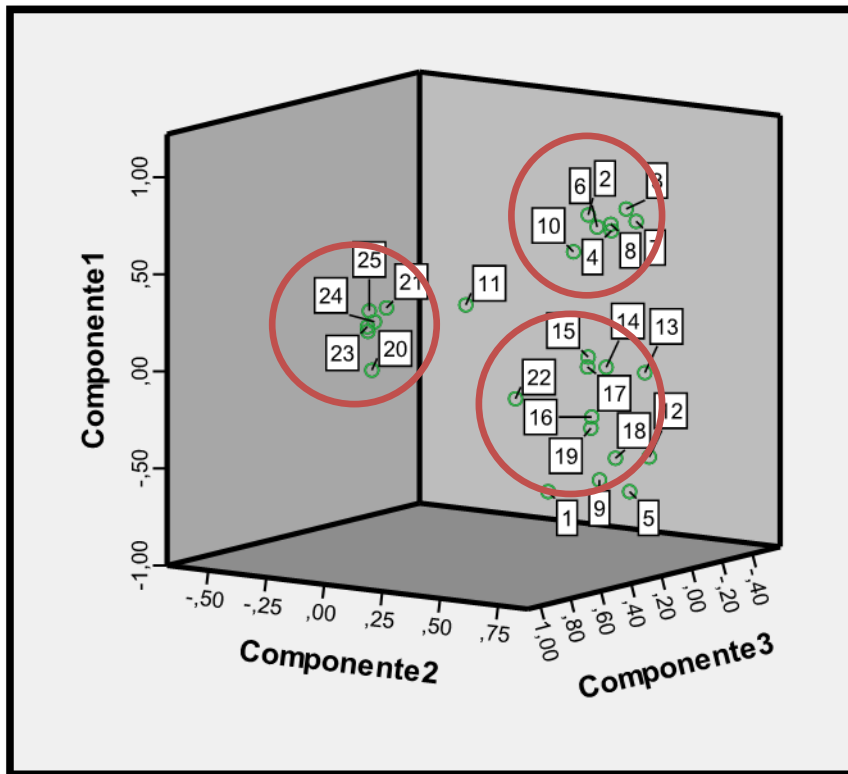
Mat_Doctor	15	0,079	0,552	0,186
Cup_Doctor	16	-0,237	0,547	0,155
Grad_Doctor	17	0,014	0,519	0,14
P_Cond1	18	-0,497	0,507	-0,063
P_Cond2	19	-0,334	0,454	0,018
Eval_Catedra	20	-0,145	-0,43	0,111
Eval_Planta	21	0,191	-0,354	0,132
Prog_Pregrado	22	-0,174	0,255	0,211
Mat_Maestria	23	0,297	0,054	0,881
Prog_Maestria	24	0,316	0,059	0,842
Grad_Maestria	25	0,366	0,032	0,835
Cup_Maestria	26	0,245	-0,008	0,783

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Fuente: Autora del Proyecto

Figura 8. Representación gráfica de los Componentes principales para las variables de formación académica.



Fuente: Autora del Proyecto

Tabla 11. Análisis de Componentes Principales para las variables de Investigación y extensión

<b>Total Variance Explained</b>							
<b>Component</b>		<b>Initial Eigenvalues</b>			<b>Extraction Sums of Squared Loadings</b>		
		<b>Total</b>	<b>% of Variance</b>	<b>Cumulative %</b>	<b>Total</b>	<b>% of Variance</b>	<b>Cumulative %</b>
<b>Dimension</b>	1	6,795	39,968	39,968	6,795	39,968	39,968
	2	2,254	13,257	53,225	2,254	13,257	53,225
	3	1,455	8,561	61,786	1,455	8,561	61,786
	4	1,266	7,446	69,232			
	5	1,035	6,086	75,318			
	6	,834	4,908	80,226			
	7	,763	4,486	84,711			
	8	,703	4,137	88,849			
	9	,510	3,002	91,851			
	10	,360	2,120	93,971			
	11	,329	1,937	95,908			
	12	,243	1,431	97,340			
	13	,216	1,273	98,613			
	14	,139	,818	99,431			
	15	,091	,533	99,964			
	16	,006	,036	100,000			
	17	8,060E-5	,000	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Fuente: Autora del Proyecto

Tabla 12. Matriz de Componentes Principales para las variables de Investigación y extensión.

<b>Component Matrix<sup>a</sup></b>				
		<b>Component</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Pub_Total</b>	1	0,971	-0,05	-0,021
<b>Pub_A1</b>	2	0,915	-0,144	0,042
<b>Grup_C</b>	3	0,828	-0,182	0,1
<b>Grup_Total</b>	4	0,827	0,366	0,207
<b>Pub_C</b>	5	0,793	-0,011	-0,124
<b>Pub_B</b>	6	0,699	0,227	-0,15

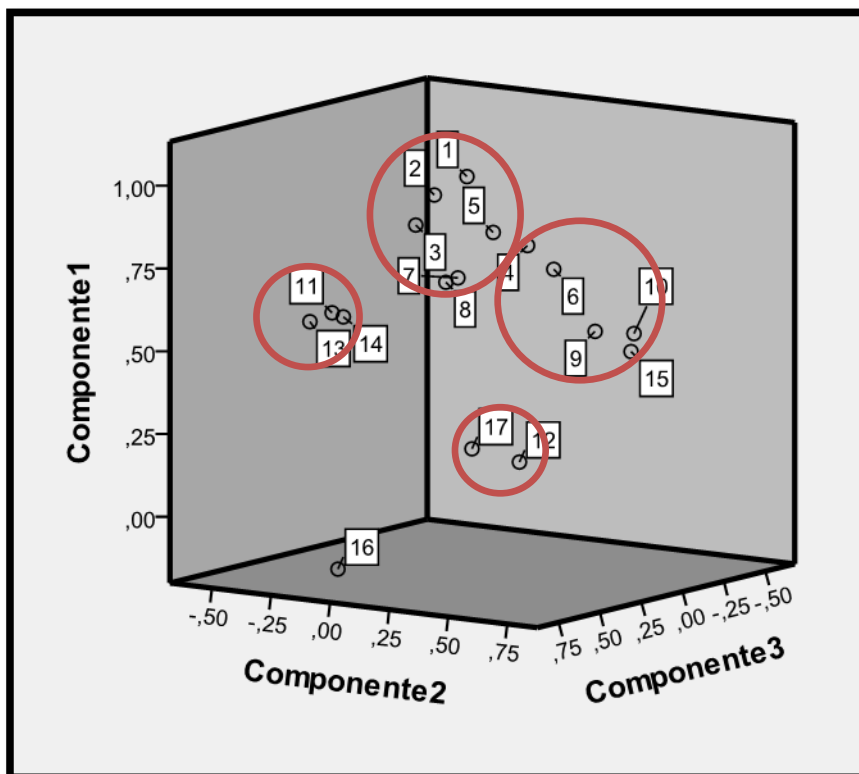
Pub_A2	7	0,678	-0,026	0,068
Doc_Ext	8	0,632	-0,185	-0,086
Grup_B	9	0,473	0,199	-0,44
Est_Pasantes	10	0,547	0,615	-0,081
Ing_Invyext	11	0,521	-0,579	0,039
Grup_Sin	12	0,23	0,56	0,533
Grup_A1	13	0,52	-0,544	0,223
Diplomados	14	0,515	-0,523	0,051
Grup_A	15	0,469	0,517	-0,203
Est_Asisntentes	16	-0,114	-0,034	0,782
Grup_D	17	0,228	0,266	0,4

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Fuente: Autora del Proyecto

Figura 9. Representación gráfica de los Componentes principales para las variables de Investigación y extensión.



Fuente: Autora del Proyecto

De acuerdo al análisis estadístico realizado en esta sección se identificaron los siguientes grupos de variables altamente correlacionados entre sí:

VARIABLES DE ENTRADA:

- ✓ T\_Docentes, Doc\_Planta, Doc\_Catedra, G\_General y Doc\_Maestria.
- ✓ Area, Doc\_Univ, Inventario, Doc\_Doctor, Presupuesto y Doc\_Sec.
- ✓ Doc\_Tecno y Doc\_Espec

VARIABLES DE SALIDA DE FORMACIÓN ACADÉMICA:

- ✓ P\_Ret, P\_Pfu, P\_Cancel, P\_Perd, P\_Cond1, P\_Cond2, Prog\_Pregrado, Cup\_Pregrado, Prog\_Doctor, Mat\_Doctor, Cup\_Doctor y Grad\_Doctor.
- ✓ Grad\_Pregrado, Mat\_Pregrado, Mat\_Espec, Grad\_Espec, Prog\_Espec. y Est\_intern.
- ✓ Ecaes, Eval\_Catedra, Eval\_Planta, Mat\_Maestria, Prog\_Maestria, Grad\_Maestria y Cup\_Maestria.

VARIABLES DE SALIDA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN:

- ✓ Grup\_D y Grup\_Sin
- ✓ Diplomados, Grup\_A1 y Ing\_Invyext
- ✓ Pub\_B, Grup\_B, Est\_Pasantes y Grup\_A
- ✓ Pub\_Total, Pub\_A1, Grup\_C, Grup\_Total, Pub\_C, Pub\_A2 y Doc\_Ext

A pesar de que el análisis estadístico es un factor decisivo para la selección de variables, debe tenerse en cuenta que la definición y selección de variables debe apoyarse de una base conceptual y/o empírica que justifique la relación que existe entre los grupos de variables, y la relación entre las variables de entrada y las variables de salida de Formación Académica e Investigación y Extensión.

## 4.5 CONSULTA A EXPERTOS

Como siguiente paso se hace un análisis de las variables usando una tabla de valoración en la que los expertos asignan un puntaje de 1 a 5 de acuerdo a la importancia que tiene cada una de las variables para el proceso, y una clasificación del aspecto sobre el que tiene influencia (formación, investigación o extensión).

Para el desarrollo de esta etapa se cuenta con el apoyo de los Vicerrectores Académico y de Investigación y Extensión, quienes dieron su punto de vista de las variables de las que ellos tenían conocimiento. Los resultados obtenidos en la consulta se muestran a continuación:

Tabla 13. Consulta a expertos para variables de entrada

#	Información - Variable de Entrada	Relevancia (1-5)		Influencia sobre (Docencia / Investigación / Extensión)	
		V.I.E.	V.A.	V.I.E.	V.A.
	<b>RECURSOS HUMANOS</b>				
1	Docentes de Planta T.C.E.	5	5	I / E	D / I / E
2	Docentes Cátedra T.C.E.	3	5	I	D
3	Total Docentes T.C.E.	-	-	-	-
4	Doctores en T.C.E.	5	4 / 5	I	D / I y E
5	Docentes con maestría en T.C.E.	4	4	I	D / I
6	Docentes con Especialización en T.C.E.	3	4	I	D
7	Docentes con título universitario en T.C.E.	-	4	-	D
8	Tecnólogos en T.C.E.	-	3	-	D
9	Docentes con educación secundaria en T.C.E.	-	-	-	-
	<b>RECURSOS FINANCIEROS</b>				
10	Egresos ejecutados por fondo 1 (gastos generales)	4		I	
11	Ingresos Aprobados en Fondos 1, 3, 6 y 8	4 / 5		I / E	

	(presupuesto asignado)				
	<b>RECURSOS FÍSICOS</b>				
12	Valor del inventario	3		I	
13	Área Construida en m2	3		I	

Fuente: Autora del proyecto

Tabla 14. Consulta a expertos para variables de salida

#	Información - Variable de Salida	Relevancia (1-5)	
		V.I.E.	V.A.
	<b>VARIABLES DE FORMACIÓN</b>		
1	Matriculados pregrado	4	5
2	Matriculados doctorado	4	5
3	Matriculados maestría	4	5
4	Matriculados especialización	4	5
5	Cupos ofrecidos PREGRADO No. Asignaturas×No. cursos	3	5
6	Cupos ofrecidos en Doctorado Asignaturas×No. Cursos	3	5
7	Cupos ofrecidos en Maestría Asignaturas×No. Cursos	3	5
8	Cupos ofrecidos en Especialización Asignaturas × No. Cursos	3	5
9	% cancelación	3	5
10	% perdida	3	5
11	% Estudiantes condicionales 1ra vez	2	5
12	% Estudiantes condicionales 2da vez	2	5
13	% Estudiantes PFU	4	5
14	% Estudiantes Retirados	4	5
15	Media Evaluación docente Planta	4	4
16	Media Evaluación docente Cátedra	4	4
17	Graduados en pregrado	5	5
18	Graduados Doctorado	5	5
19	Graduados Maestría	5	5
20	Graduados Especialización	5	5
21	Puntaje promedio ECAES	5	4
22	Programas de pregrado	4	5
23	Programas de doctorado	5	5
24	Programas de maestria	4	5

25	Programas de especialización	3	5
26	No. estudiantes en universidades internacionales	3	2
	<b>VARIABLES DE INVESTIGACIÓN</b>		
27	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) TOTAL	4	
28	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) A1	5	
29	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) A2	5	
30	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) B	4	
31	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) C	3	
32	Grupos de Inv. Reconocidos por COLCIENCIAS	1	
33	Grupos de Inv. en categoría A	3	
34	Grupos de Inv. en categoría A1	3	
35	Grupos de Inv. en categoría B	3	
36	Grupos de Inv. en categoría C	2	
37	Grupos de Inv. en categoría D	2	
38	Grupos de Inv. sin Clasificar	0	
39	Ingresos por actividades de Investigación y Extensión (Fondo 3)	4	
	<b>VARIABLES DE EXTENSIÓN</b>		
40	TCE dedicados a extensión dentro de la jornada	3	
41	Estudiantes vinculados a extensión como pasantes	4	
42	Estudiantes vinculados a extensión como asistentes	3	
43	Horas ofertadas en Cursos y Diplomados > 16 horas	4	

Fuente: Autora del proyecto

Además de la ponderación de las variables, los vicerrectores hicieron algunas observaciones, entre las que se pueden resaltar:

- ✓ El número de estudiantes de maestría y doctorado pueden ser también una variable de entrada para investigación, dado que puede decirse que a medida que aumenta el número de estudiantes en maestría y doctorado, mayor será la producción de la escuela.
- ✓ La correlación entre el inventario y los resultados de investigación no es la misma para áreas como química y matemática.

- ✓ Se debe hacer una revisión del tiempo de dedicación docente a consulta de estudiantes, ya que impacta directamente los índices de repitencia, condicionalidades, PFU y cancelaciones.
- ✓ Se debe revisar la dedicación docente a actividades misionales diferenciadas (% Docencia, % Investigación y % Extensión)
- ✓ Se debe revisar la dedicación docente a actividades académicas y/o administrativas diferentes a las misionales (administración, gestión académica, registros calificados, reformas, modificaciones a planes de estudios, seguimiento a reformas, acreditaciones, etc.)

Como resultado de la consulta realizada con los Vicerrectores, se eliminan algunas variables, como son:

Variables de entrada:

- ✓ Tecnólogos en T.C.E.
- ✓ Docentes con educación secundaria en T.C.E.
- ✓ Área Construida en m<sup>2</sup>

Variables de salida de formación académica:

- ✓ No. estudiantes en universidades internacionales

Variables de salida de investigación y extensión:

- ✓ Grupos de Inv. Reconocidos por COLCIENCIAS
- ✓ Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) C
- ✓ Grupos de Inv. en categoría C
- ✓ Grupos de Inv. en categoría D
- ✓ Grupos de Inv. sin Clasificar
- ✓ TCE dedicados a extensión dentro de la jornada

#### 4.6 VARIABLES SELECCIONADAS

La utilización de una técnica no paramétrica, como DEA, está limitada por su capacidad de discriminación, por el número de variables introducidas respecto al número de unidades evaluadas. Esto plantea un dilema ya que se quiere considerar todos los factores relevantes para el análisis, pero entre más factores se incluyan más unidades serán calificadas como eficientes, con independencia de la relevancia de la nueva variable en la explicación de la eficiencia.

La selección de variables se basará en investigaciones previas, pero teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la consulta a expertos, en el análisis estadístico y la información disponible.

De acuerdo al análisis realizado, las variables de entrada que se tendrán en cuenta en la aplicación de DEA son:

- ✓ Docentes de planta en tiempos completos equivalentes
- ✓ Docentes cátedra en tiempos completos equivalentes
- ✓ Docentes con doctorado en tiempos completos equivalentes
- ✓ Docentes sin doctorado en tiempos completos equivalentes
- ✓ Presupuesto

Retomando el enfoque de nuestra investigación, en la que como entradas del proceso en las escuelas se consideran recursos humanos, financieros y físicos, se incluirá una variable adicional que represente los recursos físicos a servicio de la escuela:

- ✓ Valor de inventario

Como variables de salida que reflejan los resultados de formación, se tendrán en cuenta las siguientes:

- ✓ Cupos ofrecidos pregrado
- ✓ Cupos ofrecidos posgrado
- ✓ Graduados en pregrado
- ✓ Graduados en posgrado
- ✓ Evaluación docente
- ✓ Resultados del ECAES

Adicionales a las variables de salida mencionadas, se incluirán en la investigación dos variables que buscan evaluar la calidad de la formación impartida por cada una de las Escuelas:

- ✓ Porcentaje de aprobación, definido como 1 – porcentaje de cancelación – porcentaje de pérdida.
- ✓ Porcentaje de estudiantes con buen desempeño, definido como 1 – porcentaje de condicionales 1ra vez – porcentaje de condicionales 2da vez – porcentaje de PFU.

Como variables de salida de la actividad investigadora de las Escuelas, se tendrán en cuenta en esta aplicación de DEA:

- ✓ Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) en categorías A y B
- ✓ Grupos de investigación clasificados por Colciencias en categorías A y B
- ✓ Ingresos por actividades de investigación y extensión
- ✓ Estudiantes vinculados a extensión (pasantes + asistentes)
- ✓ Horas ofertadas en Cursos y Diplomados > 16 horas

Con el objeto de poder analizar la sensibilidad de los indicadores obtenidos, en esta investigación se plantean tres modelos en los que varían los recursos y/o los resultados utilizados:

### **I. Utilizando exclusivamente variables de Formación Académica.**

Este modelo busca medir la eficiencia de las Escuelas incluyendo las variables con mayor influencia en la Formación Académica de los estudiantes de las Escuelas, en términos tanto de calidad como de cantidad. Las variables a incluir en este análisis se muestran en la tabla 15.

Tabla 15. Variables de Formación Académica

<b>Variables de Entrada</b>	<b>Variables de Salida – Formación Académica</b>
Doc_Planta	Créditos de pregrado ofrecidos
Doc_Catedra	Créditos de posgrado ofrecidos
Presupuesto	Graduados en pregrado
Inventario	Graduados en posgrado
	Evaluación docente
	Resultados del ECAES
	Porcentaje de aprobación, definido como 100 – porcentaje de cancelación – porcentaje de pérdida.
	Porcentaje de estudiantes con buen desempeño, definido como 100 – porcentaje de condicionales 1ra vez – porcentaje de condicionales 2da vez – porcentaje de PFU.

Fuente: Autora del Proyecto

### **II. Utilizando exclusivamente variables de Investigación y Extensión.**

Este segundo modelo planteado, busca calcular un índice de eficiencia que refleje la actividad Investigadora y de Extensión de la Escuela, al igual que en el caso anterior, considerando tanto la cantidad como la calidad de los resultados obtenidos por la Escuela.

Tabla 16. Variables de Investigación y Extensión

<b>Variables de Entrada</b>	<b>de</b>	<b>Variables de Salida – Investigación y Extensión</b>
Doc_Doctores		Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) en categorías A y B
Doc_NoDoct		Grupos de investigación clasificados por Colciencias en categorías A y B
Presupuesto		Ingresos por actividades de investigación y extensión
Inventario		Estudiantes vinculados a extensión (pasantes + asistentes)
		Horas ofertadas en Cursos y Diplomados > 16 horas

Fuente: Autora del Proyecto

### **III. Utilizando variables de Formación Académica, Investigación y Extensión simultáneamente.**

Se plantea un tercer modelo, que busca medir simultáneamente la eficiencia de la Escuela en términos de Formación Académica, Investigación y Extensión. El modelo estará compuesto por las variables más representativas del proceso en las Escuelas, donde la selección de las mismas se ve limitada por las características propias de DEA, que hacen que aumente el número de unidades evaluadas como eficientes, a medida que aumenta el número de variables incluidas en la evaluación.

Tabla 17. Variables de Formación, Investigación y Extensión

<b>Variables de Entrada</b>	<b>Variables de Salida</b>
T_Docentes	Graduados en pregrado
Presupuesto	Graduados en posgrado
Inventario	Resultados del ECAES
	Publicaciones (reporte de caso, artículo, full paper) en categorías A y B
	Grupos de investigación clasificados por Colciencias en categorías A y B
	Ingresos por actividades de investigación y extensión

Fuente: Autora del Proyecto

En las tablas 18, 19 y 20 se presentan los principales estadísticos descriptivos de las variables de cada uno de los modelos planteados.

