

**CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO PARA MEDIR EFICIENCIA Y CAMBIOS EN
LA PRODUCTIVIDAD EN ENTIDADES PÚBLICAS DE RECAUDO TRIBUTARIO
Y ADUANERO: CASO DE VALIDACIÓN DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y
ADUANAS NACIONALES - DIAN**

JUAN CARLOS CABAS RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
CARTAGENA
2016**

**CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO PARA MEDIR EFICIENCIA Y CAMBIOS EN
LA PRODUCTIVIDAD EN ENTIDADES PÚBLICAS DE RECAUDO TRIBUTARIO
Y ADUANERO: CASO DE VALIDACIÓN DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y
ADUANAS NACIONALES - DIAN**

JUAN CARLOS CABAS RODRÍGUEZ

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR EL TITULO DE
MAGISTER EN INGENIERÍA**

**FRANCISCO JAVIER MAZA ÁVILA
DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
CARTAGENA
2016**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena D.T. y C., Junio de 2016

***A mis familiares,
amigos,
profesores
y compañeros
pero sobre todo a Dios.***

CONTENIDO

RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
2. JUSTIFICACIÓN.....	16
3. OBJETIVOS.....	17
3.1.OBJETIVO GENERAL.....	17
3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. METODOLOGÍA.....	18
5. MARCO TEÓRICO.....	20
5.1. GENERALIDADES.....	20
5.2. EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD.....	20
5.3. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA MEDIANTE DEA.....	25
5.4. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD MALMQUIST.....	29
6. ESTADO DEL ARTE.....	34
6.1. GENERALIDADES.....	34
6.2. APLICACIÓN DE DEA Y MALMQUIST EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.....	34
6.3. APLICACIÓN DE DEA Y MALQUIST EN EL ÁMBITO NACIONAL.....	51
7. MODELO PARA MEDIR EFICIENCIA Y CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ENTIDADES PÚBLICAS RECAUDADORAS: CASO DE VALIDACIÓN DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES - DIAN.....	63
7.1. GENERALIDADES.....	63
7.2. HACIA UN MODELO CONCEPTUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA Y LA PRODUCTIVIDAD EN ENTIDADES PÚBLICAS.....	63
7.3. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA.....	65
7.3.1. Producción sin tener en cuenta inputs exógenos.....	65
7.3.2. Producción teniendo en cuenta inputs exógenos.....	66
7.4. MODELO CONCEPTUAL PROPUESTO PARA EL SECTOR PÚBLICO.....	67
7.4.1. Inputs, Outputs y Otros Factores.....	68

8. CARACTERIZACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES –DIAN-	72
8.1. GENERALIDADES	72
8.2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES –DIAN-	72
8.3. JURISDICCIÓN	73
8.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	73
8.5. ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA DE LA DIAN	75
8.6. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD Y CONTROL INTERNO –SGCCI-	77
8.6.1. Principios Rectores del SGCCI.	78
8.6.2. Compatibilidad con otros Sistemas de Gestión y de Control, Normas y Políticas.	78
8.7. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.....	79
8.8. MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS	80
8.9. MODELO DE GESTIÓN	91
8.9.1. Modelo MUISCA.	92
8.9.2. Modelo de Excelencia en el Servicio	92
8.10. CERTIFICACIÓN DE LA DIAN	94
9. APLICACIÓN: MODELO PARA MEDIR EFICIENCIA Y CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ENTIDADES PÚBLICAS DE RECAUDO TRIBUTARIO Y ADUANERO: CASO DE VALIDACIÓN DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES - DIAN.....	95
9.1. GENERALIDADES	95
9.2. DETERMINACIÓN DE VARIABLES Y DEMÁS FACTORES.....	95
9.2.1. Unidades Productivas.	95
9.2.2. Entradas.....	95
9.2.3.Salidas.	96
9.2.4. Variables Exógenas.	96
9.2.5. Orientación del Modelo.	96

9.3. ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA Y LOS CAMBIOS DE PRODUCTIVIDAD EN LA DIAN PERIODO 2005-2008	100
9.4. MEJORAMIENTO POTENCIAL Y DE PRODUCTIVIDAD	103
9.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	110
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Promedio de Estimación de Eficiencia DIAN 2005-2006	102
Gráfica 2. Recaudo / PIB DIAN 2005-2008.....	102
Gráfica 3. Meta de Recaudo CONFIS / Recaudo DIAN	103

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aplicaciones DEA en el Sector Público a Nivel Mundial	39
Tabla 2. Aplicaciones DEA en el Sector Público en COLOMBIA	54
Tabla 3. Variables del Modelo Propuesto y Otros Factores	70
Tabla 4. Atributos de Los Indicadores.....	82
Tabla 5. Ejemplo Indicadores de Contexto	83
Tabla 6. Ejemplo Indicadores de Recaudo	85
Tabla 7. Ejemplo Indicadores Tácticos	86
Tabla 8. Variables del modelo DIAN y otros factores.....	97
Tabla 9. X1: Personal de Planta	97
Tabla 10. X2: Personal Supernumerario	98
Tabla 11. X3: Gastos Generales (Cifras en millones de pesos).....	99
Tabla 12. Y1: Recaudo (cifras en millones de pesos).....	100
Tabla 13. Estimación de La Eficiencia	101
Tabla 14. Mejoramiento Potencial de Las Variables Periodo 2005. GG y Recaudo (cifras en millones de pesos)	105
Tabla 15. Mejoramiento Potencial de Las Variables Periodo 2006. GG y Recaudo (cifras en millones de pesos)	106
Tabla 16. Mejoramiento Potencial de Las Variables Periodo 2007. GG y Recaudo (cifras en millones de pesos)	107
Tabla 17. Mejoramiento Potencial de Las Variables Periodo 2008. GG y Recaudo (cifras en millones de pesos)	108
Tabla 18. Cambio de Eficiencia, Cambio Técnico e Índice de Malmquist (2005-2008).....	109
Tabla 19. Recaudo vs Meta	112

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Comparativa de Eficiencia y Productividad	21
Imagen 2. Medidas de Eficiencia	22
Imagen 3. Estimaciones de frontera de producción	23
Imagen 4. Estructura organica – Nivel Central	71
Imagen 5. Estructura organica – Direcciones Seccionales	71
Imagen 6. Mapa Estratégico DIAN 2010-2014	74
Imagen 7. Mapa de Procesos	76
Imagen 8. Ejemplo Indicadores Organizacionales	89
Imagen 9. Ejemplo Indicadores Operacionales.....	89
Imagen 10. Ejemplo Indicadores de Recursos	90
Imagen 11. Ejemplo Indicadores sobre el tamaño de la organización	90
Imagen 12. Componentes Modelo de Gestión DIAN	91

RESUMEN

El presente trabajo presenta una alternativa para que las empresas estatales de recaudo tributario y aduanero realicen la medición de su desempeño y en el caso particular de Colombia se le dé cumplimiento a lo establecido en la Ley 872 de 2003, en cuanto a medición de su eficiencia y cambios en la productividad y le entreguen a la sociedad en general los resultados de su gestión. Esta alternativa se sustenta en la metodología denominada Análisis Envolvente de Datos. Se realizó una revisión a nivel nacional e internacional de empresas del Sector Público que aplicaron esta técnica y del análisis de las variables tenidas en cuenta en ellos, sirvió de base para plantear el modelo a aplicar para el caso de empresas estatales de recaudo en nuestro país. Este modelo se aplicó en la DIAN utilizando datos de las seccionales a nivel nacional durante los años 2005 al 2008. Con la ayuda de programas informáticos especializados se obtuvieron las estimaciones de eficiencia y cambios de productividad cuyos resultados se compararon con los principales índices de medición de desempeño de la entidad. Los resultados con la técnica DEA demostraron los recursos necesarios para obtener los niveles de eficiencia alcanzados por las unidades productivas y bajo este nuevo escenario mejores índices de recaudo por presupuesto ejecutado. Estos resultados dejaron entrever las bondades de la técnica DEA y alientan para sugerir su aplicación en el Sector Público nacional.

Palabras Claves: Sector Público, Análisis Envolvente de Datos, Eficiencia y Productividad

INTRODUCCIÓN

Uno de los pilares fundamentales de la administración -incluida la administración pública- es la medición del desempeño. Una medición del desempeño bien estructurada es importante para la planificación, la evaluación y el control de una organización. Las entidades públicas en Colombia por mandato legal deben rendir cuentas para generar confianza en las instituciones y contribuir a la legitimidad del Estado, mediante las buenas relaciones entre la administración y los ciudadanos, demostrando la transparencia de los procesos de manera permanente y la eficiencia de la gestión pública. De esta forma se garantiza el ejercicio del control social en la administración pública.

La legislación colombiana y los planes de desarrollo de cada gobierno han priorizado en la mejora continua de los procesos y en la accesibilidad de los productos y/o servicios que prestan las entidades del estado a la ciudadanía. Como prueba de ello se puede citar el Documento CONPES3785 de 2013, por el cual se adopta la Política Nacional de Eficiencia Administrativa al Servicio del Ciudadano y autoriza a la Nación para negociar un crédito de hasta US\$20 millones para financiar el proyecto Eficiencia Administrativa al Servicio del Ciudadano del Departamento Nacional de Planeación - DNP.

Como apoyo a la mejora de los procesos de la gestión pública, el objetivo general de este proyecto consiste en construir un modelo para estimar eficiencia y cambios en la productividad en entidades públicas colombianas, empleando para ello el Análisis Envolvente de Datos y el Índice de Productividad de Malmquist. El modelo propuesto en esta investigación fue diseñado pensando en su capacidad de adaptarse a las necesidades de las entidades públicas de recaudo y a copar el vacío técnico para el cumplimiento del mandato de gobierno y de ley, por ello se ha tomado como caso de estudio para su validación a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales –DIAN, con el fin de contribuir a la mejora de su evaluación y gestión administrativa.

Considerándose los objetivos a alcanzar en el presente trabajo, los capítulos del mismo se estructuran así: En el capítulo uno, la descripción del problema, una descripción de lo que hacen o dejan de hacer las entidades públicas colombianas en cuanto a la medición de su gestión, en el capítulo dos los argumentos que justifican la pertinencia de la propuesta, en el capítulo tres se plantean los objetivos a alcanzar, en el capítulo cuatro la metodología a utilizar en el desarrollo del trabajo, que está organizada en fases secuenciales, en el capítulo cinco la descripción de todos los conceptos relacionadas a la temática a tratar. En el capítulo seis, una descripción sobre la propuesta realizada, mostrándose una contextualización histórica y hallazgos en los diferentes países donde ha sido utilizado.

En el capítulo siete se presenta la propuesta de medición y una caracterización teórica del método y los resultados esperados en la aplicación de la misma. En el capítulo ocho se describen los datos más relevantes de la entidad utilizada como caso de estudio para el presente trabajo. En el capítulo nueve se muestran las indicaciones para el desarrollo del diseño y el análisis sistémico de los resultados encontrados al aplicar la propuesta. Al final se brindan recomendaciones para la utilización del modelo, conclusiones del desarrollo del trabajo y las referencias bibliográficas utilizadas.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Un problema común en casi todas las empresas de carácter público en Colombia, ha consistido en las dificultades para establecer un método de evaluación de gestión, que entregue información importante y/o relevante a los gobernantes (directivos) de los distintos niveles de la administración pública, para la toma de decisiones. Si bien, la Constitución Colombiana del año 1991 (art. 209) estableció el control interno como un mecanismo para lograr el cumplimiento de los objetivos de las entidades públicas y la Ley 872 de 2003 obliga a las entidades de la rama ejecutiva del poder público a implementar mecanismos de medición, análisis y seguimiento de sus procesos a través de indicadores que permitan medir su eficiencia, resultado e impacto, sólo hace pocos años se logró la estandarización e implementación del denominado Modelo Estándar de Control Interno para el Estado Colombiano - MECI 1000:2005, sin embargo ha sido un proceso de lenta implementación entre todas las entidades estatales, las cuales solo miden eficacia (grado de cumplimiento) y efectividad (impacto). Ante la usencia de una medida de gran componente científico para la evaluación de la eficiencia y la productividad, las decisiones de los gerentes son tomadas, en muchas ocasiones, con base en criterios políticos, de conveniencia sectorial o basada en la experticia del gerente de turno.

Algunos casos individuales en la función pública colombiana, como el existente en la Dirección Nacional de Planeación DNP (Evaluación del desempeño integral de los municipios vigencia 2013) o el de la Fiscalía General de la Nación (Aplicación del método de optimización DEA en la evaluación de la eficiencia técnica de las seccionales de la Fiscalía, 2004) corresponden a esfuerzos aislados en los que estas entidades han contratado a personal externo para estudios puntuales, que, a pesar de sus satisfactorios resultados, no han servido para su implementación permanente e institucional. La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) por su parte es un ente público nacional, el cual no es ajeno a la problemática del sector en ese sentido y por tanto susceptible a ser objeto de investigación.

La DIAN se constituyó como Unidad Administrativa Especial, mediante Decreto 2117 de 1992, fruto de la fusión entre la Dirección de Impuestos Nacionales (DIN) y la Dirección de Aduanas Nacionales (DAN). Es una entidad de orden nacional de carácter eminentemente técnico y especializado, con personería jurídica, autonomía administrativa y presupuestal y con patrimonio propio, adscrita al Ministerio de Hacienda y Crédito Público. La DIAN tiene como objeto coadyuvar a garantizar la seguridad fiscal del estado colombiano y la protección del orden público económico nacional, mediante la administración y control al debido cumplimiento de las obligaciones tributarias, aduaneras, cambiarias, los derechos de explotación y gastos de administración sobre los juegos de suerte y azar explotados por entidades públicas del nivel nacional y la facilitación de las

operaciones de comercio exterior en condiciones de equidad, transparencia y legalidad. Dentro del conjunto de funciones se pueden destacar la administración de los impuestos, de los derechos de aduana y demás impuestos al comercio exterior, que a su vez comprende su recaudación, fiscalización, liquidación, discusión, cobro, sanción y todos los demás aspectos relacionados con el cumplimiento de las obligaciones tributarias y aduaneras.

La subdirección de Gestión de Análisis Operacional de la Dirección de Gestión Organizacional es la oficina responsable en la DIAN de establecer los métodos, procedimientos e indicadores que permitan medir el cumplimiento de los planes de la entidad. Estas mediciones se establecen por áreas para su respectiva Dirección, las que a su vez las redireccionan a sus Subdirecciones quienes son, en últimas, las encargadas de la supervisión directa a las Direcciones Seccionales, distribuidas por todo el país, las cuales son las que operativamente responden por los resultados.

Los múltiples indicadores de eficiencia y eficacia asignados a cada área en términos porcentuales, como resultado de la razón entre el logro y la meta asignada, no permiten determinar cómo se llegó a esa cifra debido a la ausencia de indicadores de eficiencia. De lo anterior se puede entrever que no es posible identificar si los recursos con que cuenta la entidad y los cuales utiliza en la consecución de las metas asignadas son usados de manera eficiente, en otras palabras estas mediciones no dejan ver el esfuerzo productivo de la unidad operativa. Este hecho le da al actual sistema de medición de la DIAN un alto grado de deficiencia perdiendo objetividad en cuanto a la valoración indistinta de las seccionales, por ello el interés de aplicar las técnicas propuestas como alternativa complementaria a los actuales controles existentes para medir el desempeño. Por otro lado, debido al tamaño de la entidad y a su complejidad, estas mediciones se hacen sobre los procesos que a criterio de los directivos son importantes estratégicamente, por el impacto en el recaudo, en la facilitación del comercio exterior y en la atención a los clientes.

2. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación cobra gran interés por su contribución en la consolidación de los procesos de control y evaluación de la gestión pública -tomando como caso de estudio a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN)-, ya que proporcionaría información pertinente de las unidades evaluadas y a la identificación de las unidades que requieran mayores esfuerzos para mejorar su capacidad de desempeño. Por otro lado, se amplía el campo de aplicación de la técnica Análisis Envolvente de Datos e Índice de Malmquist que, desde sus orígenes, ha servido como valiosa herramienta en la evaluación de la eficiencia de empresas de muy variada naturaleza, lo que contribuiría al fomento de su aplicación para un sector de trascendental importancia para el Estado colombiano.

Este trabajo, por ser una investigación aplicada, tiene como objetivo fundamental la búsqueda y consolidación del conocimiento, sobre la base de investigaciones anteriores que requieren de pruebas del mundo real para la concretización de los resultados de teorías científicas previamente planteadas. Así mismo, esta investigación definirá en su desarrollo las unidades de decisión (DMU) que serán objeto de análisis, teniendo en cuenta el criterio de homogeneidad exigido por la metodología DEA, entradas (insumos) y salidas (productos) y periodos a evaluar. Adicionalmente se expondrá un análisis comparativo años tras año (empleando el Índice de Malmquist), de los resultados de la eficiencia y se planteará un conjunto de recomendaciones que contribuyan a mejorar la evaluación y gestión continua de su proceso de Gestión Administrativa.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Construir un modelo para estimar eficiencia y cambios en la productividad en entidades públicas de recaudo tributario y aduanero -empleando el Análisis Envoltante de Datos y el Índice de Malmquist-, tomando como caso de estudio para su validación a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales –DIAN, con el fin de contribuir a la mejora de su evaluación y gestión administrativa.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Revisar el estado del arte sobre los modelos y aplicaciones derivados del Análisis Envoltante de Datos -DEA e Índices de Malmquist en entidades públicas del ámbito nacional e internacional
- ❖ Construir un modelo conceptual para estimar eficiencia y cambios en la productividad aplicables a las entidades públicas colombianas.
- ❖ Caracterizar el estado actual del proceso de Gestión Administrativa de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN, que permita construir el modelo DEA de producción (variables de insumo y producto) del proceso de Gestión Administrativa para su posterior análisis.
- ❖ Estimar la eficiencia y los cambios en la productividad de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN mediante el Análisis Envoltante de Datos e Índice de Malmquist.
- ❖ Establecer las deficiencias cubiertas por la estimación de la eficiencia y los cambios en la productividad obtenidos, con respecto a las actuales mediciones de gestión de la entidad y plantear recomendaciones que contribuyan a mejorar el desempeño de la entidad.

4. METODOLOGÍA

Esta metodología se basará en la construcción de un modelo conceptual para ser aplicable en entidades públicas de recaudo, y asumirá como caso de estudio las oficinas seccionales de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales- DIAN, ubicadas y agrupadas administrativamente en las ciudades capitales del país. Dicha investigación pretende estimar la eficiencia y los cambios en la productividad de estas oficinas, empleando para ello el Análisis Envoltante de Datos y el Índice de Malmquist y, a partir de los resultados, plantear recomendaciones que contribuyan a mejorar la evaluación y gestión continua de su proceso de Gestión Administrativa.

Por su naturaleza y alcance, esta investigación es de carácter analítico concluyente, ubicada en el contexto de la investigación cuantitativa, y asumirá como marco temporal de las variables incorporadas y los datos relacionados, el periodo comprendido entre el año 2005 y el año 2008. Esta investigación contempla la construcción de un modelo de medición, a partir del cual se aplicarán las metodologías no paramétricas citadas con anterioridad. Las fases que contemplará esta investigación son las siguientes:

FASE 1: Revisión del estado del arte de la metodología Análisis Envoltante de Datos (DEA) e Índice de Malmquist.

FASE 2: Construcción del modelo conceptual con base en la metodología Análisis Envoltante de Datos (DEA) e Índice de Malmquist, el cual comprende la definición de parámetros y variables.

FASE 3: Diagnóstico de la situación actual de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales en cuanto a su sistema de medición de gestión.

FASE 4: Definición de las entradas (inputs) y salidas (outputs) que se tendrán en cuenta para la aplicación del Análisis Envoltante de Datos (DEA) y el Índice de Malmquist, a partir de atributos deseables, tales como relevancia, simplicidad y confiabilidad, entre otras. Los valores de estos parámetros para el caso de estudio, serán obtenidos en las Subdirecciones del Nivel Central de la entidad (excepcionalmente también en las oficinas seccionales), quienes son las encargadas de su recolección, procesamiento, almacenamiento y entrega a los clientes internos y externos que los requieran.

FASE 5: A partir del modelo definido en la fase anterior, se estimará tanto la evolución de la eficiencia como los cambios de productividad de cada una de las unidades productivas (oficinas de la DIAN del país). Con esta información se

procederá a su análisis y evaluación individual y comparativa de cada unidad y su respectiva clasificación. Para ello, se emplearán programas especializados en la medición de eficiencia y cambios de productividad mediante técnicas no paramétricas.

FASE 6: En esta fase, y a partir de la evaluación planteada en la fase anterior, se identificarán claramente las oficinas eficientes (frontera de producción) y no eficientes (por debajo de la frontera), las holguras que señalan la cantidad de recursos a disminuir y los productos a incrementar, de la misma manera se obtendrán las variaciones de la productividad en los respectivos rangos de periodo estudiados, uno de los productos principales de la técnica DEA y el Índice de Malmquist.

FASE 7: Esta fase plantea la identificación de las deficiencias cubiertas por los resultados obtenidos en la investigación frente al sistema de medición actualmente utilizado por la entidad en su proceso de evaluación y, a partir de dicha identificación, plantear las respectivas recomendaciones.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se hace una presentación detallada de los fundamentos teóricos necesarios para desarrollar la propuesta, teniéndose en cuenta todas las áreas involucradas para la consecución de los objetivos planteados. Se presentan las diferentes técnicas empleadas para medir o estimar la eficiencia y la productividad, definiciones básicas utilizadas en las técnicas y la evolución de las mismas a través del tiempo, derivadas de los más relevantes investigadores del área objeto del presente estudio.

5.2. EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD

Los conceptos de eficiencia y productividad están íntimamente relacionados, quizá por ello en ocasiones son usados, de manera errada, indistintamente.

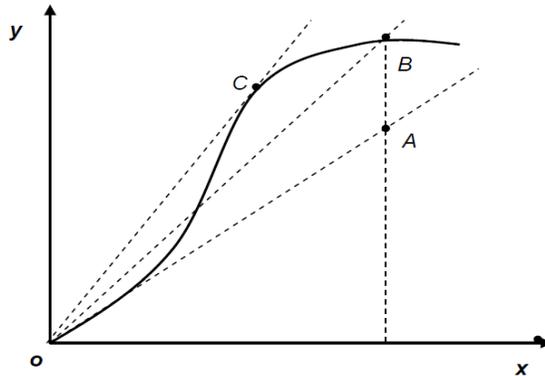
En el contexto económico, la productividad de una unidad puede ser definida como la razón entre la cantidad de producción obtenida por unidad de factor de producción usado para obtenerla durante un periodo determinado, esta razón es fácil de resolver si la unidad usa un único input para producir un único output. En eventos más probables las unidades usan varios inputs para producir varios outputs, en estos casos se deben agregar tanto el numerador como el denominador mediante algún método económicamente razonable, así la productividad quedaría como la razón de dos escalares (Fried, Lovell & Schmidt, 1993). Tenemos entonces dos grandes tipos de productividad, la Productividad Parcial y la Productividad Global o Productividad Total de Factores (PFT, por sus siglas en ingles).

En la teoría económica la eficiencia en su concepto más restrictivo, relaciona el output con el input utilizado para su obtención y considera que una unidad de producción es eficiente si obtiene el máximo output con unos niveles dados de input.

La grafica 1 muestra el caso sencillo de una unidad productiva que produce a partir de un input –recurso- y un output –producto-. Como lo demuestra la gráfica, las unidades B y C son técnicamente eficientes porque ambas operan en la frontera de eficiencia, por su parte la unidad A es ineficiente porque actúa por debajo de la frontera. Desde la productividad, A y B podrían ser más productivos si se desplazan hacia B y C respectivamente. En conclusión se puede decir que una unidad de producción podría ser técnicamente eficiente, pero todavía ser capaz de

incrementar su productividad al explotar economías de escala (Chang & Carbajal, 2012).