Tabla 18. Estadísticos descriptivos variables de Formación Académica

Variable de Entrada	Media	Desviación	Variable de Salida	Media	Desviación
Doc_Planta	15,68	12,64	Cup_Pregrado	2.589,74	1.804,20
Doc_Catedra	6,91	6,84	Cup_Posgrado	145,07	326,64
Presupuesto	1.290,07	1.923,29	P_Aprob	77,94	11,53
Inventario	1.077,78	1.207,90	P_Buenrto	90,66	5,37
			Eval_Docente	80,13	3,15
			Grad_Pregrado	33,89	27,13
			Grad_Posgrado	8,65	13,16
			Ecaes	104,86	5,32

Fuente: Autora del proyecto

Tabla 19. Estadísticos descriptivos variables de Investigación y Extensión

Variable de Entrada	Media	Desviación	Variable de Salida	Media	Desviación
Doc_Doctor	4,44	4,93	Pub_Total	6,13	9,41
Doc_NoDoct	18,85	21,03	Grup_AyB	1,11	1,46
Presupuesto	1.290,07	1.923,29	Ing_Inv	60,23	183,09
Inventario	1.077,78	1.207,90	Est_Extensión	35,76	109,54
			Diplomados	39,33	84,77

Fuente: Autora del proyecto

Tabla 20. Estadísticos descriptivos Variables de Formación, Investigación y Extensión

Variable de Entrada	Media	Desviación	Variable de Salida	Media	Desviación
T_Docentes	22,59	18,68	Grad_Pregrado	33,89	27,13
Presupuesto	1.290,07	1.923,29	Grad_Posgrado	8,65	13,16
Inventario	1.077,78	1.207,90	Ecaes	104,86	5,32
			Pub_Total	6,13	9,41
			Grup_AyB	1,11	1,46

Fuente: Autora del proyecto

## 5. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS A EVALUAR

Este capítulo documenta la decisión que se refiere a las unidades de análisis que se van a considerar en la investigación, esta elección tiene que realizarse teniendo en cuenta el objetivo del trabajo, en el que se contempla la evaluación de la eficiencia en su actividad docente, de investigación y de extensión. Las Escuelas son susceptibles de tratamiento individualizado en las facetas de docencia, investigación y de extensión, y resultan aceptablemente comparables entre ellas; mismos objetivos, mismas tareas y mismos productos.

Sin duda, el mayor problema que surge al optar por la evaluación de Escuelas de diferentes disciplinas, radica en que puede considerarse que la hipótesis de homogeneidad entre las unidades no se cumple. A pesar de esta teoría, en esta investigación no se hará una distinción entre escuelas experimentales, ya que se tuvo especial cuidado en la selección de variables, para que la experimentalidad no tenga gran influencia en la evaluación de la eficiencia.

Inicialmente la muestra a utilizar en esta aplicación de DEA estaba formada por las 27 escuelas de la Universidad Industrial de Santander durante el primer y segundo periodo académico del 2009. Se decide considerar cada escuela como dos unidades distintas; cada una correspondiente al primer y segundo periodo académico, y de esta manera se logra duplicar el número de unidades.

En esta elección se tienen 54 unidades, ya que para la aplicación de DEA es preferible contar con un alto número de unidades a evaluar, para de esta manera poder incluir un mayor número de variables en el estudio, de modo que se aumentan los grados de libertad de las estimaciones.

En la siguiente tabla se muestran las unidades a tener en cuenta en la investigación:

Tabla 21. Unidades de Evaluación.

No.	DMU	No.	DMU
1	Artes I	28	Historia II
2	Artes II	29	Idiomas I
3	Bacteriología y Laboratorio Clínico I	30	Idiomas II
4	Bacteriología y Laboratorio Clínico II	31	Ingeniería Civil I
5	Biología I	32	Ingeniería Civil II
6	Biología II	33	Ingeniería de Petróleos I
7	Derecho y Ciencia Política I	34	Ingeniería de Petróleos II
8	Derecho y Ciencia Política II	35	Ingeniería de Sistemas e Informática I
9	Diseño Industrial I	36	Ingeniería de Sistemas e Informática II
10	Diseño Industrial II	37	Ingeniería Eléctrica y Electrónica I
11	Economía y Administración I	38	Ingeniería Eléctrica y Electrónica II
12	Economía y Administración II	39	Ingeniería Mecánica I
13	Educación I	40	Ingeniería Mecánica II
14	Educación II	41	Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I
15	Enfermería I	42	Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II
16	Enfermería II	43	Ingeniería Química I
17	Estudios Industriales y Empresariales I	44	Ingeniería Química II
18	Estudios Industriales y Empresariales II	45	Matemática I
19	Filosofía I	46	Matemática II
20	Filosofía II	47	Medicina I
21	Física I	48	Medicina II
22	Física II	49	Nutrición I
23	Fisioterapia I	50	Nutrición II
24	Fisioterapia II	51	Química I
25	Geología I	52	Química II
26	Geología II	53	Trabajo Social I
27	Historia I	54	Trabajo Social II

Fuente: Autora del proyecto

## 6. DEFINICIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN

### 6.1 ORIENTACIÓN DEL MODELO

El modelo a usar está orientado a las salidas, ya que se estima la ineficiencia de las unidades por el posible aumento de los resultados de la unidad ineficiente hasta alcanzar los niveles correspondientes de la entidad eficiente, utilizando los mismos recursos.

### 6.2 EXTENSIÓN DEL MODELO

Teniendo en cuenta que se quiere lograr que las unidades ineficientes sean comparadas únicamente con otras que operan en la misma escala, se aplica el modelo Banker, Charnes y Cooper (1984)<sup>39</sup>, o modelo BCC, para el cálculo de los índices de eficiencia y de las salidas que debería obtener cada unidad para alcanzar un índice unitario de eficiencia.

Por otra parte, para lograr identificar aquellas unidades que serían calificadas como ineficientes por problemas de escala, se hará el cálculo del valor del índice de eficiencia usando el modelo Charnes, Cooper y Rhodes (1978)<sup>40</sup>, o CCR, y se hará una comparación de estos índices con el modelo BCC.

---

<sup>39</sup> BANKER, R., CHARNES, A., COOPER, W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Citado por: COOPER, W., SEIFORD, L., ZHU, J. Op. Cit., p. 13.

<sup>40</sup> CHARNES, COOPER y RHODES, Op. cit., p. 429-444

## 7. APLICACIÓN DEL MODELO

La finalidad del presente capítulo es calcular un índice que permita evaluar la eficiencia técnica de las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander en la utilización de los recursos humanos, físicos y financieros disponibles para el servicio docente, investigador y de extensión que proporcionan.

### 7.1 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Para la aplicación del Análisis Envolvente de Datos, se hace uso de una herramienta pública gratuita, diseñada e implementada haciendo uso del toolbox de optimización de Matlab® desarrollada por Restrepo y Villegas (2007)<sup>41</sup>.

La herramienta cuenta con modelos en los cuales se llama la función linprog del toolbox de optimización, que resuelve programas lineales usando el método símplex, métodos de punto interior o algoritmos primal-dual según se escoja en sus parámetros<sup>42</sup>.

La forma de utilizar la herramienta para realizar el análisis, es mediante la interfaz gráfica diseñada especialmente para que el usuario haga uso de la herramienta de una forma más amigable o por medio de la consola del software. En la interfaz gráfica, mostrada en la figura 10, se debe elegir la combinación que represente el modelo a utilizar, para esto se deben tener claras las características del mismo. En esta investigación el modelo a usar se denomina BCCO\* en el espacio de la envolvente orientado a las salidas, con retornos variables a escala.

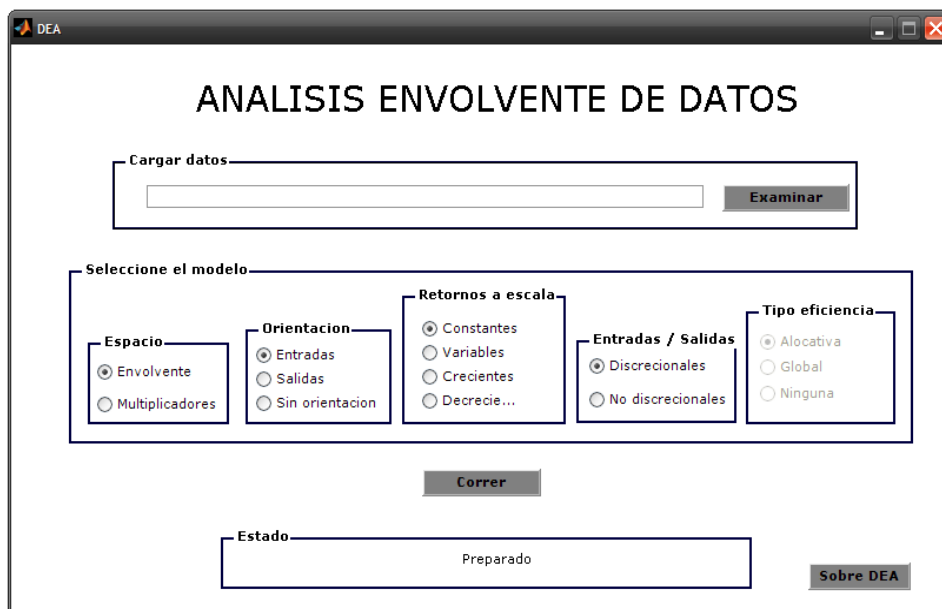
---

<sup>41</sup> RESTREPO, M., VILLEGAS, J. Análisis Envolvente de Datos: Introducción y herramienta pública para su utilización. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Antioquia, Medellín, 2007, 27 p.

<sup>42</sup> Ibid, pág. 12.

Para poder utilizar el toolbox de optimización de Matlab® se requiere replantear el modelo, de modo que se definen dos fases para los modelos evaluados en el espacio de las envolventes. La primera fase permite el cálculo de una medida de desempeño para las unidades, como la contracción radial de las entradas posible, para alcanzar un nivel máximo de salidas, o como la expansión radial de las salidas posible, con un nivel mínimo de entradas. Una segunda fase, permite identificar las holguras necesarias para establecer el exceso de entradas y el déficit de salidas que la unidad evaluada puede tener. De modo que una unidad será considerada eficiente si en la primera etapa alcanza un índice unitario de eficiencia y además en la segunda etapa se obtiene como valor óptimo de las variables de holgura, cero.

Figura 10. Interfaz gráfica de la herramienta.



Fuente: Herramienta para DEA en Matlab, Retrepo y Villegas (2007).

Como requerimiento de la herramienta, la información se organiza en Excel. En una primera matriz se deben encontrar las entradas del problema, la matriz contiene m filas que corresponden a las entradas y n columnas correspondientes

al número de DMU. En la matriz se almacena el valor de las entradas para cada DMU como se muestra en la figura 11.

Figura 11. Archivo de Excel para la entrada de datos (entradas)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Unidad Académica	Escuela de Artes I SEM/2009	Escuela de Artes II SEM/2009	Escuela de Bacteriología Y Laboratorio Clínico I SEM/2009	Escuela de Bacteriología Y Laboratorio Clínico II SEM/2009	Escuela de Biología I SEM/2009	Escuela de Biología II SEM/2009	Escuela de Derecho Y Ciencia Política I SEM/2009	Escuela de Derecho Y Ciencia Política II SEM/2009	Escuela de Diseño Industrial I SEM/2009	Escuela de Diseño Industrial II SEM/2009
2	Doc_Planta	8,50	8,50	12,00	12,00	12,00	12,00	8,50	8,50	14,50	14,50
3	Doc_Catedra	11,13	10,75	1,63	1,63	2,95	2,75	8,70	7,45	4,15	4,73
4	T_Docentes	19,63	19,25	13,63	13,63	14,95	14,75	17,20	15,95	18,65	19,23
5	Doc_Doctor	-	-	4,00	4,00	6,15	7,48	1,00	1,00	-	-
6	Doc_Maestria	1,95	1,80	7,53	7,25	3,33	2,38	5,20	4,80	8,10	8,00
7	Doc_Espec	6,95	6,60	0,30	0,38	2,13	1,63	10,13	9,28	6,28	6,43
8	Doc_Univ	10,40	9,85	1,80	2,00	3,35	3,28	0,88	0,88	3,98	4,50
9	Doc_Tecno	0,33	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,30

Fuente: Autora del Proyecto

En una segunda matriz se deben encontrar las salidas del problema, la cual contiene s filas que corresponden a las salidas y n columnas para cada DMU, como se muestra en la figura 12.

Figura 12. Archivo de Excel para la entrada de datos (salidas)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Unidad Académica	Escuela de Artes I SEM/2009	Escuela de Artes II SEM/2009	Escuela de Bacteriología Y Laboratorio Clínico I SEM/2009	Escuela de Bacteriología Y Laboratorio Clínico II SEM/2009	Escuela de Biología I SEM/2009	Escuela de Biología II SEM/2009	Escuela de Derecho Y Ciencia Política I SEM/2009	Escuela de Derecho Y Ciencia Política II SEM/2009	Escuela de Diseño Industrial I SEM/2009	Escuela de Diseño Industrial II SEM/2009
2	Mat_Pregrado	308	298	232	215	263	218	658	667	301	308
3	Mat_Doctor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Mat_Maestria	-	-	26	27	-	-	14	40	-	-
5	Mat_Espec	-	-	-	-	-	-	76	89	-	-
6	Cup_Pregrado	2.347	2.372	267	358	1.266	1.200	4.402	4.420	1.668	1.903
7	Cup_Doctor	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
8	Cup_Maestria	-	-	-	-	-	-	13	26	-	-
9	Cup_Espec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Autora del Proyecto

El archivo de salida incluye en la primera columna el valor de la eficiencia, en las siguientes (m+s) columnas el valor de las entradas y salidas, en las siguientes (m+s) columnas la proyección de las entradas y salidas en las últimas (n) columnas el conjunto de referencia para cada DMU.

## **7.2 MODELOS DE EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA.**

Teniendo en cuenta los modelos planteados en el capítulo 4, se hacen tres evaluaciones de la eficiencia de las escuelas, una primera evaluación mediante variables de Formación Académica, una segunda usando variables de Investigación y Extensión, y una tercera que considera simultáneamente variables de Formación, Investigación y Extensión.

El índice de eficiencia tomará valores iguales o mayores que uno. Cuando la unidad es evaluada con un índice de eficiencia igual a uno, indica que está obteniendo los máximos resultados posibles con los recursos utilizados, por otra parte, si el índice de eficiencia es mayor que uno, se sugiere que la unidad debe realizar un incremento en las salidas ponderadas, proporcional al índice obtenido.

**7.2.1 Modelo de evaluación de Formación Académica.** La aplicación del modelo CCR orientado a las salidas usando variables de Formación Académica muestra que 31 unidades (57% del total) son eficientes. Por otra parte, la resolución del modelo BCC orientado a las salidas indica que 42 unidades (un 78% del total) son eficientes. En consecuencia, 31 unidades presentan rendimientos constantes a escala, mientras que las restantes 11 unidades (la diferencia entre las unidades eficientes con el modelo BBC y las del modelo CCR) presentan rendimientos variables a escala, es decir, son eficientes si se comparan solamente con unidades que operan en la misma escala.

En la tabla 22 se presentan los índices de la Eficiencia Técnica Global (ETG), correspondientes a los obtenidos con el modelo CCR, y los índices de la Eficiencia Técnica Pura (ETP), correspondientes a los obtenidos con el modelo BCC y se señalan los valores superiores a uno que indican que las unidades deben incrementar sus salidas.

Tabla 22. Índices de Eficiencia Técnica Global (ETG) y de Eficiencia Técnica Pura (ETP). Modelo de evaluación de Formación Académica.

DMU	Índice de Eficiencia Modelo CCR (ETG)	Índice de Eficiencia Modelo BCC (ETP)
Artes I	1,2520	1,0233
Artes II	1,2525	1,0257
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	1,0000	1,0000
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	1,2654	1,0000
Biología I	1,5903	1,0380
Biología II	1,6918	1,0228
Derecho y Ciencia Política I	1,0000	1,0000
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	1,0000
Diseño Industrial I	1,8812	1,0279
Diseño Industrial II	1,8402	1,0165
Economía y Administración I	1,0000	1,0000
Economía y Administración II	1,1700	1,0321
Educación I	1,0000	1,0000
Educación II	1,0000	1,0000
Enfermería I	1,1679	1,0000
Enfermería II	1,0000	1,0000
Estudios Industriales y Empresariales I	1,0000	1,0000
Estudios Industriales y Empresariales II	1,0000	1,0000
Filosofía I	1,0000	1,0000
Filosofía II	1,0000	1,0000
Física I	1,0000	1,0000
Física II	1,0000	1,0000
Fisioterapia I	1,0000	1,0000
Fisioterapia II	1,0000	1,0000
Geología I	1,3913	1,0570
Geología II	1,4114	1,0430
Historia I	1,0000	1,0000
Historia II	1,0000	1,0000
Idiomas I	1,0000	1,0000
Idiomas II	1,0000	1,0000
Ingeniería Civil I	1,3084	1,0000
Ingeniería Civil II	1,1430	1,0001
Ingeniería de Petróleos I	1,1236	1,0000

Ingeniería de Petróleos II	1,0000	1,0000
Ingeniería de Sistemas e Informática I	1,0000	1,0000
Ingeniería de Sistemas e Informática II	1,0000	1,0000
Ingeniería Eléctrica y Electrónica I	1,9884	1,0000
Ingeniería Eléctrica y Electrónica II	1,8948	1,0000
Ingeniería Mecánica I	1,1865	1,0000
Ingeniería Mecánica II	1,0000	1,0000
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I	1,1918	1,0148
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II	1,1222	1,0181
Ingeniería Química I	1,0000	1,0000
Ingeniería Química II	1,0000	1,0000
Matemática I	1,1909	1,0000
Matemática II	1,1511	1,0000
Medicina I	1,0000	1,0000
Medicina II	1,0000	1,0000
Nutrición I	1,0000	1,0000
Nutrición II	1,0000	1,0000
Química I	1,2182	1,0000
Química II	1,2722	1,0000
Trabajo Social I	1,0000	1,0000
Trabajo Social II	1,0000	1,0000

Fuente: Autora del proyecto.

Puesto que se considera que el modelo BCC es el más apropiado para evaluar el comportamiento de las Escuelas, se continuará el análisis, con los resultados obtenidos bajo esta formulación.

Las 12 unidades que no alcanzaron el índice unitario de eficiencia, fueron evaluadas con valores que se encuentran comprendidos en el intervalo del 1,0001 al 1,0570 de la unidad menos eficiente. En el anexo J se presenta el incremento necesario en cada una de las variables de salida, para que estas unidades alcancen un índice de eficiencia unitario.

En el anexo K se presentan los valores del índice de eficiencia para las 54 unidades y los valores de las entradas y salidas con las que fueron evaluadas.

El índice de eficiencia medio de las unidades es de 1,0059, con una desviación estándar de 0,0130, de modo que, además del elevado número de unidades que

resultan eficientes, es destacable el bajo nivel de ineficiencia promedio y la escasa dispersión de los valores. Se puede concluir, las Escuelas podrían incrementar sus salidas en un 0,59% como término medio, sin aumentar el consumo de recursos.

Dada la enorme flexibilidad de la técnica envolvente, puede ocurrir que una unidad sea considerada eficiente simplemente porque su perfil de producción sea atípico. De modo que se hace necesario realizar un análisis de las unidades que han resultado eficientes, distinguiendo cuáles se apoyan en prácticas atípicas y cuáles pueden considerarse como genuinamente eficientes.

En este sentido, existen diversos métodos para poder discriminar entre las unidades con tasas de eficiencia unitaria. Como lo que se pretende es identificar las unidades genuinamente eficientes, se muestran los resultados del método de la frecuencia con la que las unidades eficientes aparecen en el grupo de referencia de las ineficientes.

En este sentido, cuando la frecuencia es alta, podemos considerar que se trata de unidades con auténtica eficiencia. Si por el contrario, una unidad catalogada como eficiente sólo aparece como referencia de sí misma, su eficiencia será sospechosa (puede alcanzar la eficiencia de forma anómala). En la tabla 23 se muestra la frecuencia de las unidades eficientes, estableciéndose una ordenación entre ellas, además se muestra la Eficiencia Técnica Global, obtenida en la evaluación del modelo CCR.

Tabla 23. Cualificación de las Unidades Eficientes. Modelo de evaluación de Formación Académica.

UNIDAD	ETG	FRECUENCIA	%
Educación I	1,0000	10	18,5%
Nutrición II	1,0000	7	14,8%
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	1,2654	6	13,0%
Fisioterapia I	1,0000	6	13,0%
Idiomas II	1,0000	6	13,0%

Nutrición I	1,0000	6	13,0%
Estudios Industriales y Empresariales II	1,0000	4	9,3%
Ingeniería de Sistemas e Informática I	1,0000	4	9,3%
Fisioterapia II	1,0000	3	7,4%
Ingeniería Química I	1,0000	3	7,4%
Educación II	1,0000	2	5,6%
Estudios Industriales y Empresariales I	1,0000	2	5,6%
Medicina I	1,0000	2	5,6%
Trabajo Social II	1,0000	2	5,6%
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	1,0000	1	3,7%
Derecho y Ciencia Política I	1,0000	1	3,7%
Economía y Administración I	1,0000	1	3,7%
Enfermería I	1,1679	1	3,7%
Ingeniería Civil I	1,3084	1	3,7%
Ingeniería de Sistemas e Informática II	1,0000	1	3,7%
Ingeniería Mecánica I	1,1865	1	3,7%
Ingeniería Mecánica II	1,0000	1	3,7%
Ingeniería Química II	1,0000	1	3,7%
Medicina II	1,0000	1	3,7%
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	-	1,9%
Enfermería II	1,0000	-	1,9%
Filosofía I	1,0000	-	1,9%
Filosofía II	1,0000	-	1,9%
Física I	1,0000	-	1,9%
Física II	1,0000	-	1,9%
Historia I	1,0000	-	1,9%
Historia II	1,0000	-	1,9%
Idiomas I	1,0000	-	1,9%
Ingeniería de Petróleos I	1,1236	-	1,9%
Ingeniería de Petróleos II	1,0000	-	1,9%
Ingeniería Eléctrica y Electrónica I	1,9884	-	1,9%
Ingeniería Eléctrica y Electrónica II	1,8948	-	1,9%
Matemática I	1,1909	-	1,9%
Matemática II	1,1511	-	1,9%
Química I	1,2182	-	1,9%
Química II	1,2722	-	1,9%
Trabajo Social I	1,0000	-	1,9%

Fuente: Autora del proyecto

De la información de dicho cuadro se desprende que, de las 42 unidades eficientes, 24 unidades funcionales se pueden considerar como genuinamente eficientes ya que son referencia de al menos, una unidad ineficiente. En concreto, se destaca la Escuela de Educación para el periodo correspondiente al primer semestre de 2009, que es referencia de 10 unidades que no alcanzaron el índice de eficiencia unitario, lo que representa un 18,5% de las 54 unidades.

Por otra parte, cabe resaltar que 18 unidades tienen prácticas atípicas ya que no son referencia de ninguna unidad ineficiente, de modo que su eficiencia podría deberse a una posible especialización de su actividad. Por otra parte, se tiene que 7 de estas unidades tienen valores de ETG superiores a uno, lo que indica que fueron evaluadas eficientemente porque tienen una escala de producción diferente a las de las demás unidades.

**7.2.2 Modelo de evaluación de Investigación y Extensión.** Para la aplicación del modelo fue necesario realizar la exclusión de dos unidades, debido a que según las variables seleccionadas no tenían salidas de Investigación y Extensión, estas unidades son la Escuela de Diseño Industrial durante el segundo periodo académico de 2009 y la Escuela de idiomas durante el primer periodo académico de 2009.

La aplicación del modelo CCR orientado a las salidas usando variables de Investigación y Extensión muestra que 21 unidades (41% del total) son eficientes. Por otra parte, el modelo BCC orientado a las salidas indica que 24 unidades (un 46% del total) son eficientes. En consecuencia, 21 unidades presentan rendimientos constantes a escala, mientras que las restantes 3 unidades presentan rendimientos variables a escala, es decir, son eficientes si se comparan solamente con unidades que operan en la misma escala.

En la tabla 24 se presentan los índices de la Eficiencia Técnica Global (ETG), correspondientes a los obtenidos con el modelo CCR, y los índices de la Eficiencia Técnica Pura (ETP), correspondientes a los obtenidos con el modelo BCC y se señalan los valores superiores a uno que indican que las unidades deben incrementar sus salidas.

Tabla 24. Índices de Eficiencia Técnica Global (ETG) y de Eficiencia Técnica Pura (ETP). Modelo de evaluación de Investigación y Extensión.

DMU	Índice de Eficiencia Modelo CCR (ETG)	Índice de Eficiencia Modelo BCC (ETP)
Artes I	1,7107	1,6033
Artes II	1,7213	1,6202
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	1,0985	1,0967
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	1,5618	1,4799
Biología I	1,0000	1,0000
Biología II	1,8164	1,6339
Derecho y Ciencia Política I	1,0367	1,0330
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	1,0000
Diseño Industrial I	2,9781	2,7593
Economía y Administración I	1,4342	1,2235
Economía y Administración II	1,4379	1,2768
Educación I	2,8472	2,5623
Educación II	4,9081	2,1155
Enfermería I	1,5810	1,5334
Enfermería II	1,0000	1,0000
Estudios Industriales y Empresariales I	1,5747	1,5174
Estudios Industriales y Empresariales II	3,1563	3,1324
Filosofía I	1,0000	1,0000
Filosofía II	1,0000	1,0000
Física I	1,0000	1,0000
Física II	1,1758	1,1699
Fisioterapia I	1,0000	1,0000
Fisioterapia II	1,0000	1,0000
Geología I	1,6080	1,5941
Geología II	1,0000	1,0000
Historia I	1,0000	1,0000
Historia II	1,0000	1,0000
Idiomas II	4,0175	2,2063
Ingeniería Civil I	2,6929	2,6239
Ingeniería Civil II	4,0122	3,8471
Ingeniería de Petróleos I	1,0000	1,0000
Ingeniería de Petróleos II	1,5678	1,5673
Ingeniería de Sistemas e Informática I	1,0192	1,0000

Ingeniería de Sistemas e Informática II	1,0679	1,0000
Ingeniería Eléctrica y Electrónica I	1,9819	1,4229
Ingeniería Eléctrica y Electrónica II	3,7255	2,5312
Ingeniería Mecánica I	135,0487	127,3784
Ingeniería Mecánica II	7,9716	6,7635
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I	1,0000	1,0000
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II	1,0000	1,0000
Ingeniería Química I	1,3039	1,0531
Ingeniería Química II	1,2795	1,0000
Matemática I	1,0000	1,0000
Matemática II	2,1281	1,7588
Medicina I	1,0000	1,0000
Medicina II	1,0000	1,0000
Nutrición I	1,0000	1,0000
Nutrición II	1,0000	1,0000
Química I	1,0000	1,0000
Química II	1,4388	1,4204
Trabajo Social I	1,0000	1,0000
Trabajo Social II	1,0131	1,0092

Fuente: Autora del proyecto.

El análisis de los resultados obtenidos bajo la formulación BCC, indica que las 28 unidades, que no alcanzaron el índice unitario de eficiencia, tienen unos índices que se encuentran comprendidos entre 1,0092 y 127,3784. En el anexo L se presenta el incremento necesario en cada una de las variables de salida, para que estas unidades alcancen un índice de eficiencia unitario.

En el anexo M se presentan los valores del índice de eficiencia para las 52 unidades y los valores de las entradas y salidas con las que fueron evaluadas.

El índice de eficiencia medio de las unidades es de 3,9410, con una desviación estándar de 17,4808. Estos valores presentan un sesgo, debido al valor atípico correspondiente a la Escuela de Ingeniería Mecánica en el primer periodo académico de 2009, que toma un valor de 127,3784. Si se calculan nuevamente la eficiencia y la desviación estándar sin incluir este valor, se obtienen los valores de 1,5207 y 0,9896 respectivamente. Se puede concluir, que las Escuelas (sin

incluir Ingeniería Mecánica I / 2009) podrían incrementar sus salidas en un 52% como término medio, sin aumentar el consumo de recursos.

Vale la pena mencionar que la Escuela de Ingeniería Mecánica presenta un valor atípico, debido a que de acuerdo con las variables seleccionadas para este modelo, no genera resultados para tres de las cinco variables consideradas en la evaluación, y en las dos restantes, toma valores relativamente bajos, correspondientes al 1,3% y 2,69% del valor medio obtenido en estas variables.

Con el objetivo de identificar las unidades eficientes que se apoyan en prácticas atípicas y cuáles pueden considerarse como genuinamente eficientes, se hace un análisis de la frecuencia con que estas unidades son tomadas como referencia de las unidades ineficientes.

En la tabla 25 se muestra la frecuencia de las unidades eficientes, estableciéndose una ordenación entre ellas, además se muestra la Eficiencia Técnica Global, obtenida en la evaluación del modelo CCR.

Tabla 25. Cualificación de las Unidades Eficientes. Modelo de evaluación de Investigación y Extensión.

UNIDAD	ETG	FRECUENCIA	%
Química I	1,0000	13	25,0%
Historia I	1,0000	12	23,1%
Nutrición II	1,0000	11	21,2%
Trabajo Social I	1,0000	10	19,2%
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	9	17,3%
Medicina II	1,0000	9	17,3%
Medicina I	1,0000	7	13,5%
Biología I	1,0000	4	7,7%
Enfermería II	1,0000	4	7,7%
Geología II	1,0000	4	7,7%
Nutrición I	1,0000	4	7,7%
Física I	1,0000	3	5,8%
Fisioterapia I	1,0000	3	5,8%

Ingeniería Química II	1,2795	3	5,8%
Ingeniería de Petróleos I	1,0000	2	3,8%
Matemática I	1,0000	2	3,8%
Filosofía I	1,0000	1	1,9%
Filosofía II	1,0000	1	1,9%
Fisioterapia II	1,0000	1	1,9%
Historia II	1,0000	1	1,9%
Ingeniería de Sistemas e Informática II	1,0679	1	1,9%
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I	1,0000	1	1,9%
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II	1,0000	1	1,9%
Ingeniería de Sistemas e Informática I	1,0192	-	0,0%

Fuente: Autora del proyecto

De la información de dicho cuadro se desprende que, de las 24 unidades eficientes, 23 unidades funcionales se pueden considerar como genuinamente eficientes ya que son referencia de al menos, una unidad ineficiente. Se destaca la Escuela de Química para el periodo correspondiente al primer semestre de 2009, que es referencia de 13 unidades que no alcanzaron el índice de eficiencia unitario, lo que representa un 25% de las 52 unidades.

Por otra parte, cabe resaltar que una unidad tiene prácticas atípicas ya que no es referencia de ninguna unidad ineficiente y tiene un valor de ETG superior a uno, lo que indica que fue evaluada eficientemente porque tiene una escala de producción diferente a las de las demás unidades.

**7.2.3 Modelo de evaluación de Formación Académica, Investigación y Extensión.** La aplicación del modelo CCR orientado a las salidas usando variables de Formación Académica, Investigación y Extensión, muestra que 28 unidades (54% del total) son eficientes. Por otra parte, el modelo BCC orientado a las salidas indica que 31 unidades (un 60% del total) son eficientes. En consecuencia, 28 unidades presentan rendimientos constantes a escala, mientras que las restantes 3 unidades presentan rendimientos variables a escala, es decir,

son eficientes si se comparan solamente con unidades que operan en la misma escala.

En la tabla 26 se presentan los índices de la Eficiencia Técnica Global (ETG), correspondientes a los obtenidos con el modelo CCR, y los índices de la Eficiencia Técnica Pura (ETP), correspondientes a los obtenidos con el modelo BCC y se señalan los valores superiores a uno, que indican que las unidades deben incrementar sus salidas.

El análisis de los resultados obtenidos bajo la formulación BCC, indica que las 23 unidades, que no alcanzaron el índice unitario de eficiencia, tienen unos índices que se encuentran comprendidos en un intervalo reducido, concretamente del 1,0011 al 1,1421 de la unidad menos eficiente. En el anexo N se presenta el incremento necesario en cada una de las variables de salida, para que estas unidades alcancen un índice de eficiencia unitario.

Tabla 26. Índices de Eficiencia Técnica Global (ETG) y de Eficiencia Técnica Pura (ETP). Modelo de evaluación de Formación Académica, Investigación y Extensión.

DMU	Índice de Eficiencia Modelo CCR (ETG)	Índice de Eficiencia Modelo BCC (ETP)
Artes I	1,9787	1,0986
Artes II	1,9528	1,0991
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	1,0516	1,0000
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	1,4074	1,0094
Biología I	1,0000	1,0000
Biología II	1,6985	1,0873
Derecho y Ciencia Política I	1,0000	1,0000
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	1,0000
Diseño Industrial I	2,0149	1,0779
Diseño Industrial II	2,1555	1,0809
Economía y Administración I	1,0000	1,0000
Economía y Administración II	1,2558	1,0619
Educación I	1,0000	1,0000
Educación II	1,0000	1,0000
Enfermería I	1,2437	1,0046
Enfermería II	1,0000	1,0000
Estudios Industriales y Empresariales I	1,0000	1,0000

Estudios Industriales y Empresariales II	1,0000	1,0000
Filosofía I	1,0000	1,0000
Filosofía II	1,0000	1,0000
Física I	1,0000	1,0000
Física II	1,0572	1,0514
Fisioterapia I	1,0000	1,0000
Fisioterapia II	1,0000	1,0000
Geología I	1,3733	1,1421
Geología II	1,0000	1,0000
Historia I	1,0000	1,0000
Historia II	1,0203	1,0011
Idiomas I	1,0000	1,0000
Idiomas II	1,0000	1,0000
Ingeniería Civil I	1,6653	1,0085
Ingeniería Civil II	1,5424	1,0517
Ingeniería de Petróleos I	1,4514	1,0410
Ingeniería de Petróleos II	1,6319	1,0639
Ingeniería de Sistemas e Informática I	1,0000	1,0000
Ingeniería de Sistemas e Informática II	1,0008	1,0000
Ingeniería Eléctrica y Electrónica I	1,6706	1,0000
Ingeniería Eléctrica y Electrónica II	3,1088	1,0381
Ingeniería Mecánica I	1,8448	1,0094
Ingeniería Mecánica II	1,3507	1,0216
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I	1,0000	1,0000
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II	1,0000	1,0000
Ingeniería Química I	1,0000	1,0000
Ingeniería Química II	1,0391	1,0364
Matemática I	2,1949	1,1197
Matemática II	3,1512	1,1272
Medicina I	1,0000	1,0000
Medicina II	1,0000	1,0000
Nutrición I	1,0000	1,0000
Nutrición II	1,0000	1,0000
Química I	1,0000	1,0000
Química II	1,5831	1,0761
Trabajo Social I	1,0000	1,0000
Trabajo Social II	1,0503	1,0298

Fuente: Autora del proyecto.

En el anexo O se presentan los valores del índice de eficiencia para las 54 unidades y los valores de las entradas y salidas con las que fueron evaluadas.

El índice de eficiencia medio de las unidades es de 1,0219, con una desviación estándar de 0,0373, de modo que, además del elevado número de unidades que

resultan eficientes, es destacable el bajo nivel de ineficiencia promedio y la escasa dispersión de los valores. Se puede concluir, que las Escuelas podrían incrementar sus salidas en un 2% como término medio, sin aumentar el consumo de recursos.

Con el objetivo de identificar las unidades eficientes que se apoyan en prácticas atípicas y cuáles pueden considerarse como genuinamente eficientes, se hace un análisis de la frecuencia con que estas unidades son tomadas como referencia de las unidades ineficientes. En la tabla 27 se muestra la frecuencia de las unidades eficientes, estableciéndose una ordenación entre ellas, además se muestra la Eficiencia Técnica Global, obtenida en la evaluación del modelo CCR.

Tabla 27. Cualificación de las Unidades Eficientes. Modelo de evaluación de Formación Académica, Investigación y Extensión.

UNIDAD	ETG	FRECUENCIA	%
Fisioterapia I	1,0000	19	35,19%
Física I	1,0000	10	18,52%
Ingeniería Química I	1,0000	9	16,67%
Trabajo Social I	1,0000	7	12,96%
Estudios Industriales y Empresariales I	1,0000	6	11,11%
Medicina II	1,0000	5	9,26%
Ingeniería de Sistemas e Informática I	1,0000	4	7,41%
Historia I	1,0000	3	5,56%
Química I	1,0000	3	5,56%
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	1,0516	2	3,70%
Biología I	1,0000	2	3,70%
Medicina I	1,0000	2	3,70%
Nutrición II	1,0000	2	3,70%
Economía y Administración I	1,0000	1	1,85%
Enfermería II	1,0000	1	1,85%
Ingeniería Eléctrica y Electrónica I	1,6706	1	1,85%
Nutrición I	1,0000	1	1,85%
Derecho y Ciencia Política I	1,0000	-	0,00%
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	-	0,00%
Educación I	1,0000	-	0,00%

Educación II	1,0000	-	0,00%
Estudios Industriales y Empresariales II	1,0000	-	0,00%
Filosofía I	1,0000	-	0,00%
Filosofía II	1,0000	-	0,00%
Fisioterapia II	1,0000	-	0,00%
Geología II	1,0000	-	0,00%
Idiomas I	1,0000	-	0,00%
Idiomas II	1,0000	-	0,00%
Ingeniería de Sistemas e Informática II	1,0008	-	0,00%
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I	1,0000	-	0,00%
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II	1,0000	-	0,00%

Fuente: Autora del proyecto

De la información de dicho cuadro se desprende que, de las 31 unidades eficientes, 17 unidades funcionales se pueden considerar como genuinamente eficientes ya que son referencia de al menos, una unidad ineficiente. Se destaca la Escuela de Fisioterapia para el periodo correspondiente al primer semestre de 2009, que es referencia de 19 unidades que no alcanzaron el índice de eficiencia unitario, lo que representa un 35,19% de las 54 unidades.

Por otra parte, cabe resaltar que 14 unidades tienen prácticas atípicas, ya que no son referencia de ninguna unidad ineficiente, de modo que su eficiencia podría deberse a una posible especialización de su actividad. Por otra parte, se tiene que una de estas unidades tiene valores de ETG superiores a uno, lo que indica que fue evaluada eficientemente porque tiene una escala de producción diferente a las de las demás unidades.

### 7.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MODELOS.

En esta sección se presenta una tabla resumen con los índices de eficiencia obtenidos para cada unidad evaluada en el modelo de Formación Académica, el modelo de Investigación y Extensión, y el modelo de Formación, Investigación y Extensión.

Tabla 28. Eficiencia de las Escuelas en los tres modelos.

ESCUELA	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
Artes I	1,0233	1,6033	1,0986
Artes II	1,0257	1,6202	1,0991
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	1,0000	1,0967	1,0000
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	1,0000	1,4799	1,0094
Biología I	1,0380	1,0000	1,0000
Biología II	1,0228	1,6339	1,0873
Derecho y Ciencia Política I	1,0000	1,0330	1,0000
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	1,0000	1,0000
Diseño Industrial I	1,0279	2,7593	1,0779
Diseño Industrial II	1,0165	-	1,0809
Economía y Administración I	1,0000	1,2235	1,0000
Economía y Administración II	1,0321	1,2768	1,0619
Educación I	1,0000	2,5623	1,0000
Educación II	1,0000	2,1155	1,0000
Enfermería I	1,0000	1,5334	1,0046
Enfermería II	1,0000	1,0000	1,0000
Estudios Industriales y Empresariales I	1,0000	1,5174	1,0000
Estudios Industriales y Empresariales II	1,0000	3,1324	1,0000
Filosofía I	1,0000	1,0000	1,0000
Filosofía II	1,0000	1,0000	1,0000
Física I	1,0000	1,0000	1,0000
Física II	1,0000	1,1699	1,0514
Fisioterapia I	1,0000	1,0000	1,0000
Fisioterapia II	1,0000	1,0000	1,0000
Geología I	1,0570	1,5941	1,1421
Geología II	1,0430	1,0000	1,0000
Historia I	1,0000	1,0000	1,0000
Historia II	1,0000	1,0000	1,0011
Idiomas I	1,0000	-	1,0000
Idiomas II	1,0000	2,2063	1,0000
Ingeniería Civil I	1,0000	2,6239	1,0085
Ingeniería Civil II	1,0001	3,8471	1,0517

Ingeniería de Petróleos I	1,0000	1,0000	1,0410
Ingeniería de Petróleos II	1,0000	1,5673	1,0639
Ingeniería de Sistemas e Informática I	1,0000	1,0000	1,0000
Ingeniería de Sistemas e Informática II	1,0000	1,0000	1,0000
Ingeniería Eléctrica y Electrónica I	1,0000	1,4229	1,0000
Ingeniería Eléctrica y Electrónica II	1,0000	2,5312	1,0381
Ingeniería Mecánica I	1,0000	127,3784	1,0094
Ingeniería Mecánica II	1,0000	6,7635	1,0216
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I	1,0148	1,0000	1,0000
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II	1,0181	1,0000	1,0000
Ingeniería Química I	1,0000	1,0531	1,0000
Ingeniería Química II	1,0000	1,0000	1,0364
Matemática I	1,0000	1,0000	1,1197
Matemática II	1,0000	1,7588	1,1272
Medicina I	1,0000	1,0000	1,0000
Medicina II	1,0000	1,0000	1,0000
Nutrición I	1,0000	1,0000	1,0000
Nutrición II	1,0000	1,0000	1,0000
Química I	1,0000	1,0000	1,0000
Química II	1,0000	1,4204	1,0761
Trabajo Social I	1,0000	1,0000	1,0000
Trabajo Social II	1,0000	1,0092	1,0298

Fuente: Autora del proyecto.

Del análisis de la información anterior se desprende que solamente 7 unidades (13% del total) no alcanzaron un índice de eficiencia unitario con ninguno de los modelos evaluados, de modo que en ningún caso se situaron en la frontera eficiente.

Caso contrario se presenta para 17 escuelas (31% del total), que alcanzaron un índice de eficiencia unitario para los tres modelos evaluados, de modo que sus resultados son bastante sobresalientes, tanto en formación, como en docencia e investigación.

Por otra parte, 11 unidades (20% del total) fueron evaluadas eficientemente tanto en el modelo de formación como en el modelo que evalúa simultáneamente formación, investigación y extensión, pero no alcanzaron un índice unitario en el modelo de Investigación y extensión. Esto puede deberse a dos razones; la primera puede ser causada por la ponderación que asigna DEA, que corresponde a un mayor peso a las variables que favorecen la eficiencia, de modo que pudo haber sido posible que las variables de investigación y extensión que la hacían ineficiente hubieran recibido poco peso en el cálculo de la eficiencia.

La segunda razón para que se presente este caso, corresponde a que el modelo que evalúa simultáneamente formación académica, investigación y extensión, debido a la limitación de variables que se pueden incluir en el modelo, no consideró todas las variables del primer y segundo modelo, pudiendo haber dejado fuera de análisis aquellas que hacen ineficiente en investigación y extensión a las unidades.

Cuatro Escuelas (7% del total) fueron evaluadas eficientemente en el primer y segundo modelo, pero no alcanzaron un índice de eficiencia unitario en el tercer modelo. Este caso se presenta debido a la limitación de variables que se pueden incluir en el modelo, de modo que no se consideraron todas las variables del primer y segundo modelo, pudiendo haber dejado fuera de análisis aquellas que hacían eficiente la unidad, pero se resalta que el valor del índice no es significativamente superior a uno.

Los restantes 15 casos (29% del total) corresponden a las unidades que fueron evaluadas eficientemente en el tercer modelo y en uno de los otros modelo no alcanzó el índice de eficiencia unitario, casos que se deben a que en el tercer modelo se le dio un peso reducido a las variables que ocasionaron la ineficiencia de las unidades.