Imagen 1. Comparativa de Eficiencia y Productividad



Fuente: Coeli, Prasada Rao y Battese

La relación de la productividad con la eficiencia, y considerando que la teoría económica da una representación del fenómeno de progreso tecnológico a partir del concepto de función de producción, se puede afirmar que la producción eficiente también proviene del concepto de función de producción, pero ahora sobre la base de que la función de producción especifica las máximas cantidades de outputs obtenidos dado un nivel inputs, y para un nivel de outputs se establece la cantidad mínima de inputs requeridos para producirlos (Ibarra, 2001)

La necesidad de cuantificar la eficiencia y la productividad de cualquier organización implica seleccionar algún método de estimación que permita conocer su desempeño (Barrios, 2007). En la literatura especializada existen dos grandes bloques encargados de estudiarlas, los modelos de que usan una función frontera y los que no las usan, estos a su vez se unen en dos grandes grupos, los modelos que utilizan las aproximaciones paramétricas y los que emplean las aproximaciones no paramétricas

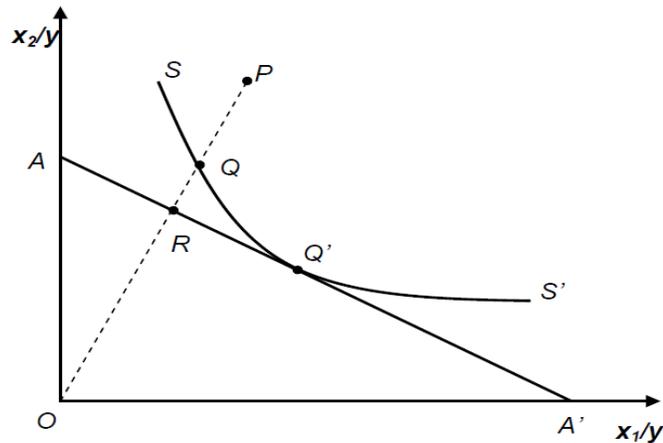
Las metodologías de modelos de frontera, plantean la existencia de una frontera representada por una función de producción, función de costos o beneficios. Por su parte, los modelos no frontera no requieren una forma explícita de frontera que delimite el espacio de situaciones posibles, por lo cual no es necesario realizar supuestos fuertemente restrictivos sobre el comportamiento de las unidades evaluadas. Si la función de referencia es la función de producción se emplea el concepto de eficiencia técnica global, compuesta por eficiencia técnica pura y eficiencia técnica de escala. Cuando se emplea la función de costos o beneficios, se acude al concepto de eficiencia global que se divide en eficiencia técnica global y eficiencia asignativa (Seijas, 2004).

Históricamente, la primera aproximación a la medición de la eficiencia se le atribuye a Koopmans (1951) y Debreu (1951). El primero tuvo en cuenta algunas ideas de la teoría del Óptimo de Pareto para definir y caracterizar un vector de combinación inputs/outputs, esta combinación será técnicamente eficiente si tecnológicamente, no es posible aumentar algún output o input sin reducir otro output o input. Debreu, por su parte, elaboró un concepto más formal de eficiencia proponiendo una medida, denominada Coeficiente de Utilización de Recursos, la cual se define como la distancia entre la situación actual y la situación óptima.

Basado en estos trabajos, Michael J. Farrell (1957), en su artículo “The measurement of productive efficiency”, propone las bases conceptuales de la medición de la eficiencia productiva. Farrell, ante el problema de conocer en la realidad la función de producción, plantea considerar la eficiencia desde un punto de vista real, donde cada unidad productiva observada es evaluada en relación con otras unidades representativas y comparables. Las “mejores prácticas productivas” definen la frontera eficiente y servirá como referencia para la evaluación de cada unidad y no contra una frontera ideal. En su investigación, Farrell (1957) plantea tres tipos de eficiencia: Eficiencia Técnica, Eficiencia Precio o Asignativa y Eficiencia Global o Económica. Conceptos que se explicarán a continuación.

La grafica 2 muestra las cantidades mínimas de recursos necesarios para producir una unidad de output, las cuales son representadas por la isocuenta unitaria SS' , los puntos situados por encima de ella son técnicamente ineficientes, pues existe derroche de recursos. Por ejemplo la unidad productiva P , es ineficiente, puesto que el output podría ser obtenido utilizando una cantidad inferior de inputs sin variar la combinación de los mismos, mientras que la unidad Q es técnicamente eficiente. La ineficiencia técnica en la que incurre P puede definirse como el ratio OQ/OP . Resultado de ello se tiene que, la unidad de producción deberá reducir: $1 - OQ/OP$ para lograr ser eficiente. Mientras que Q es eficiente, pues se sitúa en la isocuenta: $OQ/OQ = 1$ (Chang & Carbajal, 2012).

Imagen 2. Medidas de Eficiencia



Fuente: Tomado de Worthington & Dollery (2000)

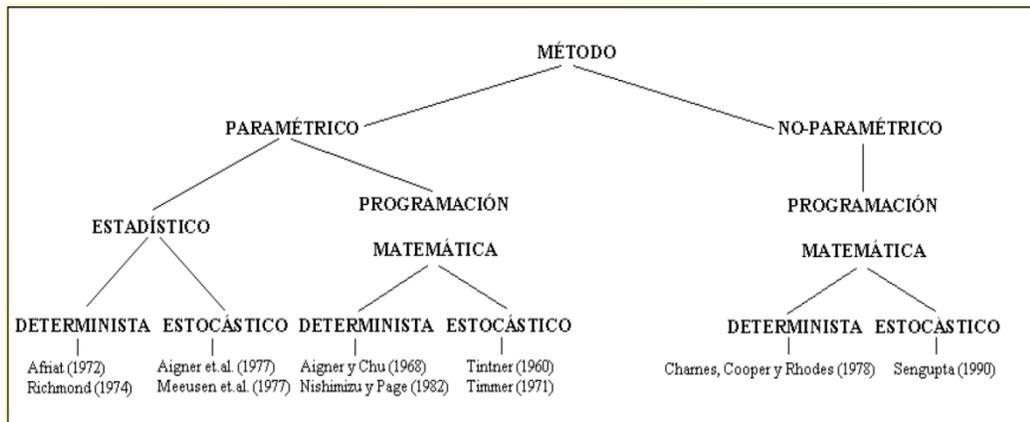
En cuanto a la Eficiencia Asignativa Chang & Carbajal (2012), afirman que si los precios de los recursos son conocidos y están representados por la pendiente de puntos AA' , la capacidad de P para utilizar sus inputs de manera óptima, teniendo en cuenta sus precios relativos, se define a través del ratio OR/OQ , siendo la ineficiencia asignativa $1-OR/OQ$. La distancia RQ representa la reducción necesaria que debe producirse en los costos de producción para alcanzar el punto Q' en el que éstos son mínimos. Tanto Q como Q' son eficientes técnicamente por estar situados sobre la isocuanta, pero los costos de producción en Q' son menores, de modo que Q es ineficiente en sentido asignativo, mientras que Q' presenta eficiencia global (técnica y asignativa). La eficiencia técnica global (EG) es definida como el producto de la eficiencia técnica (ET) y la eficiencia asignativa (EA).

$$EG = ET \times EA \quad \text{es decir} \quad \frac{OR}{OP} = \left(\frac{OQ}{OP}\right) \left(\frac{OR}{OQ}\right)$$

Lo hasta aquí analizado se trabaja bajo el supuesto que la función de producción es conocida (isocuanta SS'), sin embargo por la complejidad tecnológica esto no siempre es posible. Para superar este inconveniente, Farrell (1957) propone dos alternativas para la estimación de la eficiencia, una de ellas es una aproximación paramétrica, la cual requiere una forma funcional que especifique la relación entre entradas y salidas. Este enfoque fue seguido por Aigner & Chu (1968) y Aigner, Lovell & Smith (1977). La otra es una aproximación no paramétrica, que a diferencia de la anterior, no necesita una función de producción preestablecida, sólo se definen ciertas propiedades que deben cumplir los puntos del conjunto de producción.

A continuación mostramos en forma gráfica y resumida los principales métodos para estimar la frontera de producción y sus precursores:

Imagen 3. Estimaciones de Frontera de Producción



Fuente: Tomado de Coll & Blasco (2006)

Según Díez (2007), el Método de Máxima Verosimilitud (Afriat, 1972; Schmidt, 1976) y Método de los Mínimos Cuadrados Corregidos (Richmond, 1974), son reconocidos por mejorar el enfoque determinista pero a su vez fueron duramente criticados, dado que no permiten tener en cuenta errores de medida o cualquier otro tipo de ruido estadístico más allá de la ineficiencia (Murias, 2004). Aigner et al (1977) critican los estudios previos de la temática, planteando que las denominadas fronteras de producción no han utilizado correctamente una adecuada caracterización del término de perturbación para el modelo.

Enfoque de Frontera Determinista (DFA por sus siglas en inglés) fue propuesto por Aigner & Chu (1968). Este enfoque atribuye la ineficiencia a toda desviación de las observaciones respecto de la frontera. Esa estimación se realiza mediante un programa matemático que minimiza la suma de los residuos en valor absoluto, o bien el cuadrado de esta. Aigner et al (1977) en su modelo de producción con frontera estocástica introducen dos perturbaciones, una para la ineficiencia y otra para las posibles fuentes de variaciones aleatorias

Tintner (1960) plantea que en la programación lineal se asume que todos los parámetros del problema son números conocidos. Esto en ocasiones no es un supuesto muy realista. En programación lineal estocástica los parámetros se convierten en variables aleatorias, es decir, se conoce su distribución. En su enfoque pasivo de la programación lineal estocástica, la distribución de la función objetivo es aproximada y las decisiones son basadas en esta distribución. En el enfoque activo, las variables de decisión son las cantidades de recursos a ser dedicados a las actividades.

Sengupta (1990) utiliza un conjunto de transformaciones basadas en L_p -norm para generar formulaciones de fronteras de producción paramétricos y no paramétricos alternativos. Propone e ilustra unas series de transformaciones generalizadas de inputs y outputs mediante transformaciones Box-Cox.

En la medición de la productividad, la complejidad de cuando el numerador y el denominador están compuestos por varios outputs y/o inputs respectivamente se ha superado a través de los números índices, cuyo objetivo es medir las variaciones temporales que están continuamente actualizándose, utilizando una colección de datos económicos en términos discretos. Siendo el índice de Törnqvist (1936) y el de Fisher (1922) los más conocidos. Reúnen la condición de aproximación económica y cumplen con un conjunto razonable de propiedades (Ibarra, 2001).

El índice de Törnqvist (1936) es exacto para una función de producción conocida, homogénea y lineal y por lo tanto es un índice superlativo. Este índice permite medir la PTF mediante comparaciones espaciales e intertemporales. El Índice de Fisher (1922), es también un índice superlativo, ofrece una medida teóricamente más adecuada desde el punto de vista de la metodología de los números índices (Ibarra, 2001).

Un tercer índice menos conocido es el de Hulten (1973), tiene en cuenta los impactos de la constancia del factor cuasi-fijo en las variaciones a corto plazo de la PTF (Decimavilla & San Juan, 2000).

Otro índice importante en la aproximación económica de los números índices es el Índice de Malmquist (1953), el cual se desarrollara más adelante en este trabajo.

5.3. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA MEDIANTE DEA

Los modelos de naturaleza no paramétrica utilizan técnicas de programación matemática para medir y evaluar la eficiencia de las unidades productivas. En este grupo se destaca la técnica denominada Análisis Envolvente de Datos DEA. La metodología Data Envelopment Analysis –DEA- surge en la tesis doctoral de Edward L. Rhodes en 1978 y ese mismo año empezó a desarrollarse a partir de su primera publicación “Measuring the efficiency of Decision Making Units” en conjunto con W.W. Cooper y A. Charnes en la Journal of Operational Research.

DEA es una técnica de programación matemática, cuyo objetivo consiste en obtener una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica a partir de los datos disponibles de las unidades productivas, de manera que incluya a todas las unidades eficientes dentro de la frontera, junto con sus combinaciones lineales. De esta manera, quedan las unidades ineficientes fuera de la frontera, permitiendo evaluar la eficiencia relativa de cada una de las unidades (Chang & Carbajal, 2012). Usualmente, una unidad productiva eficiente es comparada con otra unidad no real sino producto de una combinación lineal de otras existentes. El conjunto de unidades reales eficientes combinadas para generar otra unidad eficiente pero no real se llama Grupo de Referencia y su

identificación permite planificar las mejoras de las unidades ineficientes (Farrell, 1957).

Ahora bien, la eficiencia puede medirse por medio de los siguientes modelos existentes:

- Modelo orientado a los inputs
- Modelo orientado a los outputs

El primer modelo busca la máxima reducción proporcional de los insumos dado un nivel de producción. El segundo, busca el máximo incremento proporcional de los productos, dentro de la frontera de posibilidades de producción, dado un nivel de insumos.