## 8. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se realizó una evaluación de la eficiencia técnica de la Universidad Industrial de Santander, afrontando como reto principal la incorporación de los tres aspectos derivados de sus actividades misionales, docencia, investigación y extensión. Para ello, se ha empleado el Análisis Envolvente de Datos, aprovechando su flexibilidad y su relativamente escasa exigencia de requerimientos, que constituyen una interesante ventaja en contextos productivos tan complejos como el de la Educación Superior.

La aplicación de DEA se ha realizado teniendo en cuenta previamente una serie de cuestiones que pueden afectar seriamente a los resultados como la selección de variables, la selección de las unidades y la definición del modelo de evaluación. Para ello se ha realizado un análisis exhaustivo de las bases conceptuales de DEA y de algunas aplicaciones existentes en la literatura, con el objeto de identificar las principales características, requerimientos y usos de DEA, como herramienta de evaluación de la eficiencia.

La selección de variables se realizó teniendo en cuenta el objetivo del trabajo, en el que se contempla la evaluación de la eficiencia de las Escuelas en su actividad docente, investigadora y de extensión, y con el fin de poder analizar la sensibilidad de los indicadores obtenidos, en esta investigación se plantean tres modelos en los que varían los recursos y/o los resultados utilizados; un primer modelo corresponde a variables de Formación Académica, el segundo a variables de Investigación y Extensión, y un tercer modelo considera simultáneamente variables de Formación Académica, Investigación y Extensión.

Esta especificación de las variables se ha logrado a partir un estudio de las variables usadas en los trabajos de investigación previos, un análisis basado en

las variables utilizadas por el SUE para medir la eficiencia de las Universidades Públicas, el examen estadístico de las variables, y una consulta a expertos sobre la relevancia de las variables en el proceso de las Escuelas.

La selección de las unidades productivas se basó en la condición de que las unidades deben ser susceptibles de tratamiento individualizado en las facetas a evaluar, de modo que en docencia, investigación y de extensión, las Escuelas resultan aceptablemente homogéneas entre ellas; mismos objetivos, mismas tareas y mismos productos. Inicialmente la muestra a utilizar en esta aplicación de DEA estaba formada por las 27 escuelas de la Universidad Industrial de Santander durante el primer y segundo periodo académico del 2009, de modo que para aumentar el número de unidades, y para realizar una evaluación de cada uno de los periodos, se decide considerar cada escuela como dos unidades distintas; cada una correspondiente al primer y segundo periodo académico.

Desde el punto de vista metodológico, el modelo BCC orientado a las salidas, reúne las características que lo convierten en la opción más atractiva para la evaluación de las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander. Esto se debe a la posibilidad las unidades sean comparadas únicamente con otras que operan en la misma escala. Por otra parte, permite calcular unos índices de eficiencia que reflejen el posible aumento en las salidas que debe realizar una unidad para ubicarse en la frontera eficiente, ya que los objetivos de las instituciones públicas están enfocados hacia la obtención de mayores niveles de producción a partir de los recursos disponibles.

Para la aplicación del Análisis Envolvente de Datos, se hace uso de una herramienta pública gratuita, diseñada e implementada haciendo uso del toolbox de optimización de Matlab® que cuenta con modelos en los cuales se llama la función linprog del toolbox de optimización. La herramienta calcula un índice de

eficiencia y según la orientación del modelo, arrojará los valores en los que la unidad debe aumentar sus salidas o disminuir sus recursos para ser eficiente.

La aplicación de DEA, permite evaluar la eficiencia técnica de las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander en la utilización de los recursos humanos, físicos y financieros disponibles para el servicio docente, investigador y de extensión que proporcionan. Se calcularon los índices de eficiencia usando el estimador DEA BCC orientado a las salidas para los tres modelos planteados; identificando el número de unidades eficientes en cada uno. Por otra parte se evaluó, por medio del estimador DEA CCR orientado a las salidas, cuáles de estas unidades, presentan rendimientos constantes a escala y rendimientos variables a escala.

La aplicación del modelo de Formación Académica muestra que 42 unidades (un 78% del total) son eficientes, 31 unidades de estas, presentan rendimientos constantes a escala, mientras que las restantes 11 unidades presentan rendimientos variables a escala, es decir, son eficientes si se comparan solamente con unidades que operan en la misma escala.

La aplicación del modelo de Investigación y Extensión, arroja como resultado que 24 unidades (46%) son eficientes, 21 unidades presentan rendimientos constantes a escala, mientras que las restantes 3 unidades presentan rendimientos variables a escala.

Por último, la aplicación del modelo de Formación Académica, Investigación y Extensión, indica que 31 unidades (60%) son eficientes, 28 de las cuales presentan rendimientos constantes a escala, mientras que las restantes 3 unidades presentan rendimientos variables a escala.

## 9. RECOMENDACIONES

La utilización de una técnica no paramétrica, como DEA, está limitada por su capacidad de discriminación por el número de variables introducidas respecto al número de unidades evaluadas. Entre más factores se incluyan, más unidades serán calificadas como eficientes, de modo que se recomienda hacer el estudio del impacto que tendría una reducción de variables, por medio Técnicas Estadísticas Multivariadas, como alternativa para la inclusión de todas las variables que influyen en el proceso de las unidades, sin sacrificar confiabilidad en los resultados.

Por otra parte, en el sector educativo y especialmente en la educación superior, surgen grandes problemas cuando se trata de medir la eficiencia, ya que en la mayoría de los casos, los resultados dependen tanto de los factores sobre los que la unidad tiene control, como de otros de carácter exógeno, que se escapan del control de las unidades. En la literatura sobre DEA se han desarrollado diversas metodologías para incorporar al análisis de eficiencia la influencia de factores exógenos; no controlables y ambientales, de modo que se recomienda analizar el impacto en la eficiencia de las unidades al incluir o no los factores exógenos que la afectan.

Además, el mayor problema en la evaluación de Escuelas de diferentes disciplinas, radica en que puede considerarse que la hipótesis de homogeneidad entre las unidades no se cumple. Se recomienda realizar un estudio que permita revisar el impacto de usar un solo modelo para evaluar todas las unidades, comparado con los resultados al usar modelos diferentes para cada una de las ramas del conocimiento que tiene la Universidad.

La flexibilidad en la elección de las ponderaciones, puede considerarse como una debilidad de la medición efectuada por el DEA, porque puede permitirle a una

unidad aparecer como eficiente, teniendo que ver esta eficiencia con la elección de los pesos y no con el uso de los recursos. Se sugiere incluir restricciones al modelo, para que las ponderaciones de las variables no puedan tomar valores mínimos, y ocasionar que algunas unidades sean evaluadas eficientemente por la poca o nula consideración de algunas variables.

Por último, se considera necesario complementar los resultados obtenidos en esta aplicación, en primer lugar, haciendo una ampliación del periodo de tiempo de la evaluación, de modo que se pueda considerar que para cada Escuela haya un número de unidades correspondiente al número de periodos considerados, logrando así que se incremente el número de unidades, y se permita incluir un mayor número de variables a la investigación. Además, sería interesante lograr incluir variables como los estudiantes vinculados a investigación, revistas indexadas, congresos, seminarios, entre otras, que no fueron incluidas por problemas de disponibilidad de la información.

## BIBLIOGRAFÍA

BEASLEY, J. Comparing University Departments. In: Omega, The International Journal of Management Science, 1990, Vol 18, Nº 2, p. 171-183

CABALLERO, R., GALACHE, T., GÓMEZ, T., MOLINA, J., TORRICO, A. Efficient assignment of financial resources within a university system. Study of the university of Malaga. In: European Journal of Operational Research, 2001, Vol 133, p. 298-309

CASTRODEZA, C., PEÑA, T. Evaluación de la actividad investigadora universitaria: una aplicación a la universidad de Valladolid. En: Estudios de Economía Aplicada, 2002, Vol 20 Nº1, p. 29-44

CHARNES, A., COOPER, W., RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. In: European Journal of Operational Research, 1978, Nº2, p. 429-444

CORDERO, J. Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el Análisis Envoltante de Datos. Una aplicación a la Educación Secundaria en España. Tesis Doctoral. Departamento de Economía Aplicada y Organización de Empresas, Universidad de Extremadura, 2006, 324 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Metodología para la distribución de recursos artículo 87 de la ley 30 de 1992. Vigencia 2008. Bogotá, Diciembre de 2008, 14 p.

COOPER, W., SEIFORD, L., TONE, K. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, 2004, 318 p.

COOPER, W., SEIFORD, L., ZHU, J. Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. Red McCombs School of Business, University of Texas at Austin, Austin, Texas. 2003, 39 p.

GARCÍA, J., LÓPEZ, F., RUIZ, M. Un análisis de la eficiencia de los departamentos de la Universidad Politécnica de Cartagena. Departamento de Métodos Cuantitativos e Informáticos. Facultad de Ciencias de la Empresa. Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, Colombia, 2002, 20 p.

DYSON, R., ALLEN, R., CAMANHO, A., PODINOVSKI, V., SARRICO, C. y SHALE, E. Pitfalls and protocols in DEA. European Journal of Operational Research, Vol. 132, 2001, Pág. 3-17.

GIMÉNEZ, V., MARTÍNEZ, J. Eficiencia en Costes en la Universidad. Una Aplicación a los Departamentos de la UAB, Documento de Trabajo. Universidad Autónoma de Barcelona, 2006, 12 p.

KOOPMANS, T. An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities in Koopmans. Activity Analysis of Production and Allocation, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 13. Willey, New York, 1951, 65 p.

MARTÍN, E. An application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the performance assessment of the Zaragoza University Departments. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España, 2006, 20 p.

MURIAS, M. Metodología de aplicación del Análisis Envolvente de Datos: Evaluación de la eficiencia técnica en la Universidad de Santiago de Compostela. Dirección Xeral de Universidades, 2004, 36 p.

MURIAS, P., MARTÍNEZ, F., MIGUEL, J., RODRÍGUEZ, D. Un estudio con Análisis Envolvente de Datos de la eficiencia de los centros de educación secundaria gallegos. Departamento de Economía. Universidad de Santiago de Compostela. España, 2005, 14 p.

SHARMA, S. Applied Multivariate Techniques. University of South Carolina. John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1996, 493 p.

SILVA, J., GARCÍA, M., MARTÍNEZ, E. Situación presupuestal y de eficiencia de las universidades públicas colombianas: Análisis de la situación de la educación superior pública de Colombia en el período 1996-2001 y proyecciones sobre los posibles aumentos de cobertura por mejoramiento de la eficiencia del sector. Bogotá, D.C., 2002, 75 p.

SISTEMA DE UNIVERSIDADES DEL ESTADO – SUE. Propuesta de Indicadores de Gestión Para las Universidades Públicas. Documento de trabajo. Versión Preliminar – 16 de Octubre de 2002, 6 p.

RAY, S. Data Envelopment Analysis. Theory and Techniques for Economics and Operations Research. University of Connecticut, Cambridge University Press. New York, 2004. 14 p.

RESTREPO, M., VILLEGAS, J. Análisis Envolvente de Datos: Introducción y herramienta pública para su utilización. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Antioquia, Medellín, 2007, 27 p.

THANASSOULIS, E. Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis: A foundation text with integrated software. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001, 282 p.

TORRICO, A., PÉREZ, F., GALACHE, T., MOLINA, J., GÓMEZ, T., CABALLERO, R. Análisis de la eficiencia de las unidades productivas de una Universidad. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga, 2007, 33 p.

VISBAL, D., PALACIOS, F. Evaluación de la eficiencia relativa en el uso de los recursos de las universidades públicas colombianas mediante la metodología Data Envelopment Analysis. Universidad de Los Andes, Departamento de Ingeniería Industrial, Bogotá D.C., 2003, 18 p.

## ANEXOS

## ANEXO A. ÍNDICES DEL SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN.

TIPO DE ÍNDICE	NOMBRE DEL ÍNDICE	DESCRIPCIÓN
ÍNDICES DE CAPACIDAD (ICAD)	IC1 - Recursos humanos	Número de docentes en tiempos completos equivalentes, incluyendo catedráticos y ocasionales, discriminados por niveles de formación.
	IC2 - Recursos financieros	Recursos financieros provenientes del Estado y generados por la universidad en desarrollo de su actividad, causados en el año respectivo. (Cuantificar los recursos financieros con que cuentan las universidades públicas para el desarrollo de su quehacer misional y la obtención de resultados, con excepción de los recursos dedicados a remunerar el personal docente).
	IC3 - Recursos físicos	Área de los espacios físicos construidos disponibles para las actividades universitarias misionales y de apoyo administrativo.
	IC4 - Gastos en personal administrativo.	Gasto en que incurren las universidades para el pago del personal no docente.
	IC6 - Infraestructura Tecnológica-	Número de computadores ponderado de acuerdo a su antigüedad. Se recolectaron datos para los años 2007 y 2008. (Indicador Nuevo)
ÍNDICES DE RESULTADOS DE FORMACIÓN (IRFOR)	IRD1 - Multidisciplinariedad	Número ponderado de programas académicos de pregrado y posgrado ofrecidos por la institución.
	RD2 - Calidad	Programas académicos de pregrado con acreditación de calidad
	IRD3 - Cobertura	Número ponderado de matriculados por primera vez en primer curso por niveles de formación y metodologías de enseñanza en pregrado.
	IRD4 - Cobertura	Número ponderado de matriculados por niveles de formación y metodologías de enseñanza en pregrado y posgrado.
	IRD5 - Impacto	Número ponderado de graduados en el nivel de formación de pregrado y posgrado por metodologías de enseñanza y áreas de conocimiento.

		IRD6 - Calidad	Número ponderado de estudiantes de la Universidad que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES.
		IRD7 - Calidad	Número ponderado de estudiantes en programas académicos de pregrado con acreditación de calidad. Este es un indicador nuevo que complementa el indicador de programas con acreditación de calidad.
		IRD8 - Calidad	RESULTADOS B2 EN INGLES EN PRUEBAS ECAES. Número de estudiantes con resultados B2 en el examen de inglés en el ECAES. Se utilizaron datos para los años 2007 y 2008.( Indicador Nuevo)
		IRD9 – Impacto	GRADUADOS EN EL MERCADO LABORAL. Número de graduados en el año anterior y vinculados al sector laboral. Se utilizó este indicador para el modelo estático. (Indicador Nuevo)
		IRD10 – Movilidad	Número de estudiantes en programas de movilización en universidades internacionales con las que se tiene convenio ( Indicador Nuevo)
		IRD11 Internacionalización	- Número de estudiantes extranjeros matriculados en cualquier nivel educativo de IES internacionales con las que se tiene convenio. (Indicador Nuevo)
ÍNDICES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (IRPROD)		IRI1 - Investigación	Número ponderado de grupos de investigación reconocidos y escalafonados por Colciencias.
		IRI2 - Productividad	Número ponderado de revistas indexadas de la institución de acuerdo la legislación vigente (Colciencias).
		IRI3 - Productividad	Número ponderado de artículos de carácter científico, técnico, artístico, humanístico o pedagógico publicados en revistas indexadas
		IRI4 - Productividad	Número de patentes nacionales e internacionales y secretos industriales de la institución.
		IR 15 - Ponencias	Número de ponencias de docentes en eventos especializados académicos de divulgación nacional o internacional. (Indicador Nuevo)

	IRI6 - Impacto	Número de graduados en programas de maestrías y doctorados.
	IRI7 - Impacto	Producción citada. Dicha producción incluye los artículos en revistas científicas especializadas, los libros y capítulos, la derivadas en congresos y reuniones científicas y se considera como citada cuando por lo menos ha recibido una cita (Indicador Nuevo – basa de datos Scopus)
INDICADORES DE EXTENSIÓN (IREXT)	IRE2 - Extensión	Número de docentes en TCE (Tiempo Completo Equivalente) dedicados a las actividades de extensión en el respectivo año.
	IRE3 - Extensión	Estudiantes vinculados en el desarrollo de la función de extensión
	IRE4 - Educación continuada	Número de horas ofertadas en programas de educación continuada al año.
	IRE5 - Entidades	Entidades vinculadas formalmente al desarrollo de la extensión
	IRE6 - Número de patentes licenciadas	Número de patentes licenciadas dirigidas a programas de extensión. (Indicador Nuevo)
	IRE7 - Emisiones	Número de horas de emisión de programas realizados por la universidad en radio y televisión (internet o espacio abierto). ( Indicador Nuevo)
	IRE8 - Medios impresos	Número de periódicos y revistas de divulgación impresos al año. ( Indicador Nuevo)
	IRE9 - Producción cultural	Número de productos audiovisuales, cinematográficos o fonográficos y obras artísticas. (Indicador Nuevo).
	IRE10 - Exposiciones	Número de exposiciones, conciertos, obras teatrales realizadas en la Institución. (Indicador Nuevo).
	INDICADOR DE BIENESTAR (IRBIE)	IRB1 - Bienestar atención al estudiante
IRB2 - Retención		Tasa de retención de los estudiantes. (Indicador Nuevo)

Fuente: Metodología para la distribución de recursos. Art. 87 Ley 30-1992 Vigencia 2008

ANEXO B. VARIABLES USADAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DEPARTAMENTOS DE UNA UNIVERSIDAD.

NOMBRE DEL DOCUMENTO / AUTOR	VARIABLES DE ENTRADA	VARIABLES DE SALIDA
<p>1. UN ESTUDIO SOBRE LA EFICIENCIA DE LA ACTIVIDAD UNIVERSITARIA. Carmen Castrodeza Chamorro y Teresa Peña García</p>	<p>Número de Profesores. Profesores de cada departamento considerando catedráticos, profesores titulares, asociados y ayudantes.</p>	<p>Calidad de la Investigación: Artículos y Libros (0,6) Proyectos (0,4)</p>
	<p>Capacidad Docente. Suma de los créditos que cada profesor del departamento tiene asignado según la normativa legal vigente.</p>	<p>Cantidad de Investigación: Publicaciones y proyectos (0,52) Estancias (0,28) Otros (0,2)</p>
	<p>Gastos Generales. Incluye los salarios de los profesores del Departamento así como el resto de asignaciones económicas realizadas al mismo.</p>	<p>Impacto de la Investigación: Conferencias, Cursos y Seminarios (0,565) No. De publicaciones con coautores extranjeros (0,435)</p>
		<p>Formación Jóvenes Investigadores: Tesis (0,785) Tesinas y Trabajos fin de carrera (0,149) Alumnos de doctorado (0,066)</p>
		<p>Créditos Matriculados Tasa de Rendimiento</p>
<p>2. UN ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA. José Antonio García Córdoba,</p>	<p>Presupuesto del departamento. Atiende partidas de gasto corriente e infraestructuras.</p>	<p>Carga Real Docente - Créditos impartidos por el departamento.</p>

<p>Fernando Antonio López Hernández y Manuel Ruiz Marín</p>	<p>Número de profesores equivalentes a tiempo completo. Incluye profesores a tiempo completo y profesores a tiempo parcial.</p>	<p>Puntuación en investigación. Es un indicador propio de la Universidad que asigna puntos por cada unidad de publicaciones, congresos, proyectos, becarios, etc. que tenga el departamento.</p>
<p>3. ASIGNACIONES PRESUPUESTARIAS Y EFICIENCIA EN LA POLÍTICA DE RECURSOS HUMANOS DE UNA UNIVERSIDAD BAJO CRITERIOS MÚLTIPLES. Caballero, R., Galache, T., Gómez, T., Molina, J. y Torrico, A.</p>	<p>Carga potencial del profesorado. Se calcula como 24 (1 crédito = 10 horas) créditos por docente equivalente y se hacen las posibles reducciones de carga docente en función de cargo, formación u otras circunstancias.</p>	
	<p>Capacidad docente del profesorado funcionario. Número de docentes equivalentes a tiempo completo por el número de créditos disponibles.</p>	<p>Número de alumnos matriculados</p>
	<p>Capacidad docente del profesorado no funcionario. Número de docentes equivalentes a tiempo completo por el número de créditos disponibles.</p>	<p>Tamaño medio de los grupos de docencia</p>
	<p>Número de becarios</p>	<p>Carga docente real. Créditos impartidos por el departamento.</p>
	<p>Número de personal de administración y servicios de laboratorio</p>	

4. COMPARING UNIVERSITY DEPARTMENTS. JE Beasley	Gastos Generales (General expenditure). La mayoría de los gastos es en salarios.	Número de estudiantes de pregrado (Number of undergraduates)
	Gastos de los equipos (Equipment expenditure)	Número de estudiantes de posgrado en los cursos impartidos (Number of postgraduates in taught courses)
	Ingresos de Investigación (Research income)	Número de estudiantes de posgrado hacienda investigación (Number of postgraduates doing research)
		Ingresos de Investigación (Research income: Departments rated in “star”, Departments rated in “A-”, Departments rated in “A”, Departments rated in “A+”)
5. EFICIENCIA EN COSTES EN LA UNIVERSIDAD. UNA APLICACIÓN A LOS DEPARTAMENTOS DE LA UAB Víctor M. Giménez García José Luis Martínez Parra	Gastos de funcionamiento (variable)	Artículos en revistas internacionales y nacionales
	Gastos del personal docente e investigador no numerario (variable)	Libros y capítulos en libros
	Gastos del personal docente e investigador numerario (fijo)	Plan docente
6. AN APPLICATION OF THE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS METHODOLOGY IN THE PERFORMANCE ASSESSMENT OF THE ZARAGOZA UNIVERSITY DEPARTMENTS Emilio Martín	(Academic and Research Personal Doctor (Doctors)	Credits Registered $\times$ Experimental Coefficient (Credit $\times$ exper coefficient)
	Academic and Research Personal non Doctor (Non Doctors)	PhD Credits offered (PhD Credits)
	Services and Administration Personal (Budgetary Assignment)	PhD thesis read during the last year (Thesis read last year)

	Annual Amortization (Annual Pay Off)	Research annual incomes (Research activity incomes)
		Compute of department research activity (Research activity compute)
<p>7. LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA. UNA APLICACIÓN DEL DEA A LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA</p> <p>Dra. Raquel Martín Rivero</p>	<p>Catedráticos universidad, catedráticos escuela, titulares universidad (PDI). Existe personal con una dedicación parcial, existiendo en la Universidad de la Laguna, profesores contratados a 3, 4, 5 y 6 horas. Éstos han sido ponderados con 0,375, 0,5, 0,625 y 0,75 respectivamente, obteniendo como resultado el profesorado existente equivalente a tiempo completo.</p>	<p>% de prof con buena valoración en encuesta de evaluación docente (PED). Se ha utilizado la relación número de profesores que han obtenido una nota igual a superior a cuatro en la encuesta contestada por los alumnos de la Universidad con respecto al total de profesores evaluados por departamento. La puntuación en la encuesta oscila entre uno y cinco, siendo uno la puntuación mínima y cinco la máxima</p>
	<p>Titulares Escuela, profesores asociados y ayudantes (PD). Existe personal con una dedicación parcial, existiendo en la Universidad de la Laguna, profesores contratados a 3, 4, 5 y 6 horas. Éstos han sido ponderados con 0,375, 0,5, 0,625 y 0,75 respectivamente, obteniendo como resultado el profesorado existente equivalente a tiempo completo.</p>	<p>No. Créditos impartidos por departamento (NC)</p>

	Presupuesto Departamental (PP)	No. Alumnos matriculados en primer y segundo ciclo por departamento (NA)
		No. Alumnos de tercer ciclo por departamento (NATC)
		No. de Publicaciones (NP). Se ha incluido el nº de publicaciones nacionales e internacionales con ponderación 1, y el nº de ponencias y comunicaciones con ponderación 0,6.
		Ingresos de proyectos de investigación (PI). Estos eran principalmente de 3 categorías: 1, 2 y 3 años, y para imputarlos al período considerado se hizo un reparto proporcional..
8. CLASIFICACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS UNIVERSITARIOS POR PERFILES DE ACTIVIDAD A PARTIR DEL ANÁLISIS DE FRONTERA ESTOCÁSTICA. Alfredo Moreno Sáez y David Trillo del Pozo	Profesores doctores a tiempo completo (PROFDOC). Se calculan en tiempos completos equivalentes y se agrupan a los Catedráticos de Universidad, Titulares de Universidad, y Catedráticos de Escuela.	Indicador de Investigación (PAR, propio de la universidad). Es un indicador de las investigaciones desarrolladas por la Universidad ponderadas por su impacto científico.
	Profesores no doctores a tiempo completo (PROFNDOC). Se calculan en tiempos completos equivalentes.	Puntuación atribuida a los ingresos a través de convenios y proyectos de investigación (PATT). Refleja la posibilidad de captar fondos procedentes de convenios y proyectos de

		investigación (transferencia de tecnología)
	Ingresos recibidos en el ejercicio de la investigación (FONDINV)	Número anual de profesores evaluados positivamente (EVAL)
9. EL ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN EL SECTOR PÚBLICO MEDIANTE MÉTODOS FRONTERA Rafaela Dios Palomares	Número de profesores	Número de publicaciones
	Presupuesto del departamento	Número de conferencias
	Gastos en personal	Asistencia a congresos
		Clases impartidas
		Resultados de encuestas de los alumnos
10. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA RELATIVA EN EL USO DE RECURSOS DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS COLOMBIANAS MEDIANTE LA METODOLOGÍA DATA ENVELOPMENT ANALYSIS Delimiro Alberto Visbal Cadavid. Asesor: Fernando Palacios Gómez	Salario anual de los docentes (medidos en millones de pesos colombianos)	Número de graduados en pregrado
	Salario anual del personal administrativo (medidos en millones de pesos colombianos)	Número de graduados en posgrado (Doctorado, Maestría y Especialización)
	Gastos generales anuales (medidos en millones de pesos colombianos)	Índice de Investigación (compuesto de 8 variables relativas a la actividad investigativa)
	Inversión (medidos en millones de pesos colombianos)	

Fuente: Autora del proyecto.

### ANEXO C. INFORMACIÓN A LEVANTAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VARIABLES DE ENTRADA.

INFORMACIÓN A LEVANTAR	FORMA DE PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN																																			
<p>11. Una relación de los docentes de cada Escuela indicando su tipo de vinculación (planta / cátedra / ocasional), la dedicación (tiempo completo/medio tiempo/otro), su nivel de formación y el valor del salario devengado.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DOCENTE</th> <th colspan="2">TIPO DE VINCULACIÓN (planta / cátedra / ocasional)</th> <th colspan="2">DEDICACIÓN (TC, ½ T, horas/sem.)</th> <th colspan="2">MÁXIMO NIVEL DE FORMACIÓN</th> <th colspan="2">SALARIO DEVENGADO</th> </tr> <tr> <th>SEM 1</th> <th>SEM 2</th> <th>SEM 1</th> <th>SEM 2</th> <th>SEM 1</th> <th>SEM 2</th> <th>SEM 1</th> <th>SEM 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DOCENTE	TIPO DE VINCULACIÓN (planta / cátedra / ocasional)		DEDICACIÓN (TC, ½ T, horas/sem.)		MÁXIMO NIVEL DE FORMACIÓN		SALARIO DEVENGADO		SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2																		
DOCENTE	TIPO DE VINCULACIÓN (planta / cátedra / ocasional)		DEDICACIÓN (TC, ½ T, horas/sem.)		MÁXIMO NIVEL DE FORMACIÓN		SALARIO DEVENGADO																													
	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2																												
<p>12. Cantidad de créditos ofrecidos por la Escuela en cada nivel de formación.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NIVEL DE FORMACIÓN</th> <th colspan="2">CRÉDITOS OFRECIDOS</th> </tr> <tr> <th>SEMESTRE 1</th> <th>SEMESTRE 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pregrado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Doctorado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	NIVEL DE FORMACIÓN	CRÉDITOS OFRECIDOS		SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	Pregrado			Doctorado			...																							
NIVEL DE FORMACIÓN	CRÉDITOS OFRECIDOS																																			
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2																																		
Pregrado																																				
Doctorado																																				
...																																				
<p>13. Relación del personal administrativo y de servicios de la Escuela indicando dedicación (tiempo completo/medio tiempo/otro) y el valor del salario devengado.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PERSONAL ADMINISTRATIVO</th> <th colspan="2">DEDICACIÓN (tiempo completo, ½ tiempo, x horas/semestre)</th> <th colspan="2">SALARIO DEVENGADO</th> </tr> <tr> <th>SEMESTRE 1</th> <th>SEMESTRE 2</th> <th>SEMESTRE 1</th> <th>SEMESTRE 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	PERSONAL ADMINISTRATIVO	DEDICACIÓN (tiempo completo, ½ tiempo, x horas/semestre)		SALARIO DEVENGADO		SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2																										
PERSONAL ADMINISTRATIVO	DEDICACIÓN (tiempo completo, ½ tiempo, x horas/semestre)		SALARIO DEVENGADO																																	
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2																																

14. Monto de los gastos generales de la Escuela sin incluir los salarios de los docentes (en caso de no tener este dato, puede contarse con el monto total de los gastos).	GASTOS		MONTO	
			SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
	Gastos de personal (sueldos, prestaciones, honorarios)			
	Gastos de los equipos			
	...			
15. Inventario de los equipos de la Escuela con su valor y antigüedad.	EQUIPO	FECHA DE ADQUISICIÓN	VALOR DE ADQUISICIÓN	
16. Valor del presupuesto asignado a la Escuela (Ingresos por investigación y proyectos de extensión, Transferencias oficiales, ...)	DETALLE		MONTO	
			SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
	Transferencias oficiales			
	Ingresos por actividades de extensión y proyección social			
	...			
17. Área de los espacios físicos construidos disponibles para las actividades de la Escuela	Cifra de los metros cuadrados del área disponible para la Escuela.			

Fuente: Autora del proyecto.

## ANEXO D. INFORMACIÓN A LEVANTAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VARIABLES DE SALIDA.

INFORMACIÓN A LEVANTAR	FORMA DE PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN																		
<p>O1. Una relación de las publicaciones (libros, artículos, tesis, etc.) realizadas en cada Escuela, indicando la clasificación del medio usado para la publicación de la misma.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="800 472 999 610">NOMBRE DE LA PUBLICACIÓN</th> <th data-bbox="999 472 1094 610">TIPO</th> <th data-bbox="1094 472 1335 610">MEDIO DE PUBLICACIÓN</th> <th data-bbox="1335 472 1535 610">CATEGORÍA DEL MEDIO</th> <th data-bbox="1535 472 1692 610">AUTORES</th> <th data-bbox="1692 472 1894 610">FECHA DE PUBLICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	NOMBRE DE LA PUBLICACIÓN	TIPO	MEDIO DE PUBLICACIÓN	CATEGORÍA DEL MEDIO	AUTORES	FECHA DE PUBLICACIÓN												
NOMBRE DE LA PUBLICACIÓN	TIPO	MEDIO DE PUBLICACIÓN	CATEGORÍA DEL MEDIO	AUTORES	FECHA DE PUBLICACIÓN														
<p>O2. Cantidad de estudiantes de pregrado y posgrado que están realizando trabajos de investigación.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="800 797 1125 894" rowspan="2">NIVEL DE FORMACIÓN</th> <th colspan="2" data-bbox="1125 797 1671 837">MATRICULADOS</th> </tr> <tr> <th data-bbox="1125 837 1367 894">SEMESTRE 1</th> <th data-bbox="1367 837 1671 894">SEMESTRE 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="800 894 1125 935">Pregrado</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="800 935 1125 984">Especialización</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="800 984 1125 1032">Maestría</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="800 1032 1125 1081">...</td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	NIVEL DE FORMACIÓN	MATRICULADOS		SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	Pregrado			Especialización			Maestría			...			
NIVEL DE FORMACIÓN	MATRICULADOS																		
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2																	
Pregrado																			
Especialización																			
Maestría																			
...																			
<p>O3. Relación de congresos, seminarios y cursos a los que se ha asistido y los que se han organizado en la Escuela</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="800 1170 1062 1268">PONENTE</th> <th data-bbox="1062 1170 1293 1268">TÍTULO DE LA PONENCIA</th> <th data-bbox="1293 1170 1535 1268">NOMBRE DEL EVENTO</th> <th data-bbox="1535 1170 1766 1268">FECHA DE REALIZACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	PONENTE	TÍTULO DE LA PONENCIA	NOMBRE DEL EVENTO	FECHA DE REALIZACIÓN														
PONENTE	TÍTULO DE LA PONENCIA	NOMBRE DEL EVENTO	FECHA DE REALIZACIÓN																

O4. Relación de los grupos de investigación, indicando su clasificación según Colciencias, los integrantes del grupo con su respectivo nivel de formación, los proyectos actuales e ingresos derivados de las actividades del grupo. Información para cada semestre.

NOMBRE DEL GRUPO	RESPONSABLE	FECHA DE CREACIÓN	INTEGRANTES	NIVEL DE FORMACIÓN	ING. DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES DEL GRUPO

O5. Relación de estudiantes de acuerdo a los niveles de formación ofrecidos por la Escuela.

NIVEL DE FORMACIÓN	MATRICULADOS	
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2

O6. El número de créditos cursados y aprobados por los estudiantes en los diferentes niveles de formación.

NIVEL DE FORMACIÓN	CRÉDITOS CURSADOS		CRÉDITOS APROBADOS	
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
Pregrado				
...				

O7. Información sobre la evaluación docente.

DETALLE	EVALUACIÓN DOCENTE	
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
Docentes planta		
Docentes cátedra		

<p>O8. Cantidad de graduados en los diferentes niveles de formación.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NIVEL DE FORMACIÓN</th> <th colspan="2">GRADUADOS</th> </tr> <tr> <th>SEMESTRE 1</th> <th>SEMESTRE 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pregrado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Especialización</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NIVEL DE FORMACIÓN	GRADUADOS		SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	Pregrado			Especialización			...					
NIVEL DE FORMACIÓN	GRADUADOS																			
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2																		
Pregrado																				
Especialización																				
...																				
<p>O9. Ingresos derivados de actividades de Investigación.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SEMESTRE 1</th> <th>SEMESTRE 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ingresos derivados de actividades de Investigación.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	Ingresos derivados de actividades de Investigación.													
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2																		
Ingresos derivados de actividades de Investigación.																				
<p>O10. Número de programas académicos de pregrado y posgrado ofrecidos por la Escuela, detallando si están o no acreditados. Información para cada semestre.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGRAMA</th> <th>NIVEL DE FORMACIÓN</th> <th>FECHA DE ACREDITACIÓN</th> <th>VIGENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PROGRAMA	NIVEL DE FORMACIÓN	FECHA DE ACREDITACIÓN	VIGENCIA													
PROGRAMA	NIVEL DE FORMACIÓN	FECHA DE ACREDITACIÓN	VIGENCIA																	
<p>O11. Número ponderado de estudiantes de la Escuela que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SEMESTRE 1</th> <th>SEMESTRE 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No. de est. que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	No. de est. que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES													
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2																		
No. de est. que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES																				

O12. RESULTADOS B2 EN INGLES EN PRUEBAS ECAES. Número de estudiantes con resultados B2 en el examen de inglés en el ECAES.

	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
No. de estudiantes que obtuvieron un puntaje B2 en el examen de inglés en el ECAES		

O13. GRADUADOS EN EL MERCADO LABORAL. Número de graduados en el año anterior y vinculados al sector laboral. Se utilizó este indicador para el modelo estático.

NIVEL DE FORMACIÓN	GRADUADOS EN EL AÑO t-1	GRADUADOS CON APORTES A SEGURIDAD SOCIAL EN EL AÑO t
Pregrado		
Maestría		
...		

O14. Número de estudiantes en programas de movilización en universidades internacionales con las que se tiene convenio.

	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
Número de estudiantes en programas de movilización en universidades internacionales con las que se tiene convenio.		

O15. Número de estudiantes extranjeros matriculados en cualquier nivel educativo de IES internacionales con las que se tiene convenio.

	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
Número de estudiantes extranjeros matriculados en cualquier nivel educativo de IES internacionales con las que se tiene convenio.		

O16. Número ponderado de revistas indexadas de la institución de acuerdo la legislación vigente (Colciencias).			SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
	Número ponderado de revistas indexadas de la institución de acuerdo la legislación vigente (Colciencias).			
O17. Número de patentes nacionales e internacionales y secretos industriales de la Escuela.			SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
	Número de patentes nacionales e internacionales y secretos industriales de la Escuela.			
O18. Número de ponencias de docentes en eventos especializados académicos de divulgación nacional o internacional.	PONENTE	TÍTULO DE LA PONENCIA	NOMBRE DEL EVENTO	FECHA DE REALIZACIÓN
O19. Producción citada. Dicha producción incluye los artículos en revistas científicas especializadas, los libros y capítulos, la derivadas en congresos y reuniones científicas y se considera como citada cuando por lo menos ha recibido una cita.			SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
	Número artículos, libros y capítulos citados.			

O20. Número de docentes en TCE (Tiempo Completo Equivalente) dedicados a las actividades de extensión en el respectivo año.

DOCENTE	HORAS EXTENSIÓN DENTRO DE LA JORNADA		HORAS EXTENSIÓN FUERA DE LA JORNADA		INGRESO ANUAL	BONIFICACIONES
	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2		

O21. Estudiantes vinculados en el desarrollo de la función de extensión. Información para cada semestre

ESTUDIANTE	NIVEL DE FORMACIÓN	PROYECTO DE EXTENSIÓN

O22. Número de horas ofertadas en programas de educación continuada al año.

NOMBRE DEL EVENTO	TIPO DE EVENTO	NÚMERO DE HORAS	FECHA DEL EVENTO
	Seminario		
	Curso		
	Diplomado		
	...		

O23. Entidades vinculadas formalmente al desarrollo de la extensión

NOMBRE DE LA ENTIDAD	CONVENIO	PERIODO DE EJECUCIÓN	VALOR DEL CONTRATO

O24. Número de patentes licenciadas dirigidas a programas de extensión.

TIPO DE PRODUCTO	NOMBRE	NÚMERO DEL CONTRATO DE LICENCIAMIENTO	FECHA	VIGENCIA	MONTO

O25. Apoyos económicos a estudiantes de pregrado y posgrado.

NOMBRE DEL PROGRAMA	NÚMERO DE ESTUDIANTES BENEFICIADOS		MONTO	
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
Programa x				
Programa y				
...				

O26. Tasa de retención de los estudiantes.

PERIODO	MATRICULADOS NO GRADUADOS	DESER TORES	RETENI DOS	TASA DE DESERCIÓN	TASA DE RETENCIÓN
I					
II					

Fuente: Autora del proyecto.

## ANEXO E. VARIABLES DE ENTRADA DE LAS ESCUELAS

Unidad Académica	Doc_Planta	Doc_Catedra	T_Docentes	Doc_Doctor	Doc_Maestria	Doc_Espec	Doc_Univ	Doc_Tecno	Doc_Sec	G_General	Presupuesto	Inventario	Area
Artes I	8,50	11,	19,6	-	1,95	6,95	10,40	0,33	-	549,74	280,03	243,18	916,74
Artes II	8,50	10,	19,2	-	1,80	6,60	9,85	-	1,00	692,53	281,69	245,89	916,74
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	12,00	1,6	13,6	4,00	7,53	0,30	1,80	-	-	752,87	523,19	1.020,	1.248,34
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	12,00	1,6	13,6	4,00	7,25	0,38	2,00	-	-	885,50	530,47	1.133,	1.248,34
Biología I	12,00	2,9	14,9	6,15	3,33	2,13	3,35	-	-	821,08	264,75	933,63	1.961,79
Biología II	12,00	2,7	14,7	7,48	2,38	1,63	3,28	-	-	1.140,67	267,85	966,55	1.961,79
Derecho y Ciencia Política I	8,50	8,7	17,2	1,00	5,20	10,13	0,88	-	-	463,74	461,34	254,24	174,41
Derecho y Ciencia Política II	8,50	7,4	15,9	1,00	4,80	9,28	0,88	-	-	611,54	466,58	258,97	174,41
Diseño Industrial I	14,50	4,1	18,6	-	8,10	6,28	3,98	0,30	-	743,07	236,67	393,42	1.897,72
Diseño Industrial II	14,50	4,7	19,2	-	8,00	6,43	4,50	0,30	-	859,60	244,72	464,40	1.897,72
Economía y Administración I	14,00	4,5	18,5	1,10	11,70	3,68	2,05	-	-	601,91	805,03	149,51	242,48
Economía y Administración II	14,00	4,0	18,0	1,00	11,58	3,35	2,15	-	-	717,39	805,03	175,46	242,48
Educación I	8,00	2,6	10,6	3,00	5,78	0,35	1,48	-	-	393,42	575,68	190,76	278,16
Educación II	8,00	2,0	10,0	3,00	5,30	0,18	1,55	-	-	482,70	657,28	193,68	278,16
Enfermería I	15,63	9,1	24,7	-	14,20	7,85	2,70	-	-	756,77	255,90	230,44	628,94
Enfermería II	13,13	7,2	20,3	-	12,75	5,40	2,18	-	-	830,97	288,30	235,02	628,94
Estudios Industriales y Empresariales I	14,00	8,0	22,0	4,00	11,88	5,68	0,53	-	-	778,32	4.679,	596,97	1.618,26
Estudios Industriales y Empresariales II	14,00	9,3	23,3	4,00	12,58	6,18	0,55	-	-	1.009,01	4.792,	622,79	1.618,26
Filosofía I	8,00	2,9	10,9	5,00	2,20	1,00	2,70	-	-	756,77	153,47	55,37	192,29
Filosofía II	8,00	2,5	10,5	3,00	4,20	1,00	2,30	-	-	383,84	201,44	72,08	192,29
Física I	23,00	13,	36,2	18,2	8,40	2,20	7,48	-	-	1.610,80	233,74	3.066,	2.964,68
Física II	23,00	11,	34,4	18,1	7,90	2,15	6,28	-	-	1.866,37	248,88	3.245,	2.964,68
Fisioterapia I	8,00	5,7	13,7	-	6,63	4,90	2,18	-	-	430,62	48,50	406,36	587,17
Fisioterapia II	8,00	1,8	9,83	-	6,50	2,18	1,15	-	-	564,57	48,50	407,39	587,17
Geología I	8,00	6,0	14,0	5,00	3,85	3,15	2,00	-	-	714,40	3.754,	1.900,	1.260,58