Barrios (2007) presenta el modelo básico de Charnes et al (1978) y la evolución del mismo en procura de mejorar su desempeño: Charnes, Cooper & Rhodes proponen una medida de eficiencia basada en la suma ponderada de los productos (output) sobre la de los insumos (input) de cada unidad productiva denominada DMU, el modelo fraccional se formula matemáticamente:

$$\max e_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0}} \quad (1)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij}} \leq 1 \quad j=1, \dots, n \quad (1)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r=1, \dots, s \quad i=1, \dots, m$$

Donde:

e_0 - Función objetivo (medida de la eficiencia radial)

y_{rj} - output r -ésimo de la DMU j -ésima

x_{ij} - input i -ésimo de la DMU j -ésima

v_i, u_r - ponderaciones de inputs u outputs respectivamente

La función objetivo e_0 es el ratio de eficiencia de la unidad evaluada y la maximización de la misma está sujeta a que ningún ratio de eficiencia supere la unidad. Los mismos autores reconocieron la necesidad de transformar el programa fraccional en un programa ordinario lineal. En este caso se maximiza el numerador y se iguala el denominador a una constante, que en este caso es la unidad. Entonces la eficiencia relativa de cada unidad se obtiene a partir del siguiente modelo lineal:

$$\max = e_0 = \sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{ro}$$

$$\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_j \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (2) \quad (II)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{io} = 1 \quad (3)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r=1, \dots, s, i=1, \dots, m$$

Para evitar la posibilidad de que las variables del modelo sean cero se introdujo la condición de no negatividad:

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0$$

Donde ε es un número real, positivo y pequeño del orden 10^{-5} . Este modelo es denominado modelo multiplicativo.

Con estas transformaciones el modelo ya era plenamente operativo, pero se podía generar un sistema de restricciones de gran complejidad si el análisis involucraba a un número considerable de DMUs. Para contrarrestar esto se plantea el problema dual del problema original o primal descrito en (I) mejora la operatividad y ahorra tiempo de cómputo.

En este caso el modelo quedaría formulado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \min \theta_0 \\ \text{sujeto a:} \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{ro} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \quad (4) \quad (III) \end{aligned}$$

$$\theta_0 x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad (5)$$

$$\gamma_j \geq \varepsilon \quad j = 1, \dots, n \quad (6)$$

De esta forma se obtiene el modelo dual (III) que calcula la eficiencia por el lado de los inputs, es decir, optimiza el empleo de los recursos para un nivel dado de producción. La expresión (4) garantiza que la producción del producto r para la unidad evaluada sea no mayor que la suma ponderada de la producción del producto r para el resto de las unidades consideradas en el análisis. La expresión (5) condiciona que las unidades comparadas consuman menos del recurso i o lo mismo que la unidad bajo evaluación.

Charnes et al (1978) proponen a su vez el recíproco del modelo fraccional (I) indicando que es posible minimizar el cociente entre la suma ponderada de las entradas con la de las salidas de cada unidad de decisión. A partir de este modelo fraccional, se obtiene el modelo dual:

$$A = \theta_0$$

s. a.:

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - \theta_0 y_{r0} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \quad (4) \quad (IV)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - x_{i0} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad (5)$$

$$\lambda_j \geq \varepsilon \quad j = 1, \dots, n \quad (6)$$

Los modelos (III) y (IV), conocidos como modelos orientados al input y output respectivamente, asumen que todas las unidades productivas se encuentran operando en escala óptima con rendimientos a escala constantes (CRS), es decir, en estos modelos no se considera la influencia que pudiera tener la existencia de economía de escala. Para contemplar la posibilidad de ineficiencias debidas entre escalas Banker, Charnes & Cooper (1984) propusieron añadir una restricción a las variantes del modelo anterior:

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

Para diferenciarlo de los anteriores modelos a este nuevo modelo se le conoce como modelos de rendimientos a escala variables (VRS). La imposición de esta restricción para el modelo implica que el conjunto de referencia para la unidad decisora considerada esté más cerca. De este modo se asegura que un agente o unidad sea comparado con otros de tamaño similar.

Estas evoluciones del modelo básico, han permitido el aumento del interés general en la técnica pues se han analizado y mejorado algunas desventajas que quedaron al descubierto al inicio de su implementación y a medida que iba siendo utilizada. En muchas aplicaciones DEA, ciertos inputs pueden no están bajo el control directo de la administración. En un análisis DEA de la eficiencia de una sucursal bancaria, por ejemplo, una variable input como los gastos fijos (alquiler, servicios públicos, etc.) no podía reducirse proporcionalmente como sería el caso de los gastos variables como el de personal. Por lo tanto, es importante identificar aquellas variables que son discrecionales (personal) versus no discrecionales (costos fijos) (Cook & Seiford, 2009). Son tan importantes las variables no discrecionales que Ray (1988) afirma que las ineficiencias técnicas son simplemente el resultado de una mala forma de incorporar todas las variables no discrecionales relevantes.

El modo en que las variables no discrecionales o exógenas son consideradas es muy variado. Una de ellas es la expuesta por Banker & Morey (1986) por la cual plantean que se deben modificar el modelo original restringiendo los inputs para no permitir su reducción en los factores fijos.

Un tratamiento a destacar es el propuesto inicialmente por Pastor (1994) y mejorado por Muñiz (1998), el cual consiste en aplicar DEA en dos etapas. En la primera se aplica el método con todos los outputs pero solo con los inputs no controlables, posteriormente a las unidades ineficientes se incrementarían sus outputs hasta que alcancen la eficiencia. En la segunda etapa se vuelve a aplicar DEA sobre las unidades iniciales más las modificadas con todos los outputs y solo los inputs controlables.

Por su parte Ruggiero (1996) señaló que en ciertos casos el modelo Banker & Morey (1986) podría sobreestimar la eficiencia técnica al permitir imposibilidades de producción en el conjunto de referencia. El enfoque de Ruggiero restringe los pesos a cero para las posibilidades de producción con niveles más altos de los insumos no discrecionales, y como resultado, las imposibilidades de producción se excluyen apropiadamente del conjunto de referencia. (Cook & Seiford, 2009)

Ray (1991) usa un método de dos etapas para controlar factores fijos. En la primera etapa se usan solo inputs discrecionales. En la segunda etapa, la eficiencia obtenida en la primera es recalculada con los factores exógenos para deshacerle la ineficiencia de los efectos ambientales.

5.4. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD MALMQUIST

El Índice de Productividad de Malmquist, es un método para calcular la productividad entre dos periodos de tiempo, basado en métodos no paramétricos.

Moorsteen (1961) fue el primero en utilizar la idea de Malmquist, comparando el input de una empresa en dos periodos de tiempo diferentes. Posteriormente Caves, Christensen & Diewert (1982) adaptaron el problema de una empresa a dos empresas observadas en un mismo periodo, relacionaron el índice de Malmquist (1953) y Törnqvist (1936) y desarrollaron el Índice de Productividad de Malmquist a través de dos enfoques, uno al output y otro al input, demostrando que ambos índices proporcionan idénticos resultados bajo el supuesto de rendimientos a escala constante (Pastor, 1995).

De acuerdo con Santín (2009), el índice de Malmquist se basa en el cálculo de la distancia que separa a cada unidad productiva de la tecnología de referencia en cada período, utilizando para ello una función distancia -generalmente calculada mediante la técnica DEA-. Para definir el índice de Malmquist se tienen en cuenta ciertas condiciones, si se parte de una tecnología de producción de un periodo t, que señala el conjunto de vectores de output y-salidas- y que {estos se produzcan a partir de un vector input x –entradas-, teniendo en cuenta lo anterior, se define:

$$P^t(x) = \{y^t: (y^t, x^t)\}$$

Ahora suponiendo que P^t cumple con todas las condiciones, se define la función de distancia del *output* como:

$$D^t(x^t, y^t) = \min\left\{\phi: \left(\frac{y^t}{\phi}\right) \in P^t(x)\right\} \leq 1$$

Esta función (inversa de la tasa de eficiencia de Farrell (1957), se define como la inversa de la expansión proporcional máxima del vector de *outputs* y_t , dados los *inputs* x_t , para que el individuo (x_t, y_t) sea eficiente y se encuentre situado en la frontera del período t. Ahora $D^t(x^t, y^t)$ tomará valores inferiores 1 si y solo si $(x^t, y^t) \in P^t$ y será 1 si se sitúa en la frontera de producción, donde esta será eficiente. También podrá ser mayor a 1 si la unidad del periodo t+1 no resulta factible con la tecnología del año t.

Como el índice Malmquist compara la eficiencia tomado periodos de producción t a t+1 se puede definir a las distancias de estos periodos con la expresión:

$$D^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \min\left\{\phi: \left(\frac{y^{t+1}}{\phi}\right) \in P^t(x)\right\} \leq 1$$

Teniendo en cuenta las funciones anteriormente mencionadas sobre las distancias Caves, et al (1982) definen el índice de productividad de Malmquist con respecto o referente al período t como:

$$M^t = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)}$$

Como ya se mencionó, el índice de Malmquist evalúa la productividad entre periodos de producción, como se evidencia en la anterior fórmula. Si $M^t > 1$ significa que la productividad en el año $t + 1$, es mayor que la que se obtuvo en año t , ahora si por el contrario, $M^t < 1$ la productividad fue inferior en el año $t + 1$ con respecto a al año anterior t .

Como se ha mostrado el índice de Malmquist se basa en las distancias entre los distintos periodos, ahora de forma análoga se puede calcular este índice para el período de producción M^{T+1}

$$M^t = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)}$$

Con el fin de evitar problemas generados por la elección de uno u otro período por tomarse de forma arbitraria, se propone que el índice general se calcule por medio de la media geométrica de ambos índices (Caves et al, 1982). Teniendo en cuenta lo anterior el índice se calcula de la siguiente forma:

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

Seguendo a Fare, Grosskopf & Lovell (1994) la expresión se reescribe:

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

Analizando la fórmula anterior se puede decir que la primera expresión (cambio en la eficiencia) calcula la eficiencia entre un periodo t y con respecto a uno $t + 1$, si es mayor que 1, la producción o eficiencia en el periodo $t + 1$ fue superior que el periodo t . Ahora la segunda (cambio tecnológico) indica los cambios en la tecnología que experimentan dos puntos x^t, x^{t+1} de un vector. Si esta expresión arroja un valor mayor a uno quiere decir que hubo mejora en las tecnologías, es decir que hubo una mayor productividad. Si por el contrario no hay variación entre los inputs y output el índice debe ser igual a 1, interpretándose como incremento nulo en la productividad de los periodos.

Para determinar las funciones de distancia se utiliza el DEA. Este análisis se va a orientar a la maximización del *output*, es decir, se trata de evaluar cuál sería el máximo *output* obtenible por cada unidad productiva dadas las cantidades de *inputs* disponibles. El índice se calcula asumiendo rendimientos constantes a escala, dado que con el supuesto de rendimientos variables a escala, si se

produce un cambio técnico, las observaciones de un período pueden no ser factibles con la tecnología de otros períodos, por lo que no se puede garantizar la existencia de soluciones de los problemas de programación utilizados para calcular las distancias de períodos mixtos (Thanassoulis, 2001). No obstante si se contemplan también rendimientos variables a escala (VRS) es posible descomponer todavía más el cambio en eficiencia en un elemento debido a la eficiencia técnica pura y en un elemento debido al cambio en la eficiencia de escala.

Esta puede ser realizada de la siguiente forma:

$$CET = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \frac{\frac{D_{CRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{VRS}^t(x^t, y^t)}}{\frac{D_{CRS}^t(x^t, y^t)}{D_{VRS}^t(x^t, y^t)}}$$

Donde CET es el cambio en la eficiencia técnica, la primera expresión se refiere al cambio en la eficiencia pura relativa a la frontera con rendimientos variables a escala y el segundo término recoge los cambios producidos entre las fronteras con rendimientos constantes y variables a escala.