<b>Geología II</b>	8,00	4,6	12,6	5,00	3,45	2,45	1,70	-	-	815,53	4.414,	1.939,	1.260,58
<b>Historia I</b>	8,00	1,2	9,20	4,40	4,65	0,08	0,08	-	-	504,82	399,63	133,25	975,12
<b>Historia II</b>	9,00	1,1	10,1	5,30	4,73	-	0,08	-	-	603,57	414,26	134,85	975,12
<b>Idiomas I</b>	15,00	18,	33,7	2,43	14,83	6,23	10,30	-	-	778,32	78,26	208,39	419,33
<b>Idiomas II</b>	15,00	14,	29,5	2,35	13,68	5,53	8,00	-	-	1.009,01	84,43	219,37	419,33
<b>Ingeniería Civil I</b>	16,00	4,0	20,0	7,00	6,60	3,28	3,13	-	-	922,34	5.983,	1.552,	3.938,40
<b>Ingeniería Civil II</b>	17,00	3,8	20,8	8,00	6,78	3,35	2,68	-	-	1.050,26	6.401,	1.665,	3.938,40
<b>Ingeniería de Petróleos I</b>	9,00	6,2	15,2	1,00	4,85	2,83	6,55	-	-	483,67	3.460,	2.509,	1.065,73
<b>Ingeniería de Petróleos II</b>	9,00	5,6	14,6	1,00	4,98	2,48	6,15	-	-	937,50	8.816,	2.641,	1.065,73
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática I</b>	17,00	3,2	20,2	3,00	13,23	2,85	1,15	-	-	724,51	252,15	634,60	1.946,68
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática II</b>	17,00	3,2	20,2	3,00	12,78	2,68	1,83	-	-	930,07	280,80	680,75	1.946,68
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica I</b>	28,00	9,1	37,1	11,0	17,88	2,55	4,75	1,00	-	922,34	2.414,	2.738,	3.600,76
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica II</b>	28,00	9,5	37,5	11,0	17,53	2,15	5,83	1,00	-	1.050,26	2.436,	2.887,	3.600,76
<b>Ingeniería Mecánica I</b>	19,00	3,9	22,9	2,00	13,15	5,55	2,23	-	-	922,34	639,41	1.339,	3.175,80
<b>Ingeniería Mecánica II</b>	19,00	3,6	22,6	2,00	13,23	5,48	1,93	-	-	1.050,26	640,04	1.661,	3.175,80
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I</b>	10,00	2,8	12,8	3,53	5,78	0,60	2,90	-	-	922,34	203,59	1.447,	3.051,14
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II</b>	9,00	2,8	11,8	3,50	4,75	0,63	2,93	-	-	937,50	229,51	1.562,	3.051,14
<b>Ingeniería Química I</b>	12,00	4,6	16,6	9,00	2,65	-	4,98	-	-	724,51	1.318,	2.318,	4.069,26
<b>Ingeniería Química II</b>	12,00	3,8	15,8	9,00	2,53	-	4,30	-	-	930,07	1.420,	2.483,	4.069,26
<b>Matemática I</b>	28,00	14,	42,0	7,33	22,20	7,10	5,40	-	-	1.312,71	354,09	546,22	1.270,06
<b>Matemática II</b>	28,00	12,	40,1	7,00	22,48	6,25	4,45	-	-	1.576,47	384,30	561,87	1.270,06
<b>Medicina I</b>	81,13	42,	123,	7,00	107,75	5,93	2,73	-	-	5.303,38	420,92	69,26	3.786,21
<b>Medicina II</b>	56,63	26,	82,7	-	6,00	106,4	4,90	3,30	-	6.353,58	441,63	82,12	3.786,21
<b>Nutrición I</b>	4,00	4,5	8,53	-	4,08	3,18	1,28	-	-	355,12	49,00	300,93	573,91
<b>Nutrición II</b>	6,00	1,1	7,15	-	4,08	1,88	1,20	-	-	512,44	49,00	300,93	573,91
<b>Química I</b>	28,00	4,7	32,7	18,0	7,93	2,58	4,20	-	-	1.951,18	3.089,	4.488,	3.832,68
<b>Química II</b>	28,00	4,1	32,1	18,0	8,03	2,43	3,65	-	-	2.328,46	3.128,	5.457,	3.832,68
<b>Trabajo Social I</b>	6,00	5,4	11,4	-	2,38	7,93	1,18	-	-	327,00	353,17	84,80	257,96
<b>Trabajo Social II</b>	6,00	5,6	11,6	-	2,60	7,75	1,28	-	-	415,47	399,71	86,94	257,96

Fuente: Autora del Proyecto

## ANEXO F. VARIABLES DE SALIDA DE LAS ESCUELAS

Unidad Académica	Mat_Pregrado	Mat_Doctor	Mat_Maestria	Mat_Espec	Cup_Pregrado	Cup_Doctor	Cup_Maestria	Cup_Espec	P_Cancel	P_Perd	P_Cond1	P_Cond2	P_Pfu	P_Ret
Artes I	308	-	-	-	2.347	-	-	-	12,57	17,45	2,92	-	2,60	10,06
Artes II	298	-	-	-	2.372	-	-	-	10,46	16,38	2,68	0,34	3,69	8,72
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	232	-	26	-	267	-	-	-	8,99	2,88	0,43	0,43	1,72	4,31
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	215	-	27	-	358	-	-	-	7,54	5,44	-	-	0,47	2,79
Biología I	263	-	-	-	1.266	-	-	-	9,56	10,83	3,80	-	1,14	6,08
Biología II	218	-	-	-	1.200	-	-	-	8,25	7,99	2,75	0,92	-	4,13
Derecho y Ciencia Política I	658	-	14	76	4.402	-	13	-	6,95	11,25	0,61	-	1,52	4,10
Derecho y Ciencia Política II	667	-	40	89	4.420	-	26	-	6,13	8,63	0,90	0,30	1,20	4,65
Diseño Industrial I	301	-	-	-	1.668	-	-	-	18,23	13,64	0,66	0,33	1,99	5,98
Diseño Industrial II	308	-	-	-	1.903	-	-	-	12,87	14,17	2,27	-	1,30	3,57
Economía y Administración I	450	-	14	32	2.282	-	-	20	9,86	11,04	1,33	0,22	1,56	6,44
Economía y Administración II	449	-	12	23	2.102	-	-	33	8,18	12,59	2,23	0,45	1,56	4,45
Educación I	109	-	40	-	3.429	-	28	-	11,34	2,73	0,92	-	0,92	3,67
Educación II	97	-	77	-	1.333	-	30	-	11,85	6,64	-	1,03	-	2,06
Enfermería I	272	-	-	13	1.052	-	-	36	7,13	1,54	1,84	0,37	1,10	4,04
Enfermería II	230	-	-	12	957	-	-	50	3,76	3,04	0,87	0,87	-	3,04
Estudios Industriales y Empresariales I	1.273	-	-	150	4.532	-	-	97	7,74	4,64	2,20	0,31	1,18	3,69
Estudios Industriales y Empresariales II	1.313	-	14	211	4.749	-	17	123	5,26	5,53	1,60	0,61	0,53	2,67
Filosofía I	319	-	20	-	1.067	-	13	-	22,40	18,00	3,45	0,63	4,08	11,29
Filosofía II	282	-	17	-	2.790	-	14	-	8,57	28,26	6,38	1,77	4,26	8,87
Física I	152	12	13	-	4.111	405	144	-	18,78	21,02	0,66	3,29	4,61	5,92
Física II	170	10	14	-	3.855	462	108	-	15,43	28,22	12,35	-	4,71	5,29
Fisioterapia I	226	-	-	-	433	-	-	-	6,93	4,96	2,21	-	0,88	3,98
Fisioterapia II	224	-	-	-	470	-	-	-	6,17	13,83	0,89	0,45	0,89	3,13

<b>Geología I</b>	505	-	15	-	1.501	-	13	-	7,26	4,24	3,37	1,58	1,78	3,37
<b>Geología II</b>	516	-	15	-	1.453	-	13	-	5,37	6,84	2,91	0,78	2,71	1,55
<b>Historia I</b>	234	-	12	-	1.131	-	36	-	15,92	8,62	2,99	0,43	2,56	7,26
<b>Historia II</b>	210	-	13	-	931	-	31	-	12,89	7,15	1,90	1,43	1,43	7,14
<b>Idiomas I</b>	710	-	15	-	7.457	-	18	-	18,30	11,23	1,27	0,70	1,97	5,49
<b>Idiomas II</b>	703	-	20	-	6.849	-	20	-	15,78	11,44	2,56	0,43	2,70	4,55
<b>Ingeniería Civil I</b>	971	-	15	23	2.943	-	31	29	9,48	14,23	3,09	0,93	1,34	4,33
<b>Ingeniería Civil II</b>	1.036	-	14	42	2.899	-	65	46	8,66	15,75	3,09	0,58	2,12	2,03
<b>Ingeniería de Petróleos I</b>	880	-	18	163	2.231	-	37	73	4,30	6,65	1,02	0,45	1,36	1,70
<b>Ingeniería de Petróleos II</b>	947	-	35	232	2.457	-	65	126	4,80	8,51	1,48	0,63	1,37	1,27
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática I</b>	784	-	28	-	1.968	-	304	-	10,21	5,43	2,81	1,02	2,04	6,63
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática II</b>	784	-	26	-	1.922	-	307	-	8,01	9,22	5,87	1,28	2,17	4,21
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica I</b>	1.666	2	70	50	3.924	23	126	17	16,06	21,16	2,64	0,90	2,16	3,84
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica II</b>	1.685	6	58	46	5.075	49	122	19	10,70	27,52	3,26	0,77	1,54	2,61
<b>Ingeniería Mecánica I</b>	1.151	-	-	171	2.800	-	-	198	11,82	16,32	2,17	0,78	1,30	4,34
<b>Ingeniería Mecánica II</b>	1.201	-	-	124	3.127	-	-	181	11,67	16,18	3,25	0,42	1,67	2,08
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I</b>	535	-	31	-	1.232	-	67	-	7,55	8,08	2,43	1,12	2,43	4,86
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II</b>	531	-	26	-	1.197	-	67	-	3,76	7,90	3,95	-	2,64	3,20
<b>Ingeniería Química I</b>	1.139	12	18	52	2.807	112	156	51	7,70	10,73	0,70	0,35	1,14	2,28
<b>Ingeniería Química II</b>	1.157	23	12	27	2.828	111	133	44	6,22	14,86	1,47	0,43	0,86	1,73
<b>Matemática I</b>	389	-	18	29	7.280	-	44	29	23,00	33,57	7,71	2,57	7,46	9,00
<b>Matemática II</b>	392	-	20	31	7.144	-	50	14	20,79	33,93	6,89	2,04	4,34	10,20
<b>Medicina I</b>	636	-	107	15	2.131	-	2.177	15	8,02	13,74	0,79	0,16	0,16	2,04
<b>Medicina II</b>	642	-	106	15	2.768	-	793	13	4,77	5,20	0,62	0,47	-	1,40
<b>Nutrición I</b>	166	-	-	-	376	-	-	-	1,86	1,36	-	-	0,60	3,01
<b>Nutrición II</b>	161	-	-	-	261	-	-	-	3,45	5,56	0,62	-	1,24	3,11
<b>Química I</b>	485	22	31	46	3.382	24	162	55	13,31	17,39	3,71	0,21	2,47	4,33
<b>Química II</b>	461	21	40	59	3.223	22	78	49	10,01	17,61	1,08	0,87	1,08	3,47
<b>Trabajo Social I</b>	491	-	-	-	1.667	-	-	-	7,68	10,53	0,61	-	0,41	5,50
<b>Trabajo Social II</b>	470	-	-	-	1.517	-	-	-	4,09	11,20	1,06	0,43	1,06	3,40

Fuente: Autora del Proyecto

## ANEXO F. VARIABLES DE SALIDA DE LAS ESCUELAS (CONTINUACIÓN)

Unidad Académica	Eval_Planta	Eval_Catedra	Grad_Pregrado	Grad_Doctor	Grad_Maestria	Grad_Espec	Ecaes	Prog_Pregrado	Prog_Doctor	Prog_Maestria	Prog_Espec	Est_intern
Artes I	81,01	84,15	1	-	-	-	101,60	1	-	-	-	-
Artes II	80,55	84,04	11	-	-	-	101,60	1	-	-	-	-
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	80,21	83,12	5	-	8	-	114,44	1	-	1	-	-
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	84,13	88,34	28	-	1	-	109,87	1	-	1	-	-
Biología I	82,66	76,74	28	-	-	-	104,77	1	-	-	-	-
Biología II	75,31	80,32	15	-	-	-	105,36	1	-	-	-	-
Derecho y Ciencia Política I	80,90	77,51	59	-	-	-	106,83	1	-	1	4	-
Derecho y Ciencia Política II	83,56	80,55	50	-	12	-	104,57	1	-	1	4	-
Diseño Industrial I	77,47	77,79	7	-	-	-	105,80	1	-	-	-	-
Diseño Industrial II	74,58	78,83	12	-	-	-	105,80	1	-	-	-	-
Economía y Administración I	79,46	74,40	24	-	-	25	100,70	1	-	1	1	-
Economía y Administración II	77,91	73,25	15	-	-	16		1	-	1	1	-
Educación I	80,27	81,28	27	-	6	-	103,18	2	-	1	-	-
Educación II	82,66	79,89	7	-	13	-	103,18	2	-	1	-	-
Enfermería I	83,79	87,53	29	-	-	7	110,14	1	-	-	2	-
Enfermería II	84,98	85,00	52	-	-	12	108,63	1	-	-	2	-
Estudios Industriales y Empresariales I	82,75	79,29	87	-	-	20	108,64	1	-	1	2	3
Estudios Industriales y Empresariales II	85,08	81,03	82	-	-	46	103,96	1	-	1	2	6
Filosofía I	86,95	78,32	8	-	-	-	100,40	1	-	1	-	-
Filosofía II	86,49	71,54	13	-	-	-	100,40	1	-	1	-	-
Física I	74,63	73,30	8	1	1	-	118,89	1	1	1	-	-
Física II	73,83	79,09	5	1	4	-		1	1	1	-	-
Fisioterapia I	85,02	80,78	30	-	-	-	114,26	1	-	-	-	-
Fisioterapia II	73,57	70,86	3	-	-	-	106,94	1	-	-	-	-

<b>Geología I</b>	80,61	78,96	23	-	-	-		1	-	1	-	1
<b>Geología II</b>	82,39	78,57	16	-	-	-		1	-	1	-	-
<b>Historia I</b>	78,94	88,15	16	-	2	-	103,40	1	-	1	-	-
<b>Historia II</b>	79,88	81,12	9	-	-	-	103,40	1	-	1	-	-
<b>Idiomas I</b>	84,80	81,53	40	-	7	-	104,80	3	-	1	-	1
<b>Idiomas II</b>	84,04	83,55	54	-	2	-	104,80	3	-	1	-	-
<b>Ingeniería Civil I</b>	79,37	78,33	58	-	-	4	110,38	1	-	1	2	-
<b>Ingeniería Civil II</b>	79,12	79,64	69	-	-	7	104,85	1	-	1	2	-
<b>Ingeniería de Petróleos I</b>	77,36	72,44	55	-	4	15	105,95	1	-	1	3	1
<b>Ingeniería de Petróleos II</b>	81,40	76,34	41	-	5	3	105,60	1	-	1	3	2
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática I</b>	74,98	81,71	55	-	-	-	112,52	1	-	1	-	-
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática II</b>	78,17	80,05	49	-	-	-	108,13	1	-	1	-	-
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica I</b>	79,35	78,52	85	-	7	8	109,09	2	1	3	1	1
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica II</b>	79,49	79,62	56	-	6	4	108,38	2	1	3	1	-
<b>Ingeniería Mecánica I</b>	74,07	73,90	53	-	-	13	110,87	1	-	-	1	2
<b>Ingeniería Mecánica II</b>	76,98	77,23	60	-	-	24	107,88	1	-	-	1	3
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I</b>	85,63	80,33	32	-	3	-	101,80	1	-	1	-	-
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II</b>	84,77	79,19	16	-	3	-	101,80	1	-	1	-	-
<b>Ingeniería Química I</b>	81,09	73,74	113	2	4	63	101,33	1	1	1	1	-
<b>Ingeniería Química II</b>	80,97	77,50	98	-	6	28		1	1	1	1	1
<b>Matemática I</b>	75,85	80,24	13	-	-	1	101,60	2	-	1	2	-
<b>Matemática II</b>	75,97	81,70	18	-	-	-	101,60	2	-	1	2	-
<b>Medicina I</b>	81,69	79,45	2	-	10	6	106,41	1	-	11	1	-
<b>Medicina II</b>	83,32	81,93	63	-	18	13	107,31	1	-	11	1	-
<b>Nutrición I</b>	86,89	81,85	2	-	-	-	103,95	1	-	-	-	-
<b>Nutrición II</b>	87,33	84,49	26	-	-	-	101,84	1	-	-	-	-
<b>Química I</b>	83,08	77,94	28	2	1	4	108,48	1	1	1	1	-
<b>Química II</b>	84,40	79,79	14	1	5	13	101,50	1	1	1	1	-
<b>Trabajo Social I</b>	73,15	80,90	33	-	-	-	109,07	1	-	-	-	-
<b>Trabajo Social II</b>	83,39	81,83	27	-	-	-	105,94	1	-	-	-	-

Fuente: Autora del Proyecto

## ANEXO F. VARIABLES DE SALIDA DE LAS ESCUELAS (CONTINUACIÓN)

Unidad Académica	Pub_Total	Pub_A1	Pub_A2	Pub_B	Pub_C	Grup_Total	Grup_A	Grup_A1	Grup_B	Grup_C	Grup_D	Grup_Sin	Ing_Inv	Doc_Ext	Est_Pasantes
Artes I	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,39	18
Artes II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43	18
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	2	2	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	128,55	-	-
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	2	2	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	5,14	0,71	-
Biología I	18	5	10	-	3	4	1	-	-	1	-	2	23,11	0,30	8
Biología II	4	2	2	-	-	4	1	-	-	1	-	2	3,52	0,24	8
Derecho y Ciencia Política I	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	127
Derecho y Ciencia Política II	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	127
Diseño Industrial I	3	-	-	-	3	4	-	-	-	-	1	3	-	0,13	-
Diseño Industrial II	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	1	3	-	0,17	-
Economía y Administración I	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	1	0,16	0,47	9
Economía y Administración II	1	-	-	-	1	2	-	-	1	-	-	1	-	0,03	9
Educación I	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	3	4	35,70	0,81	11
Educación II	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	3	4	2,28	0,61	11
Enfermería I	6	2	-	1	3	1	-	-	-	-	1	-	-	0,48	13
Enfermería II	9	3	-	2	4	1	-	-	-	-	1	-	-	0,43	13
Estudios Industriales y Empresariales I	1	-	-	-	1	3	-	-	-	-	2	1	193,87	-	-
Estudios Industriales y Empresariales II	5	-	3	1	1	3	-	-	-	-	2	1	-	-	-
Filosofía I	5	-	-	-	5	5	-	-	1	-	2	2	-	-	-
Filosofía II	5	-	-	1	4	5	-	-	1	-	2	2	-	-	-
Física I	23	3	9	2	9	9	1	-	4	1	3	-	13,64	0,23	-
Física II	5	1	1	3	-	9	-	-	4	1	3	-	-	0,13	-
Fisioterapia I	6	1	1	-	4	2	-	-	1	1	-	-	28,50	0,44	35
Fisioterapia II	2	-	1	-	1	2	-	-	1	1	-	-	-	0,47	35
Geología I	10	2	3	5	-	2	-	-	-	1	1	-	61,44	-	-

<b>Geología II</b>	5	-	1	3	1	2	-	-	-	1	1	-	896,51	-	-
<b>Historia I</b>	1	-	-	-	1	4	-	-	3	-	1	-	66,08	0,07	-
<b>Historia II</b>	1	-	-	-	1	4	-	-	3	-	1	-	0,77	0,28	-
<b>Idiomas I</b>	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	1	3	-	-	-
<b>Idiomas II</b>	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	1	3	-	-	-
<b>Ingeniería Civil I</b>	6	-	3	1	2	5	-	-	-	2	1	2	24,07	-	9
<b>Ingeniería Civil II</b>	1	-	1	-	-	5	-	-	-	2	1	2	16,01	-	9
<b>Ingeniería de Petróleos I</b>	4	-	4	-	-	5	-	-	-	1	4	-	3,61	-	-
<b>Ingeniería de Petróleos II</b>	-	-	-	-	-	5	-	-	-	1	4	-	0,02	0,32	-
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática I</b>	1	-	-	-	1	5	-	-	3	-	-	2	1,94	0,09	2
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática II</b>	4	-	-	-	4	5	-	-	3	-	-	2	0,07	0,10	2
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica I</b>	12	4	2	1	5	5	1	1	1	2	-	-	47,53	0,20	-
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica II</b>	5	4	-	-	-	5	-	-	1	2	-	-	7,68	0,07	-
<b>Ingeniería Mecánica I</b>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	1	1	0,81	0,13	-
<b>Ingeniería Mecánica II</b>	2	1	-	-	1	3	-	-	-	1	1	1	-	0,13	-
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I</b>	5	1	3	-	1	4	-	-	2	1	1	-	65,19	0,07	4
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II</b>	5	2	1	1	1	4	-	-	2	1	1	-	2,34	0,07	4
<b>Ingeniería Química I</b>	8	3	5	-	-	5	-	1	-	1	1	2	62,29	-	-
<b>Ingeniería Química II</b>	8	7	-	-	1	5	-	-	-	1	1	2	-	-	-
<b>Matemática I</b>	9	2	3	4	-	4	-	-	1	2	-	1	12,45	-	-
<b>Matemática II</b>	4	-	1	1	2	4	-	-	1	2	-	1	-	0,43	-
<b>Medicina I</b>	35	14	6	6	9	15	3	-	3	3	2	4	86,08	0,66	572
<b>Medicina II</b>	30	18	2	5	5	15	-	-	3	3	2	4	2,64	1,07	572
<b>Nutrición I</b>	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	0,03	16
<b>Nutrición II</b>	4	3	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	0,07	16
<b>Química I</b>	48	26	6	3	13	10	-	2	2	4	1	1	925,61	1,30	-
<b>Química II</b>	22	12	6	1	3	10	-	-	2	4	1	1	473,69	2,27	-
<b>Trabajo Social I</b>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	1	61,09	0,33	72
<b>Trabajo Social II</b>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	1	-	0,10	72

Fuente: Autora del Proyecto

**ANEXO G. TABLA DE CORRELACIÓN DE VARIABLES DE ENTRADA**

	Doc_Planta	Doc_Catedra	T_Docentes	Doc_Doctor	Doc_Maestria	Doc_Espec	Doc_Univ	Doc_Tecno	Doc_Sec	G_General	Presupuesto	Inventario	Area
Doc_Planta	1												
Doc_Catedra	0,82	1											
T_Docentes	0,98	0,92	1										
Doc_Doctor	0,35	0,09	0,27	1									
Doc_Maestria	0,80	0,76	0,82	0,12	1								
Doc_Espec	0,46	0,46	0,48	-0,18	0,00	1							
Doc_Univ	0,18	0,40	0,27	0,21	0,01	0,11	1						
Doc_Tecno	0,48	0,39	0,47	-0,04	0,00	0,90	0,19	1					
Doc_Sec	-0,08	0,08	-0,02	-0,13	-0,08	0,01	0,36	-0,03	1				
G_General	0,91	0,76	0,89	0,27	0,57	0,71	0,16	0,64	-0,05	1			
Presupuesto	-0,01	-0,08	-0,04	0,21	-0,07	-0,07	0,00	-0,03	-0,07	0,00	1		
Inventario	0,16	-0,11	0,07	0,79	-0,10	-0,17	0,26	-0,02	-0,10	0,13	0,47	1	
Area	0,55	0,21	0,45	0,63	0,24	0,18	0,18	0,31	-0,08	0,51	0,29	0,66	1

Fuente: Autora del Proyecto

**ANEXO H. TABLA DE CORRELACIÓN VARIABLES DE SALIDA DE FORMACIÓN ACADÉMICA.**

	Mat_Pregrado	Mat_Doctor	Mat_Maestria	Mat_Espec	Cup_Pregrado	Cup_Doctor	Cup_Maestria	Cup_Espec	P_Cancel	P_Perd	P_Cond1	P_Cond2	P_Pfu	P_Ret	Eval_Planta	Eval_Catedra	Grad_Pregrado	Grad_Doctor	Grad_Maestria	Grad_Espec	Ecaes	Prog_Pregrado	Prog_Doctor	Prog_Maestria	Prog_Espec	Est_intern
Mat_Pregrado	1																									
Mat_Doctor	0,14	1																								
Mat_Maestria	0,20	0,06	1																							
Mat_Espec	0,62	0,02	0,00	1																						
Cup_Pregrado	0,42	0,16	0,13	0,29	1																					
Cup_Doctor	-0,08	0,49	-0,04	-0,09	0,18	1																				
Cup_Maestria	0,10	0,04	0,75	-0,06	0,01	0,03	1																			
Cup_Espec	0,57	0,10	-0,10	0,84	0,18	-0,08	-0,05	1																		
P_Cancel	-0,09	0,09	-0,02	-0,19	0,51	0,25	-0,07	-0,11	1																	
P_Perd	0,15	0,29	0,03	-0,02	0,56	0,36	0,03	0,03	0,63	1																
P_Cond1	-0,02	0,07	-0,12	-0,10	0,33	0,37	-0,07	-0,04	0,41	0,64	1															
P_Cond2	-0,01	0,07	0,04	-0,04	0,35	0,25	-0,04	-0,01	0,43	0,44	0,27	1														
P_Pfu	-0,13	0,07	-0,18	-0,15	0,45	0,36	-0,17	-0,15	0,66	0,70	0,70	0,54	1													
P_Ret	-0,36	-0,15	-0,28	-0,32	0,19	0,02	-0,20	-0,31	0,66	0,48	0,43	0,32	0,66	1												
Eval_Planta	-0,08	-0,01	0,15	-0,05	-0,14	-0,31	0,02	-0,12	-0,33	-0,36	-0,27	-0,24	-0,20	-0,11	1											
Eval_Catedra	-0,25	-0,20	0,03	-0,30	-0,09	-0,21	0,00	-0,28	0,00	-0,32	-0,08	-0,21	-0,11	0,10	0,32	1										
Grad_Pregrado	0,81	0,19	0,07	0,51	0,32	-0,05	-0,03	0,47	-0,24	-0,12	-0,15	-0,10	-0,28	-0,42	0,06	-0,11	1									
Grad_Doctor	0,01	0,75	0,03	0,02	0,13	0,51	0,04	0,09	0,14	0,22	0,12	0,06	0,15	-0,07	-0,04	-0,24	0,11	1								
Grad_Maestria	0,16	0,12	0,89	0,04	0,16	0,05	0,65	-0,07	-0,08	-0,06	-0,22	-0,10	-0,29	-0,36	0,17	0,03	0,12	0,03	1							
Grad_Espec	0,53	0,32	0,01	0,50	0,14	0,06	0,05	0,56	-0,21	-0,08	-0,18	-0,11	-0,25	-0,33	0,05	-0,29	0,67	0,37	0,07	1						
Ecaes	0,13	-0,11	0,05	0,13	-0,05	-0,09	0,09	0,15	0,00	-0,18	-0,41	0,10	-0,26	-0,10	-0,14	0,09	0,16	-0,03	-0,02	-0,09	1					
Prog_Pregrado	0,15	-0,08	0,20	-0,11	0,67	-0,07	-0,06	-0,15	0,49	0,26	0,09	0,19	0,21	0,11	0,05	0,16	0,08	-0,12	0,23	-0,16	-0,02	1				
Prog_Doctor	0,31	0,86	0,16	0,02	0,25	0,64	0,04	0,05	0,20	0,42	0,16	0,14	0,15	-0,14	-0,12	-0,23	0,26	0,72	0,18	0,31	-0,05	0,06	1			
Prog_Maestria	0,21	0,01	0,89	0,00	0,14	0,00	0,86	-0,05	-0,06	0,05	-0,07	0,01	-0,16	-0,23	0,09	-0,01	0,10	-0,02	0,79	0,09	0,02	0,06	0,08	1		
Prog_Espec	0,43	0,01	0,10	0,67	0,39	-0,12	0,03	0,44	-0,17	0,06	-0,07	0,01	-0,07	-0,21	0,01	-0,14	0,47	-0,02	0,16	0,30	0,11	-0,07	-0,01	0,11	1	
Est_intern	0,56	-0,05	-0,10	0,78	0,25	-0,07	-0,09	0,74	-0,12	-0,12	-0,06	-0,01	-0,16	-0,25	0,04	-0,12	0,47	-0,11	-0,07	0,53	0,05	-0,03	-0,06	-0,05	0,29	1

Fuente: Autora del Proyecto

**ANEXO I. TABLA DE CORRELACIÓN VARIABLES DE SALIDA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN**

	Pub_Total	Pub_A1	Pub_A2	Pub_B	Pub_C	Grup_Total	Grup_A	Grup_A1	Grup_B	Grup_C	Grup_D	Grup_Sin	Ing_Invyext	Doc_Ext	Est_Pasantes	Est_Asisntentes	Diplomados
Pub_Total	1,00																
Pub_A1	0,93	1,00															
Pub_A2	0,72	0,51	1,00														
Pub_B	0,68	0,57	0,41	1,00													
Pub_C	0,85	0,71	0,53	0,47	1,00												
Grup_Total	0,72	0,68	0,50	0,57	0,57	1,00											
Grup_A	0,53	0,40	0,50	0,50	0,47	0,62	1,00										
Grup_A1	0,64	0,76	0,33	0,20	0,56	0,36	0,00	1,00									
Grup_B	0,42	0,34	0,25	0,36	0,44	0,56	0,33	0,11	1,00								
Grup_C	0,76	0,76	0,58	0,56	0,50	0,67	0,44	0,63	0,28	1,00							
Grup_D	0,14	0,05	0,17	0,21	0,13	0,50	0,10	-0,04	0,09	0,07	1,00						
Grup_Sin	0,17	0,20	0,05	0,11	0,14	0,52	0,28	-0,04	-0,09	0,08	0,23	1,00					
Ing_Invyext	0,51	0,53	0,29	0,31	0,41	0,21	-0,04	0,81	0,08	0,47	0,01	-0,11	1,00				
Doc_Ext	0,56	0,65	0,32	0,24	0,40	0,49	0,18	0,46	0,26	0,56	0,08	0,14	0,41	1,00			
Est_Pasantes	0,49	0,51	0,17	0,58	0,34	0,59	0,74	-0,10	0,28	0,36	0,12	0,42	-0,05	0,27	1,00		
Est_Asisntentes	-0,08	-0,05	0,06	-0,15	-0,17	0,01	-0,18	0,23	-0,23	0,05	0,07	0,17	-0,05	-0,25	-0,12	1,00	
Diplomados	0,46	0,53	0,31	0,26	0,25	0,31	-0,15	0,49	0,08	0,59	0,20	-0,16	0,43	0,44	0,03	-0,15	1,00

Fuente: Autora del Proyecto

**ANEXO J. PROYECCIONES DE LAS SALIDAS. MODELO DE EVALUACIÓN DE FORMACIÓN ACADÉMICA.**

DMU		Artes I	Artes II	Biología I	Biología II	Diseño Industrial I	Diseño Industrial II	Economía y Administración II	Geología I	Geología II	Ingeniería Civil II	Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I	Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II
<b>Índice de Eficiencia</b>		1,0233	1,0257	1,038	1,0228	1,0279	1,0165	1,0321	1,057	1,043	1,0001	1,0148	1,0181
<b>SALIDAS CON LAS QUE FUE EVALUADA</b>	Cup_Pregrado	2.347,00	2.372,00	1.266,00	1.200,00	1.668,00	1.903,00	2.102,00	1.501,00	1.453,00	2.899,00	1.232,00	1.197,00
	Grad_Pregrado	1	11	28	15	7	12	15	23	16	69	32	16
	Cup_Posgrado	0	0	0	0	0	0	33	13	13	111	67	67
	Grad_Posgrado	0	0	0	0	0	0	16	0	0	7	3	3
	P_Aprob	69,98	73,16	79,61	83,76	68,13	72,96	79,23	88,5	87,79	75,59	84,37	88,34
	P_Buenrto	84,42	84,56	88,97	92,2	91,03	92,86	91,31	89,9	92,05	92,18	89,16	90,21
	Eval_Docente	82,58	82,3	79,7	77,82	77,63	76,71	75,58	79,78	80,48	79,38	82,98	81,98
	Ecaes	101,6	101,6	104,77	105,36	105,8	105,8	97,97	95,55	89,68	104,85	101,8	101,8
<b>SALIDAS PARA ALCANZAR EL ÍNDICE UNITARIO DE EFICIENCIA</b>	Cup_Pregrado	2.401,69	2.433,04	1.314,16	1.227,31	1.714,47	1.934,40	2.169,54	1.586,62	1.515,45	2.899,28	1.250,23	1.218,63
	Grad_Pregrado	32,41	31,7	38,32	19,6	25,33	27,06	19,71	28,72	24,32	69,01	36,74	26,93
	Cup_Posgrado	5,79	5,89	110,94	7,68	16,7	4,99	60,73	40,57	31,62	146,25	67,99	68,21
	Grad_Posgrado	0,58	0,59	0,6	2,4	2,14	0,32	16,51	12,87	10,6	29,41	3,04	3,05
	P_Aprob	85,02	85,14	86,48	85,67	85,31	82,05	82,04	93,55	91,56	81,99	87,25	89,94
	P_Buenrto	93,38	93,38	92,36	94,3	93,57	94,39	94,25	95,39	96,01	93,94	93,4	94,34
	Eval_Docente	84,5	84,41	82,73	80,04	80,15	77,97	79,78	84,33	83,94	79,39	84,21	83,46
	Ecaes	103,97	104,21	108,75	107,76	108,75	107,55	102,53	104,28	104,89	104,86	103,31	103,76

Fuente: Autora del proyecto

## ANEXO K. EFICIENCIAS DE LAS UNIDADES. MODELO DE EVALUACIÓN DE FORMACIÓN ACADÉMICA.

DMU	Índice de Eficiencia	ENTRADAS				SALIDAS							
		Doc_Planta	Doc_Catedra	Presupuesto	Inventario	Cup_Pregrado	Grad_Pregrado	Cup_Posgrado	Grad_Posgrado	P_Aprob	P_Buenrto	Eval_Docente	Ecaes
Artes I	1,0233	8,50	11,13	280,03	243,18	2.347,00	1,00	-	-	69,98	84,42	82,58	101,60
Artes II	1,0257	8,50	10,75	281,69	245,89	2.372,00	11,00	-	-	73,16	84,56	82,30	101,60
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	1,0000	12,00	1,63	523,19	1.020,28	267,00	5,00	-	8,00	88,13	93,10	81,66	114,44
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	1,0000	12,00	1,63	530,47	1.133,73	358,00	28,00	-	1,00	87,02	96,74	86,24	109,87
Biología I	1,0380	12,00	2,95	264,75	933,63	1.266,00	28,00	-	-	79,61	88,97	79,70	104,77
Biología II	1,0228	12,00	2,75	267,85	966,55	1.200,00	15,00	-	-	83,76	92,20	77,82	105,36
Derecho y Ciencia Política I	1,0000	8,50	8,70	461,34	254,24	4.402,00	59,00	13,00	-	81,80	93,77	79,21	106,83
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	8,50	7,45	466,58	258,97	4.420,00	50,00	26,00	12,00	85,24	92,95	82,06	104,57
Diseño Industrial I	1,0279	14,50	4,15	236,67	393,42	1.668,00	7,00	-	-	68,13	91,03	77,63	105,80
Diseño Industrial II	1,0165	14,50	4,73	244,72	464,40	1.903,00	12,00	-	-	72,96	92,86	76,71	105,80
Economía y Administración I	1,0000	14,00	4,53	805,03	149,51	2.282,00	24,00	20,00	25,00	79,10	90,44	76,93	100,70
Economía y Administración II	1,0321	14,00	4,08	805,03	175,46	2.102,00	15,00	33,00	16,00	79,23	91,31	75,58	97,97
Educación I	1,0000	8,00	2,60	575,68	190,76	3.429,00	27,00	28,00	6,00	85,93	94,50	80,77	103,18
Educación II	1,0000	8,00	2,03	657,28	193,68	1.333,00	7,00	30,00	13,00	81,51	96,91	81,28	103,18
Enfermería I	1,0000	15,63	9,13	255,90	230,44	1.052,00	29,00	36,00	7,00	91,33	92,65	85,66	110,14
Enfermería II	1,0000	13,13	7,20	288,30	235,02	957,00	52,00	50,00	12,00	93,20	95,22	84,99	108,63
Estudios Industriales y Empresariales I	1,0000	14,00	8,08	4.679,73	596,97	4.532,00	87,00	97,00	20,00	87,62	92,62	81,02	108,64
Estudios Industriales y Empresariales II	1,0000	14,00	9,30	4.792,68	622,79	4.749,00	82,00	140,00	46,00	89,21	94,59	83,06	103,96
Filosofía I	1,0000	8,00	2,90	153,47	55,37	1.067,00	8,00	13,00	-	59,60	80,56	82,63	100,40
Filosofía II	1,0000	8,00	2,50	201,44	72,08	2.790,00	13,00	14,00	-	63,17	78,72	79,02	100,40
Física I	1,0000	23,00	13,28	233,74	3.066,37	4.111,00	8,00	549,00	2,00	60,20	85,53	73,97	118,89
Física II	1,0000	23,00	11,43	248,88	3.245,43	3.855,00	5,00	570,00	5,00	56,35	77,65	76,46	90,03
Fisioterapia I	1,0000	8,00	5,70	48,50	406,36	433,00	30,00	-	-	88,11	92,92	82,90	114,26
Fisioterapia II	1,0000	8,00	1,83	48,50	407,39	470,00	3,00	-	-	80,00	94,64	72,22	106,94

Geología I	1,0570	8,00	6,00	3.754,07	1.900,42	1.501,00	23,00	13,00	-	88,50	89,90	79,78	95,55
Geología II	1,0430	8,00	4,60	4.414,56	1.939,13	1.453,00	16,00	13,00	-	87,79	92,05	80,48	89,68
Historia I	1,0000	8,00	1,20	399,63	133,25	1.131,00	16,00	36,00	2,00	75,46	86,75	83,54	103,40
Historia II	1,0000	9,00	1,10	414,26	134,85	931,00	9,00	31,00	-	79,96	88,10	80,50	103,40
Idiomas I	1,0000	15,00	18,78	78,26	208,39	7.457,00	40,00	18,00	7,00	70,47	90,56	83,16	104,80
Idiomas II	1,0000	15,00	14,55	84,43	219,37	6.849,00	54,00	20,00	2,00	72,78	89,76	83,80	104,80
Ingeniería Civil I	1,0000	16,00	4,00	5.983,44	1.552,23	2.943,00	58,00	60,00	4,00	76,29	90,32	78,85	110,38
Ingeniería Civil II	1,0001	17,00	3,80	6.401,86	1.665,96	2.899,00	69,00	111,00	7,00	75,59	92,18	79,38	104,85
Ingeniería de Petróleos I	1,0000	9,00	6,23	3.460,86	2.509,93	2.231,00	55,00	110,00	19,00	89,05	95,45	74,90	105,95
Ingeniería de Petróleos II	1,0000	9,00	5,60	8.816,27	2.641,34	2.457,00	41,00	191,00	8,00	86,69	95,25	78,87	105,60
Ingeniería de Sistemas e Informática I	1,0000	17,00	3,23	252,15	634,60	1.968,00	55,00	304,00	-	84,36	87,50	78,34	112,52
Ingeniería de Sistemas e Informática II	1,0000	17,00	3,28	280,80	680,75	1.922,00	49,00	307,00	-	82,77	86,48	79,11	108,13
Ingeniería Eléctrica y Electrónica I	1,0000	28,00	9,18	2.414,67	2.738,72	3.924,00	85,00	166,00	15,00	62,78	90,46	78,93	109,09
Ingeniería Eléctrica y Electrónica II	1,0000	28,00	9,50	2.436,13	2.887,41	5.075,00	56,00	190,00	10,00	61,78	91,81	79,56	108,38
Ingeniería Mecánica I	1,0000	19,00	3,93	639,41	1.339,76	2.800,00	53,00	198,00	13,00	71,86	91,40	73,99	110,87
Ingeniería Mecánica II	1,0000	19,00	3,63	640,04	1.661,04	3.127,00	60,00	181,00	24,00	72,15	92,59	77,11	107,88
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I	1,0148	10,00	2,80	203,59	1.447,81	1.232,00	32,00	67,00	3,00	84,37	89,16	82,98	101,80
Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II	1,0181	9,00	2,80	229,51	1.562,79	1.197,00	16,00	67,00	3,00	88,34	90,21	81,98	101,80
Ingeniería Química I	1,0000	12,00	4,63	1.318,54	2.318,14	2.807,00	113,00	319,00	69,00	81,57	95,52	77,42	101,33
Ingeniería Química II	1,0000	12,00	3,83	1.420,71	2.483,54	2.828,00	98,00	288,00	34,00	78,92	95,51	79,24	96,56
Matemática I	1,0000	28,00	14,03	354,09	546,22	7.280,00	13,00	73,00	1,00	43,43	73,26	78,04	101,60
Matemática II	1,0000	28,00	12,18	384,30	561,87	7.144,00	18,00	64,00	-	45,28	76,53	78,84	101,60
Medicina I	1,0000	81,13	42,28	420,92	69,26	2.131,00	2,00	2.192,00	16,00	78,24	96,86	80,57	106,41
Medicina II	1,0000	56,63	26,13	441,63	82,12	2.768,00	63,00	806,00	31,00	90,03	97,51	82,63	107,31
Nutrición I	1,0000	4,00	4,53	49,00	300,93	376,00	2,00	-	-	96,78	96,39	84,37	103,95
Nutrición II	1,0000	6,00	1,15	49,00	300,93	261,00	26,00	-	-	90,99	95,03	85,91	101,84
Química I	1,0000	28,00	4,70	3.089,02	4.488,49	3.382,00	28,00	241,00	7,00	69,30	89,28	80,51	108,48
Química II	1,0000	28,00	4,10	3.128,24	5.457,10	3.223,00	14,00	149,00	19,00	72,38	93,49	82,10	101,50
Trabajo Social I	1,0000	6,00	5,48	353,17	84,80	1.667,00	33,00	-	-	81,79	93,48	77,02	109,07
Trabajo Social II	1,0000	6,00	5,63	399,71	86,94	1.517,00	27,00	-	-	84,71	94,04	82,61	105,94

Fuente: Autora del proyecto.