Por último para determinar el índice de Malmquist es necesario resolver las funciones distancia a través del DEA. Para esto se requiere buscar la solución de cuatro programas de optimización.

$$[D_o^t(X_t Y_t)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi$$

S. a

$$\begin{aligned} -\phi y_{ot} + Y_t \lambda &\geq 0 \\ x_{ot} - X_t \lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

Donde $x_{ot} y_{ot}$ son los vectores de inputs y outputs respectivamente, asociados a la unidad 0 y λ es un vector de pesos que de forma flexible pesan o ponderan las matrices $X_t y Y_t$. El parámetro ϕ indica la máxima proporción en la que los outputs de la unidad 0 pueden ser expandidos tal que $(X_t, Y_t / \phi)$ siga siendo factible tomando en consideración el desempeño del resto de unidades $(X_t y Y_t)$.

$$[D_o^{t+1}(X_{t+1} Y_{t+1})]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi$$

S. a

$$\begin{aligned} -\phi y_{o(t+1)} + Y_{t+1} \lambda &\geq 0 \\ x_{o(t+1)} - X_{t+1} \lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

El problema siguiente es muy parecido solo hay que variar a t por $t + 1$.

$$[D_o^t(X_{t+1}Y_{t+1})]^{-1} = \max_{\phi\lambda}\phi$$

S. a

$$\begin{aligned} -\phi y_{o(t+1)} + Y_t \lambda &\geq 0 \\ x_{o(t+1)} - X_t \lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

$$[D_o^{t+1}(X_t Y_t)]^{-1} = \max_{\phi\lambda}\phi$$

S. a

$$\begin{aligned} -\phi y_{ot} + Y_{t+1} \lambda &\geq 0 \\ x_{ot} - X_{(t+1)} \lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

En los últimos modelos la eficiencia se calcula con las unidades de un período pero tomando como referencia la frontera productiva de otro. Ello puede suponer que ϕ pueda tomar valores menores que la unidad, lo que no se produciría en datos de sección cruzada. Para el cálculo de la eficiencia de escala los dos primeros programas deben ser calculados también asumiendo rendimientos variables a escala añadiendo la restricción de que $\sum_n \lambda_n = 1$. (Caves et al, 1982)

El índice de productividad de Malmquist también puede ser utilizado en la economía industrial y es analizado desde una perspectiva tanto optimista como pesimista basado en modelos DEA. Esto se conoce como análisis envolvente de doble frontera para calcular el índice de Malmquist (MPIDFDEA), en general este método busca estimar la productividad y eficiencia desde ambos puntos de vistas (Optimista y Pesimista). (Wang & Lan, 2011)

Este tipo de modelos es de gran importancia en los análisis; pues da la visión desde la perspectiva de ambas fronteras de eficiencia, otras aplicaciones se pueden ver en los trabajos de (Wang,Chin & Yang, 2007; Wang & Chin, 2009)

En este capítulo se mostró una descripción de los fundamentos que forman el modelo DEA y el Índice de productividad de Malmquist para la determinación de la estimación eficiencia y de la productividad, respectivamente en las organizaciones. En la parte inicial se entregan las definiciones y comparaciones de los conceptos económicos de eficiencia y productividad, así como la presentación de diferentes técnicas para usadas para su estimación.

Se referenciaron los dos grandes grupos en los que se dividen los métodos para la medición de la eficiencia, modelos de frontera y modelos de no frontera, los que a su vez se dividen en métodos paramétricos y no paramétricos y sus principales representantes junto con los autores.

Un recuento histórico de los diferentes autores que sentaron las bases conceptuales de lo que actualmente es la medición de la eficiencia, nos llevó hasta la técnica Análisis Envolvente de Datos más conocida como DEA por sus siglas en ingles. De esta técnica se presentaron los dos modelos básicos DEA, uno que

estima eficiencia con rendimientos a escala constante y otro con rendimientos a escala variable (CRS y VRS). A partir de estos modelos a través del tiempo se han implementado modificaciones, en busca de corregir las deficiencias con que nacieron, ser mayormente operativos y/o económicos en tiempo.

Para la temática particular del presente trabajo, se encontraron dos enfoques DEA especializados en estimación de eficiencia de empresas del sector público. Uno expuesto por Banker & Morey (1986) y el otro por Rugerio (1996) con observaciones a su predecesor.

Tratamiento similar se le dió a la medición de la productividad, presentando sus principales técnicas, trabajos y autores pioneros, haciendo énfasis por nuestro interés en la técnica Índice de Productividad de Malmquist.

Por tener orígenes y bases teóricas comunes la técnica DEA para la estimación de la eficiencia y el Índice de Malmquist para la productividad, comparten también investigadores, por eso no debe sorprender encontrar a los mismos autores en el recuento histórico o en la presentación de los trabajos más significativos.

6. ESTADO DEL ARTE

6.1. GENERALIDADES

En los siguientes fragmentos se muestran las aplicaciones del Análisis Envolvente de Datos (DEA) y del índice de Malmquist en el sector público a nivel nacional e internacional en los distintos campos del sector tales como educación, salud, servicios públicos, etc. Los aspectos más relevantes de cada trabajo como metodología, variables tenidas en cuenta, modelo aplicado y principales conclusiones serán analizados para tener una mejor idea del impacto de la investigación en el área.

6.2. APLICACIÓN DE DEA Y MALMQUIST EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL

El análisis envolvente de datos (DEA) y el índice de Malmquist son herramientas que usan la programación matemática para el cálculo de la eficiencia y la productividad. Desde su introducción en 1978, DEA ha sido uno de los preeminentes métodos para medición de la eficiencia y la productividad (Socio-Economic Planning Sciences, 2014). A partir de sus primeras aplicaciones se han realizado numerosos estudios en organizaciones de todo tipo, tanto así, que a la fecha se encuentran en la literatura más de 3.100 estudios publicados de aplicaciones de la metodología a nivel mundial (Liu et al., 2013).

Las primeras aplicaciones DEA destacables en el sector público se remontan al año 1980 con Bessent & Bessent en el campo educativo, apenas dos años después de la publicación del modelo DEA CCR. Asimismo, Nunamaker (1983)

mide los servicios de enfermería rutinarios a un grupo de hospitales de Wisconsin y Sherman (1984) estima las ineficiencias en el área de cirugía a un grupo de 7 hospitales comparables del estado de Massachusetts (USA). Son especialmente resaltables los trabajos de Smith & Mayston (1987) y más recientemente Worthington & Dollery (2000) en los cual estos autores se enfocaron en mediciones del desempeño de empresas del sector público. El primero utilizó DEA para mostrar cómo se pueden usar los datos subyacentes en los indicadores de desempeño para lograr una mejor medida de eficiencia para una agencia, aplica un ejemplo ilustrativo de su teoría en el sector educativo del Reino Unido. En el segundo trabajo, se hace énfasis en los factores que determinan el desempeño de las organizaciones públicas y un recuento de las técnicas que se utilizan en la medición del mismo, sin ninguna aplicación práctica.

Una aplicación DEA resaltable en el sector gubernamental es la adelantada en un estudio de Afonso, Schuknecht & Tanzi (2003) sobre el desempeño y la eficiencia en el sector público en 23 países industrializados, utilizando la técnica Free Disposal Hull –FDH-, la cual es una variante de DEA. Este trabajo computa los indicadores de desempeño -Indicadores de Oportunidad e Indicadores de Musgrave- con los indicadores de eficiencia del gasto público de cada país obteniendo un ranking de países. En esta misma línea Afonso, Schuknecht & Tanzi (2006), investigaron sobre el rendimiento y la eficiencia del sector público para la Unión Europea –UE-, con el fin de determinar la eficiencia de los nuevos miembros de la unión, los cuales fueron comparados con mercados emergentes asiáticos; de este estudio se determinó un desempeño relativamente fuerte de los nuevos estados miembros de la UE sobre el capital humano y educación. En el sector salud los índices fueron semejantes. Otro estudio reciente a tener en cuenta es el elaborado por Afonso, Romero, & Monsalve (2013). En éste, Se aplica la metodología DEA en 23 países Latinoamericanos y del Caribe para medir la eficiencia en el gasto público entre los periodos 2001-2010. Los resultados mostraron que la eficiencia del sector público está inversamente correlacionada con el tamaño del gobierno, mientras que la frontera eficiente está esencialmente definida por Chile, Guatemala y Perú. El estudio reveló que en promedio las cantidades de output podrían ser teóricamente incrementadas proporcionalmente en un 19% con el mismo nivel de inputs.

En China, Shu, Zhong & Zhang (2011) aplicaron la técnica DEA para medir la eficiencia del gobierno de cuatro regiones chinas, en las cuales se agrupaban provincias cercanas a través de clústeres. Este estudio midió la eficiencia y el crecimiento económico de dichas regiones en torno al consumo de energía. Para ello aplicaron un modelo DEA-CCR básico con el consumo de energía, el número de empleados y el capital invertido como inputs y el PIB como único output.

Teniendo en cuenta que el sector ferroviario fue una de los pilares para la revolución industrial y que además representa parte del sector público, especialmente estudiado en el presente trabajo, se puede destacar el trabajo de

Montoya & Guzmán (2009), quienes analizaron la eficiencia de este medio transporte en España a través del Análisis Envolvente de Datos e índice de productividad de Malmquist tomando el periodo de 1910-1922, el análisis tuvo en cuenta que para la época se tenían otros conocimientos sobre la eficiencia y productividad.

En un sector muy importante y de gran responsabilidad como lo es el sector de la salud Hu, Qi & Yang (2012) aplicaron DEA, en los hospitales regionales de China tomando como salidas el número de pacientes muertos y como salidas el número de médicos, personal técnico, personal en general, camas y capital fijo de los hospitales. En este estudio se mostró la importancia de mejorar la salud de los pacientes y equilibrar la desigualdad de recursos con respecto a algunos hospitales para poder mejorar la eficiencia. Prior (2006), analiza el desempeño hospitalario español utilizando DEA y el índice de productividad de Malmquist. El análisis se realizó en una muestra de 29 hospitales. La descomposición en el índice de productividad de Malmquist muestra una mejora de la productividad y un cambio técnico positivo, especialmente cuando se introduce la calidad.

En el sector educación, Li (2011) aplicó DEA para estimar la eficiencia de 42 universidades chinas, para su investigación usó un modelo DEA-CCR básico y en sus resultados se muestra poca eficiencia de este grupo de universidades, con solo unas cuantas DMU's eficientes en el grupo. Además realizó una estimación de los factores que causan estas ineficiencias. Quizá la aplicación más importante de DEA en Holanda, fue la realizada por Haelermans & Ruggiero (2013) quienes aplicaron la técnica en el sector educativo, comparando 443 escuelas holandesas de secundaria con un modelo propuesto por Ruggiero (1996). En el análisis incluyeron como inputs el personal de enseñanza, el personal administrativo, el personal de apoyo y los suministros de material. Como outputs usaron el número total de estudiantes, el puntaje promedio de los exámenes nacionales para la graduación y el promedio de estudiantes que aprueban cada año. Se resalta el valor de la información ambiental en la estimación de la eficiencia. En Taiwán Montoneri, Lin, Lee & Huang (2012) aplicaron DEA en dieciocho clases de un curso de inglés de primer año en una universidad taiwanesa, para identificar los *Key Performance Indicators* (KPI) o indicadores clave de desempeño para la enseñanza de idiomas, en torno a los cuales se destaca como un input clave la riqueza de contenidos dado su alto impacto en la eficiencia.

En Finlandia Herrala, Huotari & Haapasalo (2012) realizaron un estudio donde se tenía como objetivo, determinar si una política de gobierno tiene un efecto sobre la eficiencia abastecimientos que prestan los servicios de agua y alcantarillado. En esta investigación se mostró que la variación en un modelo de gobierno para estos servicios, estadísticamente afecta la eficiencia de este servicio, aunque con cualquier política implementada la capacidad de los suministros es insuficiente para las regiones.

Considerando que en algunos países el Estado maneja entidades bancarias, se encuentra la comparación que hace Aguirre, Herrera & Bravo (2007) entre la banca chilena y la alemana, combinando métodos paramétricos (métodos de frontera estocástica de metaproducción y de metacostos) y no paramétricos (índice de Malmquist), en el estudio se encontró que la banca chilena posee una buena eficiencia y no está muy distante de los niveles de eficiencia con respecto a la alemana. Otra aplicación a la banca, se puede ver por parte de González & Mariaca (2010), quienes analizaron los bancos en el mercado bancario hondureño que salieron del mercado en el periodo 1999-2001 y si la tendencia a su disminución en eficiencia y productividad es la causa de mayor peso para su cierre. Esto se hizo a través de DEA-CCR e índice de productividad de Malmquist y se encontró que hay una relación directa. Por su parte, Pastor (1995) midió la eficiencia y el cambio productivo en el sistema bancario español, obteniendo una superior eficiencia y mayores mejoras de productividad en las cajas que en los bancos debidas principalmente al progreso técnico. Deville (2009), usó análisis Benchmarking para determinar las mejores prácticas de la banca francesa agrupada por regiones, los scores de ineficiencia fueron estimados mediante DEA.

Realizando una agrupación por país, se encuentra en la literatura dos aplicaciones argentinas de la metodología DEA que realizan Iñiguez, Ferreyra, Arburua, Hernandez & Iñiguez (2012) en el sector de la salud y otro realizado por Epele, Chalela & Puig (2013) en la educación. En el primero, se realiza un análisis con variables discretionales y no discretionales tomando una muestra de 24 DMUs que incluyen 23 provincias y la ciudad de Buenos Aires, utilizando un modelo DEA-BCC básico. Para el segundo trabajo, se aplicó DEA en conjunto con Free Disposal Hull (FDH). Los resultados mostraron que, a la luz de las dos técnicas sólo 5 provincias resultaron eficientes.

En cuanto a la estimación de la productividad en China Ng (2008), aplicó DEA en conjunto con el índice de Malmquist para medir la eficiencia técnica y el cambio productivo del sector de la salud China entre 2002 y 2005. Según el índice de Malmquist calculado y sus componentes de descomposición, el sector sufrió de disminución de la productividad, especialmente en las provincias costeras. Sin embargo, hubo una mejora tecnológica en todas las provincias.

Por su parte, Lewer (2004) examinó el crecimiento de la productividad de nueve países de América Latina (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela) durante el período turbulento de la década de 1970. Usando la teoría neoclásica del crecimiento y la aplicación del índice de Malmquist según (Fare et al., 1994), identifican la estimación del crecimiento de la productividad y sus componentes para cada país. Dos resultados importantes se encontraron en este estudio. El cambio de la eficiencia tendió a ser un factor positivo para el cambio de la productividad total de factores, pero el cambio tecnológico, al contrario parece ser un factor negativo para los nueve países Latinoamericanos.

En la República de Croacia, Alen Benazic (2012) realizó una medición a la eficiencia de los servicios de diecisiete (17) oficinas encargadas de los servicios de aduanas de ese país. Para ello utilizó los modelos básicos DEA (CCR y BCC) y un tercero denominado NCN. Entre los principales resultados obtenidos en esta investigación se menciona que solo la oficina de Zagreb fue eficiente en las tres mediciones efectuadas y que los resultados son más sensibles a las variaciones efectuadas en los outputs que en los inputs.

Zamora & Navarro (2014) elaboran un estudio para estimar la eficiencia relativa de veintinueve (29) administraciones aduaneras a nivel mundial de Europa, Asia y América. Aplican los modelos básicos DEA-CRS y DEA-VRS, los inputs y outputs seleccionados se tomaron con base en el objetivo económico y social de las organizaciones. Los modelos se procesaron con datos del año 2012 y se obtuvieron mejores resultados para la versión VRS, de las 29 economías solo 13 resultaron eficientes, de estas Singapur, Turquía, Suecia y Alemania son consideradas modelos a seguir por las otras administraciones. En la tabla 1. Se encuentra la información resumida de las aplicaciones DEA e Índice de Malmquist a nivel mundial.

Tabla 1. Aplicaciones DEA en el Sector Público a Nivel Mundial

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
(Smith, P. and Mayston, D. 1987)	Educación	DEA Básico	96 Escuelas Inglesas	Gastos en Docencia, Gastos en No docencia	Level 1,2,3 y 4	DEA con Análisis de Sensibilidad	Para evaluar eficiencia en las autoridades locales es necesario tener en cuenta parámetros ambientales	Inglaterra
(Bessent, A. et al 1982)	Educación	Modelo básico CCR	167 escuelas elementales	Presupuesto, Profesores y estudiantes asignados	Nivel de Aprendizaje	DEA CCR	78 escuelas ineficientes y 89 eficientes, a partir de esta prueba piloto se conformó el Comité de Productividad Educativa	Estados Unidos
(Liu et al., 2013)	Centro financiero militar	ModeloSBM (Slacks Based Model) no radial adaptado	28 MFUs (military financial units)	Persp. Clientes: Persp. Procesos Internos	Number of employees/Number of customers Annual budget/Number of customers Rest area/Number of customers Consumer satisfaction index	Balanced Scorecard, DEA y análisis de clústeres	Ranking de unidades eficientes y supereficientes usando el modelo de supereficiencia propuesto por Tone(2002). Desagregación	Taiwan

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
				<p>Persp. Financiera</p> <p>Persp. Aprendizaje y Crecimiento</p>	<p>Number of computers/Number of employees Number of operations/Number of employees Number of correct operations/Number of operations Number of transfer employees/Number of employees</p> <p>Number of employees/Annual budget Number of customers/Annual budget Number of operations/Annual budget Number of employees/Operation area</p> <p>Employee satisfaction index Number of employees in training/Number of employees Number of</p>		<p>on de las unidades eficientes con base en las perspectivas del BSC</p>	

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
					certificated employees/Number of employees Number of promoted employees/Number of employees			
(Matin & Azizi, 2011)	Finanzas	Modelo propuesto para lidiar con valores negativos en inputs y outputs	61 bancos	Activos totales Capital Depósitos totales	Préstamos Retornos de los fondos	Contraste de los resultados obtenidos con los de los modelos de la literatura	Un modelo que soluciona el problema de los inputs y /outputs negativos	Irán
(Hinojosa & Mármol, 2011)	Finanzas	Metodología propuesta para problemas multiobjetivo que utiliza información de pesos de preferencia disponible	7 bancos	Numero de sedes Numero de cajeros electrónicos Número de empleados Tamaño del activo	Satisfacción del cliente Ingresos totales	Análisis de escenarios de pesos de preferencia con la metodología a propuesta contrastada con el modelo CCR básico	La metodología descarta unidades en apariencia eficientes de acuerdo al escenario	España
(Lu & Lo, 2009)	Finanzas	Modelo de benchmarking interactivo para el ranqueo de las DMUs	14 FHCs (Financial holding company)	Activos Acciones ordinarias Empleados	Ingresos Valor de Mercado	Contraste del modelo propuesto con el modelo BCC	Ranking list más confiable comparado con el modelo BCCy técnicas de ranqueo como	Taiwán

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
							super-eficiencia	
(Montoneri, Lin, Lee, & Huang, 2012)	Educación	Modelo CCR básico	18 Clases de un curso de Inglés de primer año	Riqueza de contenidos del curso Diversidad de los canales de enseñanza múltiple accesados	Grado positivo de actitud de enseñanza Desempeño del aprendizaje del estudiante	Aplicación del modelo DEA CCR	Se evidencian los KPI en la enseñanza Y se destaca como el input	Taiwán
(Pestieau, 2007)	Educación Transporte Salud	Exposición de los factores de la medida del desempeño en los tres sectores públicos mencionados	-	<p>Transporte Fuerza laboral(desagregada) Equipamiento (desagregado por tipo y calidad) Vías (longitud y calidad) Energía (fuentes)</p> <p>Educación Maestros (nivel y calidad) Empleados Edificios, equipamiento Distribución espacial de las escuelas Habilidades al final del nivel de educación primaria</p>	<p>Kilómetros de pasajeros Confort y puntualidad Flete de toneladas y kilómetros - a granel - contenedores - otros Calidad y puntualidad de la entrega Equidad de acceso</p> <p>Habilidades adquiridas - Matemáticas, ciencias, lectura - Lenguajes extranjeros Empleabilidad directa e</p>	Análisis de los sectores a través de la literatura	Desarrollo de un enfoque particular hacia lo público se esquematiza n inputs y outputs apropiados por subsector	Bélgica

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
				Salud Médicos (especialidad, calidad, distribución geográfica) Enfermeras(especialidad, calidad, distribución geográfica) Hospitales (especialidad, calidad, distribución geográfica) Gasto social	indirecta (throughcollege) Felicidad Contribution to R and D Calidad del cuidado (Promedio, distribución) Tiempo incremental de vida (Promedio, distribución) Status incremental de la salud (Promedio, distribución)			
(Alvarez Ossorio et al., 1993)	Salud	Modelo DEA CCR Básico	7 hospitales	Salario mensual total del personal médico, salario mensual total del personal de enfermería y personal auxiliar	Vigilancia de la infección nosocomial realizada durante el año 1990, exámenes de salud realizados durante el año 1990,	Aplicación del modelo CCR y ranqueo de las unidades eficientes a través de la técnica de	Medición satisfactoria de los servicios eficientes y ranqueo de los mismos. Medición de las holguras	España

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
					inmunoprofilaxis (pasiva y activa) y formación MIR de la especialidad.	eficiencia cruzada	e interpretación práctica de los resultados.	
(Bian & Yang, 2010)	Gobierno	Modelo DEA modificado basado en la entropía de Shanon	30 Provincias chinas	Fuerza laboral, inversión en activos fijos, consumo de agua y consumo de energía	Descarga de demanda de oxígeno químico, descarga de nitrógeno y emisión de dióxido de sulfuro	Aplicación del modelo y comparación con otros modelos de outputs indeseables	El modelo puede ser utilizado para medir la eficiencia ambiental y también para eficiencia energética	China
(Shu, Zhong, & Zhang, 2011)	Gobierno	Modelo DEA CCR básico	4 regiones chinas	Consumo de energía, Número de empleados y capital invertido	PIB	Aplicación del modelo, análisis posterior	Cálculo del factor total de producción (TFP) de la eficiencia del consumo de electricidad	China
(Yu, 2010)	Transporte	Modelo SBM para DEA de red (NDEA) no orientado	15 aeropuertos nacionales	Número de empleados directos Área de pista de aterrizaje Área de carga y descarga Área de la terminal	Número de operaciones aéreas, número de pasajeros y toneladas de carga anuales	Aplicación del modelo, análisis posterior	Estimación del exceso en inputs y déficits de outputs de acuerdo al nivel de servicio de las terminales	Taiwán
(Fukuyama & Matousek,	Finanzas	Modelo de retornos variables de	25 bancos comerciales	1. Número de empleados y capital, 2. Depósitos*	1. Depósitos* , 2. préstamos, documentos	Contraste de un modelo	El enfoque tradicional "Black box"	Turquía

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
2011)		escala de dos etapas basado en Fukuyama& Weber (2010)	privados, estatales y extranjeros		valores	tradicional vs modelo propuesto.	sobre estima los puntajes de eficiencia	
(Afonso et al., 2006)	Gobierno	DEA CCR básico	24 países de la UE y emergentes	Gasto total gubernamental.	Indicador PSP(public sector performance/ desempeño del sector público)	Comparación de los modelos CCR básicos input vs output orientados	Medición de la eficiencia del gasto público en las naciones de la UE, eficiencias dispersas entre países europeos en contraste con mercados emergentes.	Multinacional (USA, Alemania, Portugal)
(Li, 2011)	Educación	DEA CCR Básico	42 Universidades	Área de pisos, tamaño de la colección de la biblioteca, profesores tiempo completo, gasto en investigación científica y nivel de disciplina	Tasa de estudiantes seleccionados para trabajar 6 meses después de graduados, monto mensual ganado promedio, estudiantes que dejan la escuela con la habilidad de trabajar	Mera aplicación del modelo, análisis posterior	Pocas DMUs eficientes, Estimación de los factores que causan la ineficiencia en las universidades.	China
(Hu, Qi, & Yang,	Salud	Modelo DEA CRS con	31 unidades	Número de doctores, Número	Deseable: Número de	Análisis de correlación	Al no tener en cuenta el	China

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
2012)		outputs indeseables basado en Seiford&Zhu (2002)	hospitalarias provinciales	de personal auxiliar (enfermeros y auxiliares), personal administrativo, número de camas y capital fijo(\$)	pacientes externos (no hospitalizados), número de hospitalizados, Indeseable: mortalidad de los pacientes.	de los inputs y outputs. Comparación del modelo aplicado con el output indeseable y sin él.	output indeseable se puede ver una sobreestimación de la eficiencia de las DMUs bastante considerable .	
(Tsutsui & Goto, 2009)	Servicios públicos (Electricidad)	Modelo SBMmodificado (WSBM/weightedSBM) input orientado	90 compañías eléctricas	Monto total(\$) de los gastos de operación, mantenimiento y depreciación	Total ventas de poder eléctrico al consumidor final (GWh)	Contraste del CCR-I, SBM-I y el propuesto	Modelo que pondera los inputs a criterio del tomador de decisiones, las eficiencias del CCR-I son sobre estimadas en comparación con SBM-I y WSBM-I	Japón (Aplicado a Estados Unidos)
(Herrala, Huotari, & Haapasalo, 2012)	Servicios públicos (Acueducto y alcantarillado)	Modelos BCC y CCR básicos	19 acueductos bajo distintos modelos administrativos	Gasto operativo, inversión en activos fijos	Volumen de agua liberado, volumen de aguas residuales tratadas, número de consumidores de agua, número de consumidores	Contraste tanto de los modelos BCC y CCR como de los modelos administrativos y	Diferencias estadísticas significativas entre los modelos administrativos, Los acueductos	Finlandia

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
					del alcantarillado	análisis estadístico posterior	de propiedad estatal y con un modelo empresarial mostraron mayores eficiencias	
(Aguirre, Herrera & Bravo, 2007)	Banca	Fronteras estocásticas y DEA	Bancos chilenos y alemanes 1991-2000	Mano de Obra, Capital Financiero, Capital Físico y Tiempo	Producto Bancario	Estimación de fronteras conjuntas	Por los productos la banca chilena es menos eficiente, no así por los costos	Chile
(González & Mariaca, 2010)	Banca	DEA e IPM	19 y 17 bancos hondureño o 1999-2000	Total Depósitos, Gastos en Personal, Gastos de Operaciones, Total Activos Fijos	Total Ingresos, Total Créditos Vigentes	Análisis de productividad con enfoque de intermediación y producción	El 75% de los bancos poco eficientes cesaron sus actividades	Honduras
(Deville, 2009)	Banca	DEA	16 bancos regionales	Portafolio ahorro en efectivo, créditos personales, créditos empresas, comisiones, productos aseguradores, productos de ahorro financiero	Empleados tiempo completo, Gastos operativos, cuentas corrientes activas	DEA Benchmarking	El 30% de las sucursales bancarias son eficientes	Francia
(Iñiguez, Ferreyra, Arburua, Hernande	Salud	DEA	23 Provincias y Buenos Aires	Gasto en Salud por Habitante Proporción Población con	Indicadores Básicos	Modelo BCC y dos etapas	Las ineficiencias dependen más de	Argentina