**ANEXO L. PROYECCIONES DE LAS SALIDAS. MODELO DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN.**

DMU		Artes I	Artes II	Bacteriología y Laboratorio Clínico I	Bacteriología y Laboratorio Clínico II	Biología II	Derecho y Ciencia Política I	Diseño Industrial I	Economía y Administración I	Economía y Administración II	Educación I	Educación II	Enfermería I	Estudios Industriales y Empresariales I	Estudios Industriales y Empresariales II
<b>Índice de Eficiencia</b>		1,6033	1,6202	1,0967	1,4799	1,6339	1,0330	2,7593	1,2235	1,2768	2,5623	2,1155	1,5334	1,5174	3,1324
<b>SALIDAS CON LAS QUE FUE EVALUADA</b>	Pub_Total	1,00	-	2,00	2,00	4,00	-	3,00	-	1,00	-	-	6,00	1,00	5,00
	Grup_AyB	-	-	2,00	2,00	1,00	-	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-
	Ing_Inv	-	-	128,55	5,14	3,52	-	-	0,16	-	35,70	2,28	-	193,87	-
	Est_Extensión	17,50	17,50	-	-	8,00	127,00	-	14,00	14,00	12,00	12,00	13,50	10,00	10,00
	Diplomados	64,00	64,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>SALIDAS PARA ALCANZAR EL ÍNDICE UNITARIO DE EFICIENCIA</b>	Pub_Total	6,05	6,01	8,18	2,96	6,54	0,45	8,28	2,79	2,85	0,77	1,37	9,20	3,94	15,66
	Grup_AyB	0,31	0,30	2,19	2,96	1,63	0,05	0,18	1,22	1,28	1,76	1,92	0,22	0,44	0,95
	Ing_Inv	10,18	9,59	140,98	55,52	33,54	1,39	5,06	42,95	35,26	91,48	42,40	2,69	294,17	18,45
	Est_Extensión	83,08	80,87	13,21	3,27	13,07	131,19	17,32	79,37	73,19	30,75	25,39	57,28	90,49	43,84
	Diplomados	102,61	103,70	38,33	5,80	17,13	2,00	4,55	10,69	10,52	1,18	21,77	33,43	8,86	-

Fuente: Autora del proyecto

**ANEXO L. PROYECCIONES DE LAS SALIDAS. MODELO DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN (CONTINUACIÓN)**

DMU		Física II	Geología I	Idiomas II	Ingeniería Civil I	Ingeniería Civil II	Ingeniería de Petróleos II	Ingeniería Eléctrica y Electrónica I	Ingeniería Eléctrica y Electrónica II	Ingeniería Mecánica I	Ingeniería Mecánica II	Ingeniería Química I	Matemática II	Química II	Trabajo Social II
<b>Índice de Eficiencia</b>		1,1699	1,5941	2,2063	2,6239	3,8471	1,5673	1,4229	2,5312	127,3784	6,7635	1,0531	1,7588	1,4204	1,0092
<b>SALIDAS CON LAS QUE FUE EVALUADA</b>	Pub_Total	5,00	10,00	2,00	6,00	1,00	-	12,00	5,00	-	2,00	8,00	4,00	22,00	-
	Grup_AyB	4,00	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	1,00	1,00	2,00	-
	Ing_Inv	-	61,44	-	24,07	16,01	0,02	47,53	7,68	0,81	-	62,29	-	473,69	-
	Est_Extensión	-	2,00	-	24,50	24,50	3,00	0,50	0,50	1,00	1,00	24,50	-	-	74,00
	Diplomados	-	-	-	16,00	-	192,00	-	120,00	-	-	-	100,00	240,00	-
<b>SALIDAS PARA ALCANZAR EL ÍNDICE UNITARIO DE EFICIENCIA</b>	Pub_Total	19,96	15,94	4,41	15,74	3,85	4,21	17,07	29,42	5,33	13,53	8,42	9,67	44,50	0,04
	Grup_AyB	4,68	1,01	0,35	1,16	0,15	0,02	4,27	2,53	0,67	0,47	1,05	1,76	3,68	0,00
	Ing_Inv	19,41	177,44	0,23	222,68	61,58	8,11	95,29	477,86	103,42	102,87	84,45	33,69	851,96	61,01
	Est_Extensión	0,35	10,87	12,21	64,28	94,25	4,70	79,70	43,14	127,38	17,15	25,80	33,54	1,27	74,68
	Diplomados	-	131,76	80,12	84,66	14,50	300,92	19,80	303,74	19,90	41,29	26,33	175,88	340,90	0,19

Fuente: Autora del proyecto

**ANEXO M. EFICIENCIAS DE LAS UNIDADES. MODELO DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN.**

DMU	Índice de Eficiencia	ENTRADAS				SALIDAS				
		Doc_Doctor	Doc_NoDoct	Presupuesto	Inventario	Pub_Total	Grup_AyB	Ing_Inv	Est_Extensión	Diplomados
Artes I	1,6033	-	19,63	280,03	243,18	1,00	-	-	17,50	64,00
Artes II	1,6202	-	19,25	281,69	245,89	-	-	-	17,50	64,00
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	1,0967	4,00	9,63	523,19	1.020,28	2,00	2,00	128,55	-	-
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	1,4799	4,00	9,63	530,47	1.133,73	2,00	2,00	5,14	-	-
Biología I	1,0000	6,15	8,80	264,75	933,63	18,00	1,00	23,11	8,00	-
Biología II	1,6339	7,48	7,28	267,85	966,55	4,00	1,00	3,52	8,00	-
Derecho y Ciencia Política I	1,0330	1,00	16,20	461,34	254,24	-	-	-	127,00	-
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	1,00	14,95	466,58	258,97	-	-	-	127,00	-
Diseño Industrial I	2,7593	-	18,65	236,67	393,42	3,00	-	-	-	-
Economía y Administración I	1,2235	1,10	17,43	805,03	149,51	-	1,00	0,16	14,00	-
Economía y Administración II	1,2768	1,00	17,08	805,03	175,46	1,00	1,00	-	14,00	-
Educación I	2,5623	3,00	7,60	575,68	190,76	-	-	35,70	12,00	-
Educación II	2,1155	3,00	7,03	657,28	193,68	-	-	2,28	12,00	-
Enfermería I	1,5334	-	24,75	255,90	230,44	6,00	-	-	13,50	-
Enfermería II	1,0000	-	20,33	288,30	235,02	9,00	-	-	13,50	-
Estudios Industriales y Empresariales I	1,5174	4,00	18,08	4.679,73	596,97	1,00	-	193,87	10,00	-
Estudios Industriales y Empresariales II	3,1324	4,00	19,30	4.792,68	622,79	5,00	-	-	10,00	-
Filosofía I	1,0000	5,00	5,90	153,47	55,37	5,00	1,00	-	-	-
Filosofía II	1,0000	3,00	7,50	201,44	72,08	5,00	1,00	-	-	-
Física I	1,0000	18,20	18,08	233,74	3.066,37	23,00	5,00	13,64	-	-
Física II	1,1699	18,10	16,33	248,88	3.245,43	5,00	4,00	-	-	-
Fisioterapia I	1,0000	-	13,70	48,50	406,36	6,00	1,00	28,50	34,50	-
Fisioterapia II	1,0000	-	9,83	48,50	407,39	2,00	1,00	-	34,50	-
Geología I	1,5941	5,00	9,00	3.754,07	1.900,42	10,00	-	61,44	2,00	-

<b>Geología II</b>	1,0000	5,00	7,60	4.414,56	1.939,13	5,00	-	896,51	2,00	32,00
<b>Historia I</b>	1,0000	4,40	4,80	399,63	133,25	1,00	3,00	66,08	-	-
<b>Historia II</b>	1,0000	5,30	4,80	414,26	134,85	1,00	3,00	0,77	-	0,00
<b>Idiomas II</b>	2,2063	2,35	27,20	84,43	219,37	2,00	-	-	-	-
<b>Ingeniería Civil I</b>	2,6239	7,00	13,00	5.983,44	1.552,23	6,00	-	24,07	24,50	16,00
<b>Ingeniería Civil II</b>	3,8471	8,00	12,80	6.401,86	1.665,96	1,00	-	16,01	24,50	-
<b>Ingeniería de Petróleos I</b>	1,0000	1,00	14,23	3.460,86	2.509,93	4,00	-	3,61	3,00	320,00
<b>Ingeniería de Petróleos II</b>	1,5673	1,00	13,60	8.816,27	2.641,34	-	-	0,02	3,00	192,00
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática I</b>	1,0000	3,00	17,23	252,15	634,60	1,00	3,00	1,94	6,50	-
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática II</b>	1,0000	3,00	17,28	280,80	680,75	4,00	3,00	0,07	6,50	-
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica I</b>	1,4229	11,00	26,18	2.414,67	2.738,72	12,00	3,00	47,53	0,50	-
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica II</b>	2,5312	11,00	26,50	2.436,13	2.887,41	5,00	1,00	7,68	0,50	120,00
<b>Ingeniería Mecánica I</b>	127,37 84	2,00	20,93	639,41	1.339,76	-	-	0,81	1,00	-
<b>Ingeniería Mecánica II</b>	6,7635	2,00	20,63	640,04	1.661,04	2,00	-	-	1,00	-
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I</b>	1,0000	3,53	9,28	203,59	1.447,81	5,00	2,00	65,19	5,00	-
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II</b>	1,0000	3,50	8,30	229,51	1.562,79	5,00	2,00	2,34	5,00	120,00
<b>Ingeniería Química I</b>	1,0531	9,00	7,63	1.318,54	2.318,14	8,00	1,00	62,29	24,50	-
<b>Ingeniería Química II</b>	1,0000	9,00	6,83	1.420,71	2.483,54	8,00	-	-	24,50	-
<b>Matemática I</b>	1,0000	7,33	34,70	354,09	546,22	9,00	1,00	12,45	-	236,00
<b>Matemática II</b>	1,7588	7,00	33,18	384,30	561,87	4,00	1,00	-	-	100,00
<b>Medicina I</b>	1,0000	7,00	116,40	420,92	69,26	35,00	6,00	86,08	572,00	-
<b>Medicina II</b>	1,0000	-	120,63	441,63	82,12	30,00	3,00	2,64	572,00	140,00
<b>Nutrición I</b>	1,0000	-	8,53	49,00	300,93	1,00	1,00	-	16,00	-
<b>Nutrición II</b>	1,0000	-	7,16	49,00	300,93	4,00	-	-	16,00	120,00
<b>Química I</b>	1,0000	18,00	14,70	3.089,02	4.488,49	48,00	4,00	925,61	-	360,00
<b>Química II</b>	1,4204	18,00	14,10	3.128,24	5.457,10	22,00	2,00	473,69	-	240,00
<b>Trabajo Social I</b>	1,0000	-	11,48	353,17	84,80	-	-	61,09	74,00	-
<b>Trabajo Social II</b>	1,0092	-	11,63	399,71	86,94	-	-	-	74,00	-

Fuente: Autora del proyecto.

**ANEXO N. PROYECCIONES DE LAS SALIDAS. MODELO DE EVALUACIÓN DE FORMACIÓN ACADÉMICA, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN.**

DMU	Artes I	Artes II	Bacteriología y Laboratorio Clínico II	Biología II	Diseño Industrial I	Diseño Industrial II	Economía y Administración II	Enfermería I	Física II	Geología I	Historia II	
<b>Índice de Eficiencia</b>	1,0986	1,0991	1,0094	1,0873	1,0779	1,0809	1,0619	1,0046	1,0514	1,1421	1,0011	
<b>SALIDAS CON LAS QUE FUE EVALUADA</b>	Grad_Pregrado	1,00	11,00	28,00	15,00	7,00	12,00	15,00	29,00	5,00	23,00	9,00
	Grad_Posgrado	-	-	1,00	-	-	-	16,00	7,00	5,00	-	-
	Ecaes	101,60	101,60	109,87	105,36	105,80	105,80	97,97	110,14	90,03	95,55	103,40
	Pub_Total	1,00	-	2,00	4,00	3,00	-	1,00	6,00	5,00	10,00	1,00
	Grup_AyB	-	-	2,00	1,00	-	-	1,00	-	4,00	-	3,00
	Ing_Invyext	-	-	5,14	3,52	-	-	-	-	-	61,44	0,77
<b>SALIDAS PARA ALCANZAR EL ÍNDICE UNITARIO DE EFICIENCIA</b>	Grad_Pregrado	31,52	31,50	28,26	17,86	30,12	29,52	26,50	39,87	13,15	28,65	16,02
	Grad_Posgrado	0,00	0,00	1,01	0,98	(0,00)	0,04	16,99	7,03	5,26	0,37	2,15
	Ecaes	111,62	111,67	110,91	114,56	114,05	114,36	104,03	110,64	115,62	109,12	103,51
	Pub_Total	2,96	3,01	3,30	5,04	5,76	6,37	1,73	8,41	19,85	11,42	1,29
	Grup_AyB	0,49	0,50	2,02	1,64	0,96	1,09	1,06	0,83	4,21	1,00	3,00
	Ing_Invyext	45,04	44,77	44,81	72,15	29,82	28,18	16,18	29,14	12,39	70,17	65,93

Fuente: Autora del proyecto.

**ANEXO N. EFICIENCIAS DE LAS UNIDADES. MODELO DE EVALUACIÓN DE FORMACIÓN ACADÉMICA, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN (CONTINUACIÓN).**

DMU	Ingeniería Civil I	Ingeniería Civil II	Ingeniería de Petróleos I	Ingeniería de Petróleos II	Ingeniería Eléctrica y Electrónica II	Ingeniería Mecánica I	Ingeniería Mecánica II	Ingeniería Química II	Matemática I	Matemática II	Química II	Trabajo Social II	
<b>Índice de Eficiencia</b>	1,0085	1,0517	1,0410	1,0639	1,0381	1,0094	1,0216	1,0364	1,1197	1,1272	1,0761	1,0298	
<b>SALIDAS CON LAS QUE FUE EVALUADA</b>	Grad_Pregrado	58,00	69,00	55,00	41,00	56,00	53,00	60,00	98,00	13,00	18,00	14,00	27,00
	Grad_Posgrado	4,00	7,00	19,00	8,00	10,00	13,00	24,00	34,00	1,00	-	19,00	-
	Ecaes	110,38	104,85	105,95	105,60	108,38	110,87	107,88	96,56	101,60	101,60	101,50	105,94
	Pub_Total	6,00	1,00	4,00	-	5,00	-	2,00	8,00	9,00	4,00	22,00	-
	Grup_AyB	-	-	-	-	1,00	-	-	-	1,00	1,00	2,00	-
	Ing_Invyext	24,07	16,01	3,61	0,02	7,68	0,81	-	-	12,45	-	473,69	-
<b>SALIDAS PARA ALCANZAR EL ÍNDICE UNITARIO DE EFICIENCIA</b>	Grad_Pregrado	58,49	72,57	57,26	43,62	58,14	53,50	61,29	101,57	25,70	28,71	43,37	32,98
	Grad_Posgrado	11,78	12,34	20,23	9,52	10,46	13,12	24,52	59,84	2,58	0,12	20,44	(0,00)
	Ecaes	111,31	110,27	110,30	112,35	112,51	111,91	110,21	101,57	113,76	114,53	109,22	109,10
	Pub_Total	6,05	1,43	6,09	5,91	15,84	7,59	9,33	8,29	10,08	6,99	32,75	0,04
	Grup_AyB	0,87	0,98	0,91	0,93	3,70	2,62	2,39	0,93	1,77	1,23	3,53	0,01
	Ing_Invyext	138,88	122,63	52,20	43,43	35,70	28,35	31,57	55,37	33,41	27,64	509,72	60,87

Fuente: Autora del proyecto.

**ANEXO O. EFICIENCIAS DE LAS UNIDADES. MODELO DE EVALUACIÓN DE FORMACIÓN ACADÉMICA, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN.**

DMU	Índice de Eficiencia	ENTRADAS			SALIDAS					
		T_Docentes	Presupuesto	Inventario	Grad_Pregrado	Grad_Posgrado	Ecaes	Pub_Total	Grup_AyB	Ing_Invyext
Artes I	1,0986	19,63	280,03	243,18	1,00	-	101,60	1,00	-	-
Artes II	1,0991	19,25	281,69	245,89	11,00	-	101,60	-	-	-
Bacteriología y Laboratorio Clínico I	1,0000	13,63	523,19	1.020,28	5,00	2,00	114,44	2,00	2,00	128,55
Bacteriología y Laboratorio Clínico II	1,0094	13,63	530,47	1.133,73	28,00	1,00	109,87	2,00	2,00	5,14
Biología I	1,0000	14,95	264,75	933,63	28,00	-	104,77	18,00	1,00	23,11
Biología II	1,0873	14,75	267,85	966,55	15,00	-	105,36	4,00	1,00	3,52
Derecho y Ciencia Política I	1,0000	17,20	461,34	254,24	59,00	-	106,83	-	-	-
Derecho y Ciencia Política II	1,0000	15,95	466,58	258,97	50,00	12,00	104,57	-	-	-
Diseño Industrial I	1,0779	18,65	236,67	393,42	7,00	-	105,80	3,00	-	-
Diseño Industrial II	1,0809	19,23	244,72	464,40	12,00	-	105,80	-	-	-
Economía y Administración I	1,0000	18,53	805,03	149,51	24,00	25,00	100,70	-	1,00	0,16
Economía y Administración II	1,0619	18,08	805,03	175,46	15,00	16,00	97,97	1,00	1,00	-
Educación I	1,0000	10,60	575,68	190,76	27,00	6,00	103,18	-	-	35,70
Educación II	1,0000	10,03	657,28	193,68	7,00	13,00	103,18	-	-	2,28
Enfermería I	1,0046	24,75	255,90	230,44	29,00	7,00	110,14	6,00	-	-
Enfermería II	1,0000	20,33	288,30	235,02	52,00	12,00	108,63	9,00	-	-
Estudios Industriales y Empresariales I	1,0000	22,08	4.679,73	596,97	87,00	20,00	108,64	1,00	-	193,87
Estudios Industriales y Empresariales	1,0000	23,30	4.792,68	622,79	82,00	46,00	103,96	5,00	-	-
Filosofía I	1,0000	10,90	153,47	55,37	8,00	-	100,40	5,00	1,00	-
Filosofía II	1,0000	10,50	201,44	72,08	13,00	-	100,40	5,00	1,00	-
Física I	1,0000	36,28	233,74	3.066,37	8,00	2,00	118,89	23,00	5,00	13,64
Física II	1,0514	34,43	248,88	3.245,43	5,00	5,00	90,03	5,00	4,00	-
Fisioterapia I	1,0000	13,70	48,50	406,36	30,00	-	114,26	6,00	1,00	28,50

<b>Fisioterapia II</b>	1,0000	9,83	48,50	407,39	3,00	-	106,94	2,00	1,00	-
<b>Geología I</b>	1,1421	14,00	3.754,07	1.900,42	23,00	-	95,55	10,00	-	61,44
<b>Geología II</b>	1,0000	12,60	4.414,56	1.939,13	16,00	-	89,68	5,00	-	896,51
<b>Historia I</b>	1,0000	9,20	399,63	133,25	16,00	2,00	103,40	1,00	3,00	66,08
<b>Historia II</b>	1,0011	10,10	414,26	134,85	9,00	-	103,40	1,00	3,00	0,77
<b>Idiomas I</b>	1,0000	33,78	78,26	208,39	40,00	7,00	104,80	-	-	-
<b>Idiomas II</b>	1,0000	29,55	84,43	219,37	54,00	2,00	104,80	2,00	-	-
<b>Ingeniería Civil I</b>	1,0085	20,00	5.983,44	1.552,23	58,00	4,00	110,38	6,00	-	24,07
<b>Ingeniería Civil II</b>	1,0517	20,80	6.401,86	1.665,96	69,00	7,00	104,85	1,00	-	16,01
<b>Ingeniería de Petróleos I</b>	1,0410	15,23	3.460,86	2.509,93	55,00	19,00	105,95	4,00	-	3,61
<b>Ingeniería de Petróleos II</b>	1,0639	14,60	8.816,27	2.641,34	41,00	8,00	105,60	-	-	0,02
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática I</b>	1,0000	20,23	252,15	634,60	55,00	-	112,52	1,00	3,00	1,94
<b>Ingeniería de Sistemas e Informática II</b>	1,0000	20,28	280,80	680,75	49,00	-	108,13	4,00	3,00	0,07
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica I</b>	1,0000	37,18	2.414,67	2.738,72	85,00	15,00	109,09	12,00	3,00	47,53
<b>Ingeniería Eléctrica y Electrónica II</b>	1,0381	37,50	2.436,13	2.887,41	56,00	10,00	108,38	5,00	1,00	7,68
<b>Ingeniería Mecánica I</b>	1,0094	22,93	639,41	1.339,76	53,00	13,00	110,87	-	-	0,81
<b>Ingeniería Mecánica II</b>	1,0216	22,63	640,04	1.661,04	60,00	24,00	107,88	2,00	-	-
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales I</b>	1,0000	12,80	203,59	1.447,81	32,00	3,00	101,80	5,00	2,00	65,19
<b>Ingeniería Metalúrgica y C. Materiales II</b>	1,0000	11,80	229,51	1.562,79	16,00	3,00	101,80	5,00	2,00	2,34
<b>Ingeniería Química I</b>	1,0000	16,63	1.318,54	2.318,14	113,00	69,00	101,33	8,00	1,00	62,29
<b>Ingeniería Química II</b>	1,0364	15,83	1.420,71	2.483,54	98,00	34,00	96,56	8,00	-	-
<b>Matemática I</b>	1,1197	42,03	354,09	546,22	13,00	1,00	101,60	9,00	1,00	12,45
<b>Matemática II</b>	1,1272	40,18	384,30	561,87	18,00	-	101,60	4,00	1,00	-
<b>Medicina I</b>	1,0000	123,40	420,92	69,26	2,00	24,00	106,41	35,00	6,00	86,08
<b>Medicina II</b>	1,0000	82,75	441,63	82,12	63,00	32,00	107,31	30,00	3,00	2,64
<b>Nutrición I</b>	1,0000	8,53	49,00	300,93	2,00	-	103,95	1,00	1,00	-
<b>Nutrición II</b>	1,0000	7,15	49,00	300,93	26,00	-	101,84	4,00	-	-
<b>Química I</b>	1,0000	32,70	3.089,02	4.488,49	28,00	7,00	108,48	48,00	4,00	925,61
<b>Química II</b>	1,0761	32,10	3.128,24	5.457,10	14,00	19,00	101,50	22,00	2,00	473,69
<b>Trabajo Social I</b>	1,0000	11,48	353,17	84,80	33,00	-	109,07	-	-	61,09
<b>Trabajo Social II</b>	1,0298	11,63	399,71	86,94	27,00	-	105,94	-	-	-

Fuente: Autora del proyecto.