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
z & Iñiguez, 2012)				Cobertura (ND)			variables no controlables	
(Epele, Chalela & Puig, 2013)	Educación	DEA y FDH	23 provincias y Buenos Aires periodo 2003-2010	Gasto Publico Real por Alumno Docentes por alumno	Tasa de Repitencia Resultado pruebas ONE	Variabes modificadas estadística mente	4 provincias eficientes, las provincias pueden mejorar su eficiencia	Argentina
(Ng, 2008)	Salud	DEA e IPM	29 provincias y municipalidades periodo 2002-2005	Numero de doctores, Numero de enfermeras, Numero Otro Personal de Salud, Numero de Camas	Número de Pacientes Externos, Numero de Pacientes Internos, Tasa de Mortalidad	Modelos básicos	La productividad en las provincias costeras es más baja con respecto a las del interior	China
(Fernández & Flórez, 2006)	Gobierno	Modelos BCC y CCR básicos	50 municipios	Gastos de personal Liquidez Impuestos/habitante	Inversión en infraestructura y bienes inventariables, ahorro bruto (ingresos-obligaciones) y gasto público por habitante	Contraste de los modelos BCC y CCR, análisis de correlación a través de los coeficientes de Pearson y análisis de variables exógenas	Clasificación de los municipios de acuerdo al año en tres grupos (invariantes, evolución positiva y e. negativa),	España
(Haelermans &	Educación	Modelo basado en	448 escuelas	Personal administrativo,	Número total de estudiantes,	Análisis estadístico	Estimación de la	Holanda

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
Ruggiero, 2013)		Ruggiero (1996)	secundarias	personal de enseñanza (maestros), personal de soporte y suministros de material	promedio de puntaje de exámenes nacionales para graduación y promedio de estudiantes que aprueban cada año	descriptivo, aplicación del modelo y posterior análisis de los resultados gracias a un indicador condicional que descompon e la eficiencia total del costo en componentes de la eficiencia asignativa y técnica.	eficiencias asignativa y técnica gracias a la adición de un indicador condicional que permite la descomposición de la eficiencia total de costo en estos dos componentes. Se resalta la importancia de la información ambiental en la estimación de la eficiencia	
(Benazic, A. 2012)	Gobierno	Modelos básicos y Modelo NCN	17 oficinas locales	Controladas: Número de empleados y Costos No Controladas: Numero de declaraciones de aduanas procesadas	Recaudo de renta pública, Numero de declaraciones procesadas y número de delitos detectados	Aplicación de los modelos con estimación de eficiencia locales	La oficina de la capital es una de las tres oficinas modelo en el desempeño	Croacia
(Zamora &	Gobierno	Modelos básicos DEA	29 administra	Número de empleados, Costos	Recaudación de ingresos públicos	Aplicación de los	Se obtuvieron	Multinacional

Continuación Tabla 1.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas,	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	País
Navarro, 2014)			ciones de aduanas a nivel mundial	y Numero de documentos requeridos	y Volumen y Valor del comercio internacional	modelos CCR y VRS	mejores resultados con el modelo VRS, 13 eficientes entre ellas Singapur, Turquía, Suecia y Alemania	

Fuente: Elaboración Propia

6.3. APLICACIÓN DE DEA Y MALQUIST EN EL ÁMBITO NACIONAL

Al igual que en el caso internacional en Colombia, DEA e índice de Malmquist ha sido aplicado numerosas veces en diferentes sectores, tanto públicos como privados. En el siguiente aparte se mostrarán de manera resumida, las aplicaciones más destacadas a nivel nacional de los cuales se resaltan entre otros aspectos los autores del trabajo, la metodología y las variables usadas.

Una aplicación de DEA muy importante fue la realizada por Visbal & Palacios (2004) en el área de la educación, analizando las universidades públicas de Colombia, en la cual se evaluó la eficiencia en la utilización de recursos destinados a la educación superior teniendo en cuenta educación (estudiantes graduados) e investigación, dos de las tres funciones básicas de las instituciones de educación superior. Las variables de entrada tomadas fueron: Salarios de los docentes, personal administrativo, gastos generales e inversiones, las salidas se conforman del número de graduados en pregrado y postgrado (Doctorado, Maestría y Especialización) y los índices de investigación. En este estudio se mostró que la gran mayoría de las universidades son ineficientes en la utilización de los recursos.

Más recientemente la aplicación que realizó Soto, Vásquez & Villegas (2010) se enfocaron en las escuelas públicas oficiales del municipio de Dos Quebradas (Risaralda), donde determinaron la eficiencia que estas poseían. Para este proyecto se tomaron como salidas: Pruebas Saber 9, ICFES, matrícula, egresados noveno, egresados undécimo y entradas: Capacidad instalada, número de aulas, número docentes, número directivos docentes y nómina docente.

También se encontró en la literatura la tesis de López & Suárez (2011), quienes aplicaron la técnica DEA en 78 escuelas oficiales de la ciudad de Bucaramanga, escogieron un modelo DEA-CCR orientado a las salidas y luego contrastaron las unidades ineficientes con el modelo DEA-BCC. Para la computación de los datos se hizo uso de una herramienta informática desarrollada por la Universidad de Dortmund (Alemania) en el año 2000. Los resultados revelaron el modelo DEA-BCC es el más indicado para evaluar el comportamiento de las instituciones bumanguesas y resultaron 41 unidades eficientes.

Igualmente Rojas (2010) aplicó DEA para medir y clasificar 16 grupos de investigación de la Universidad de Antioquia, para la medición de la eficiencia utilizó un modelo básico DEA-CCR y para el *ranking* se utilizó súper eficiencia. Los inputs que usaron en el análisis fueron el número de integrantes del grupo y los años de creación, por otro lado los outputs fueron el número de artículos publicados, los libros de investigación, los simposios y congresos y las tesis y trabajos de grado. Se observó que el input experiencia del grupo no era tan significativo en los resultados del mismo, es decir, no variaba mucho la experiencia del mismo en la eficiencia.

Finalmente en educación, en el departamento de Bolívar, se resalta el trabajo de Quesada, Blanco & Maza, (2010) quienes aplican DEA en el sector educación en los 45 municipios del departamento, usando como entradas el número de docentes oficiales vinculados sin funciones administrativas, la inversión en educación (no incluyendo nómina) y el espacio en aulas en m² y como salidas el número de alumnos vinculados desde pre-escolar hasta la media vocacional. Los resultados mostraron una ineficiencia evidente en la mayoría de los municipios y se mostraron las mejoras potenciales de los mismos.

Navarro, Maza & Viana (2011) aplicaron DEA en el campo de la salud, comparando la eficiencia de los hospitales colombianos de primer nivel en el entorno latinoamericano, para esta tarea, aplicaron el Análisis Envoltante de Datos a 20 hospitales y clínicas de América Latina con grandes resultados para Colombia, con 4 de sus 5 representantes en el ranking de los eficientes.

También se puede resaltar en este mismo campo el trabajo de Pinzón (2003), quien realizó una investigación sobre la eficiencia de los hospitales y encontró que existe un mayor número de instituciones con niveles de eficiencia técnica relativa, que con niveles de eficiencia técnica global, explicada principalmente por las eficiencias de escala, y los rendimientos variables de las instituciones. También se determinó que la mayoría de los hospitales le convendría reducir las horas de su personal administrativo en 43.8%, las horas de su personal auxiliar asistencial en un 49.8% y las horas de los profesionales de la salud en un 37.4%. Por otro lado se detectó que los sistemas de información a nivel nacional son deficientes y en particular el relacionado con la prestación de servicios.

En el sistema bancario colombiano fue aplicado DEA por Berrío & Muñoz (2005), en este trabajo se analizó la eficiencia relativa y se mostró que los bancos colombianos pueden pasar de un estado de eficiencia a ineficiencia con facilidad, además se encontró que esto se da debido a los excesivos usos de todas las variables *inputs* (gastos administrativos, gastos de personal, activos fijos netos y capital), pero fundamentalmente a los gastos administrativos, que presentan niveles superiores al 200% sobre lo requerido.

Montoya & Soto (2010), también realizaron un trabajo importante en la medición de la eficiencia, esta vez, en el área de la administración pública a nivel departamental. Su análisis se realizó en 6 departamentos cafeteros de Colombia (Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquia, Tolima y Valle del Cauca) entre los años 1990 y 2008, los resultados obtenidos mostraron que hay una leve tendencia al crecimiento de la eficiencia en los departamentos pero existe volatilidad de un periodo a otro.

Otra aplicación importante en la administración pública a nivel departamental fue la realizada por Cotte & Pardo (2011). Para ello, aplicaron DEA en la comparación de las administraciones de 23 departamentos entre los años 1993-2007, pero

midiendo únicamente sus resultados (todos los inputs fueron estandarizados a uno (1)). Los outputs utilizados para el análisis fueron una medida de la calidad de vida, un índice de la pobreza y la tasa de homicidios como un índice de la seguridad en los departamentos. Los resultados develan que los departamentos ineficientes poseen grandes problemas de inseguridad y una alta densidad poblacional. De manera similar Pérez (2004) aplicó dos modelos DEA (General y Específico) a 33 y 23 departamentos respectivamente utilizando 4 inputs y 5 outputs para el modelo general, para el modelo específico se usaron 6 outputs porque encontró más y mejor información. Entre los resultados más importantes se puede mencionar que los departamentos con poco presupuesto fueron altamente eficientes.

Por su impacto a nivel nacional, el trabajo más importante que se hace a nivel de medición de la eficiencia con DEA, es el realizado por el DNP (2014), el cual consiste en un informe de evaluación del desempeño de los municipios colombianos, midiendo la eficiencia de los gobiernos municipales en aspectos como cobertura y calidad educativa, sistema del régimen subsidiado en salud, calidad y cobertura en el servicio de agua y el plan ampliado de inmunizaciones. En el más reciente informe se puede evidenciar que la mayoría de los municipios (47,11%) poseen un índice de eficiencia bajo y un 3.04% lo posee en nivel crítico. El índice de eficiencia es sólo uno de los 4 apartes que mira el DNP para calcular el índice general de desempeño y vale el 25% de la puntuación del municipio. Además el índice de eficiencia del municipio se calcula promediando la puntuación del municipio en 6 aspectos diferentes. Los resultados mostraron que los aspectos más críticos son la calidad de la educación y la cobertura en salud.

Otro estudio importante fue el realizado por Prieto, Barreto & Mendoza (2012), quienes presentan una propuesta de medición de la gestión del sector público, calculando el IGP (Índice de Gestión Pública) a partir del Índice de Desempeño Público (IDP) en función de indicadores sociales y económicos que a su vez pueden ser de dos clases, indicadores de transparencia e indicadores de metas y con Inversión Pública como único insumo. Los resultados dejaron ver que los sectores considerados eficientes entre 2002-2006 fueron Justicia y Relaciones Exteriores y para el periodo de 2007-2010 se observaron como eficientes Vivienda, Agricultura, Defensa y Minas. De otra parte Ruiz (2004), aplica un modelo DEA básico para estimar la eficiencia de veintiocho oficinas seccionales de la Fiscalía General de la Nación en el periodo 1998-2002 encontrando que las seccionales de Antioquia, Armenia, Bogotá y San Gil fueron ubicadas en la frontera eficiente durante el periodo estudiado. En la siguiente tabla se muestra gráficamente las aplicaciones de DEA e índice de Malmquist realizadas en Colombia arriba tratadas.

Tabla 2. Aplicaciones DEA en el Sector Público en COLOMBIA

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	Entidad
(Poveda, 2011)	Gobierno	Modelo DEA CCR Básico	23 Dptos. de Colombia (1993-2007)	El único Input es estandarizado a 1	Las salidas son: GDPpc Medida del estándar de vida, una medida de las igualdades en la distribución de ingresos, el inverso de las necesidades básicas insatisfechas (UBN) como medida de pobreza y el inverso de la tasa de homicidios como medida de la seguridad	Aplicación del modelo CCR y ranqueo de los departamentos eficientes a través del modelo de super-eficiencia de Anderson y Petersen	Ranking de los departamentos a través de la super-eficiencia. Se revela que los departamentos con niveles bajos de eficiencia poseen problemas de inseguridad y alta densidad poblacional	U de la Salle
(Restrepo R & Villegas R, 2007)	Educación	Modelo DEA CCR básico	16 grupos de investigación Fac. Ingenierías UdeA	Número de integrantes, número de años desde su creación.	Artículos de investigación, capítulos de libros, libros de investigación, tesis y trabajos de grado y popularización de resultados de	Súper-eficiencia, eficiencia cruzada análisis de clústeres	Ranking de los grupos de investigación de la universidad de Antioquia usando súper eficiencia	UdeA

Continuación Tabla 2.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	Entidad
(Rojas, 2010)	Educación	Modelo DEA CCR básico orientado a salidas	34 grupos de investigación Fac. Ingenierías UNAL	Tamaño del grupo de Investigación	investigación Índice de nuevo conocimiento, índice de nuevo conocimiento de calidad, índice de formación (tesis dirigidas por el grupo) e índice de divulgación del conocimiento	Eficiencia cruzada, análisis de clústeres	Clasificación de los grupos a través de eficiencias cruzadas y análisis de clústeres; contraste con la clasificación Colciencias	Unal
(Perez, 2004)	Gobierno	Modelo Completamente Restringido (Adler & Golany, 2002)	33 Dptos Modelo I y 23 Dptos Modelo II	Presupuesto, Población, Corrupción y Orden Publico	PIB, Índice Fiscal DNP, Número de estudiantes, Esperanza de vida, afiliados a salud y Necesidades básicas insatisfechas	Modelo Completamente Restringido Adler & Golany (2002)	Niveles de eficiencia de los departamentos	Uniandes
(Soto, Vásquez, & Villegas, 2010)	Educación	Modelo BCC output orientado	16 Escuelas de Dosquebradas (Risaralda)	Capacidad instalada, número de aulas, número de docentes, número de directivos docentes y nomina docente	Cobertura: Egresados 11, egresados 9 y matriculados Calidad: Resultados saber 9 y saber 11	Desagregación de los componentes calidad y cobertura través del uso de la técnica análisis de componentes principales,	En cobertura solo 4 escuelas eficientes, en calidad 16. Cálculo de las mejoras potenciales de las escuelas	UTP

Continuación Tabla 2.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	Entidad
						utilización del tablero de mando para estimar las mejoras potenciales.	ineficientes.	
(Quesada, Blanco, & Maza, 2010)	Educación	Modelo VRS orientado a las salidas.	45 municipios Bolívar (Colombia)	Docentes oficiales vinculados sin funciones administrativas, Inversión en educación (no incluyendo nómina) y espacio en aulas (m ²)	Alumnos vinculados desde pre-escolar hasta la media vocacional	Análisis estadístico descriptivo, aplicación del modelo y análisis de valores lambda para estimar mejoras.	Mejoras potenciales estimadas para los municipios ineficientes, en general se observa una ineficiencia de la mayoría de los municipios analizados	U. de Zulia (Venezuela)
(Montoya & Soto, 2010)	Gobierno	Modelo BCC output orientado	6 departamentos cafeteros	Total de activos, consumo de energía y consumo intermedio	PIB	Análisis de Correlación para eliminar variables de entrada, análisis estadístico de los resultados	Leve tendencia creciente de la eficiencia a través del tiempo de todos los departamentos pero volatilidad entre periodos, clasificación de la DMU eficientes en grupos	UTP

Continuación Tabla 2.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	Entidad
(Ruiz, 2004)	Gobierno	Modelo BCC básico	28 Fiscalías regionales	Valor del gasto operacional, valor del equipo de investigación	Número de decisiones judiciales de fondo	Aplicación del modelo y análisis posterior descriptivo	Estimación de excesos de recursos utilizados por las unidades ineficientes y clasificación de las unidades eficientes en tres grupos.	UniAndes
(Navarro, Maza & Viana, 2011)	Salud	Modelo BCC output orientado	20 hospitales de Brasil, Colombia, Chile, Argentina, Costa Rica, Venezuela, Uruguay y México	Años de funcionamiento, No. de médicos, m ² de edificación construidos y No. de camas	No. De egresos (pacientes dados de alta) y tasa de ocupación de las camas	Aplicación del modelo, análisis descriptivo y análisis de las holguras.	Las clínicas privadas resultaron más eficientes que las públicas, Colombia ubica 4 de sus 5 hospitales dentro del grupo eficiente.	UIS- Unicartagena
(Pinzón, 2003)	Salud	DEA	203 hospitales año 2001	Consultorios, unidades odontológicas	Consultas, actividades odontológicas, partos,	Primera etapa análisis DEA, segunda modelo Tobit	El 70% de las instituciones analizadas son	DNP

Continuación Tabla 2.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	Entidad
				ginec obstetricias, camas, horas admitivos, horas profesional salud, horas auxiliar asistencial	egresos		ineficientes	
(Berrío & Muñoz, 2005)	Banca	DEA	13 bancos años 1993-2003	Activos fijos, capital, gastos de personal, otros gastos	Margen neto de intereses, rentabilidad del activo, calidad de cartera	Modelo DEA Básico	El 46% de los bancos estudiados fueron eficientes	Uninorte
(Cotte & Pardo, 2011)	Gobierno	DEA	23 departamentos 1993-2007	PIB per cápita, desigualdad y pobreza, empleo, densidad de la población	Tasa de homicidio, cobertura en salud, ejecución presupuestal, distribución de la propiedad	DEA y Datos Panel	Valle, Caquetá, Santander y Boyacá obtuvieron los mejores resultados	Unilasalle
(Pérez, 2004)	Gobierno							
(DNP, 2014)	Gobierno	DEA Modelo VRS	Municipios de Colombia	Matricula educativa Total docentes oficiales vinculados, inversión en educación menos nómina, espacio-aula	Alumnos matriculados de preescolar a media en establecimientos oficiales educativos	Aplicación del modelo a las 6 funciones de producción y análisis descriptivo de los resultados, también se puede ver un	El 54.3% de los municipios posee una eficiencia baja y solo un 3.6% sobresale en esta medida. Las funciones	DNP

Continuación Tabla 2.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	Entidad
				disponible		análisis de clústeres por departamento	de producción que están más	
				Calidad educativa			afectadas por la ineficiencia	
				No. Docentes con escalafón mayor a grado 6 e inversión en educación menos nómina	Estudiantes con desempeño icfes mayor o igual a la media nacional		son la calidad educativa, el régimen subsidiado y el plan ampliado de inmunizaciones (PAI)	
				Régimen subsidiado				
				Total de recursos destinados al Régimen Subsidiado y Gastos servicios personales	Número de afiliados al régimen subsidiado			
				Plan Ampliado de Inmunizaciones				
				Inversión total provenientes de todas las fuentes, destinados al PAI y Dosis triple viral suministradas	Número de niños vacunados con Triple viral: sarampión, rubéola y paperas			
				Aprovechamiento, cobertura				

Continuación Tabla 2.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	Entidad
				y calidad del servicio de agua				
				Inversión total en agua potable y promedio mensual de horas del servicio	m ³ de agua producida y No. de usuarios			
				Calidad del agua				
				% de cumplimiento de parámetros de calidad e inversión total en agua potable y saneamiento básico.	Índice de riesgo de la calidad del agua y No. de viviendas conectadas al acueducto			
(Prieto, Barreto & Mendoza, 2012)	Gobierno	DEA	2002-2010					
(Visbal & Palacios, 2004)	Educación	DEA	30 universidades año 2000	Salario docentes, Salario Personal Admtivo, Gastos Grales, Inversión	Numero graduados (pregrado y posgrado), Índice de Investigación	Modelos CCR-I, BCC-I, SBM-I-C	Los mejores resultados se obtuvieron con VRS 46,67% de las universidades	Uniandes
(López & Suarez, 2011)	Educación	DEA	78 unidades académicas años 2009-2010	Numero Docentes, Numero Personal	Estudiantes graduados, Estudiantes Permanentes,	Modelos básicos CCR y BCC, con análisis de	Modelo CCR 53% unidades eficientes,	UIS

Continuación Tabla 2.

Autores	Aplicado a:	Metodología	Muestra	Entradas	Salidas	Técnica de análisis	Resultados principales	Entidad
				Admitivo, Numero Estudiantes Matriculados, Inventario, Ingresos, Area Aulas	Pruebas SABER 5 9 y 11, Estudiantes Intraedad	componentes principales para definir las variables	modelo BCC 62%	

Fuente: Elaboración Propia

En este capítulo se presentan los múltiples trabajos de aplicación de la técnica DEA e Índice de Productividad de Malmquist en diversos subsectores del Sector Público, tanto en el país como a nivel internacional. Los diversos autores han mostrado gran satisfacción por los resultados obtenidos en la estimación de la eficiencia y los cambios de productividad con estas técnicas, no encontrándose dentro de esta revisión un modelo especial para estimar eficiencia y cambios en la productividad para las entidades colombianas.

Los autores consultados coinciden en la gran dificultad para seleccionar las variables inputs y outputs debido a la misma naturaleza de las empresas del sector.

Se encontraron algunos patrones dentro de los trabajos consultados, en los diferentes subsectores, para las variables (output e input) los cuales se detallan a continuación:

En Educación a nivel nacional 3 de las 5 investigaciones usaron los inputs *salarios docentes* o *administrativos*, a nivel internacional 2 de 5 usaron *gasto por estudiante* y *gasto en investigación*. Para los outputs las nacionales 2 usaron *graduados* o *egresados* así como *resultados en pruebas estatales*, las internacionales usaron *números índices*.

En Salud a nivel nacional las 2 investigaciones usaron el input *número de camas*, a nivel internacional 3 de las 4 usaron *número de camas* y *número de empleados*. Para los outputs las 2 nacionales usaron *egresos*, 2 de las 4 internacionales usaron *número de pacientes*.

En Gobierno a nivel nacional 3 de las 6 investigaciones usaron los inputs *presupuesto*, *inversión* o *valor del gasto operacional*, a nivel internacional 3 de las 4 usaron *gasto gubernamental*. Para los outputs las nacionales 5 usaron *números índices*, las 4 internacionales también usaron *números índices*.

En el campo Financiero o Banca a nivel nacional la investigación usó el input *gastos de personal*, a nivel internacional en los 2 trabajos se usaron *mano de obra* y *gastos de personal* cada uno. Para los outputs en la nacional se usó *margen neto de rentabilidad*, las 2 internacionales no tiene outputs comunes.

Del sector gubernamental nacional podemos destacar el trabajo del Departamento Nacional de Planeación (DNP), el cual está estructurado para evaluar el desempeño de las municipalidades colombianas en aspectos relacionados con la salud, la educación, los servicios públicos y programas asistenciales y el de la Fiscalía General de la Nación en procura de evaluar su propio desempeño.

La gran mayoría de los trabajos de aplicación DEA, aquí presentados, utilizaron los modelos básicos o combinados con sus modificaciones, un número menor de estas usó DEA en conjunto con otras técnicas.

7. MODELO PARA MEDIR EFICIENCIA Y CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ENTIDADES PÚBLICAS RECAUDADORAS: CASO DE VALIDACIÓN DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES - DIAN

7.1. GENERALIDADES

La provisión de bienes y servicios por parte de las entidades públicas nacionales está orientada a promover el bienestar de la sociedad, por lo que los objetivos de producción se entienden homogéneos, siendo especificados de manera exógena por la aproximación metodológica. A pesar de que los objetivos de producción están determinados por preferencias políticas, el grado de efectividad de la producción de cada sector en cuanto a la consecución de los resultados sobre el bienestar de la sociedad está en función de la gestión administrativa de recursos (Prieto et al, 2012). Aquí se centra la falencia de los sistemas de evaluación de las entidades en que solo a través de los indicadores de gestión miden efectividad, el grado de cumplimiento de una meta preestablecida, y no el grado de utilización de los recursos con respecto a los productos como lo hace la eficiencia técnica. Esta propuesta de medición de eficiencia y cambios de productividad pretende contribuir a suplir esta deficiencia estatal.

Por lo anterior, en este capítulo se hace la presentación del modelo conceptual del método propuesto, se presentan las diferentes metodologías que han tratado la aplicación en el Sector Público, junto con los supuestos teóricos que la sustentan. Se realiza una revisión de las variables propuestas y otros factores en estas metodologías y su tratamiento.

7.2. HACIA UN MODELO CONCEPTUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA Y LA PRODUCTIVIDAD EN ENTIDADES PÚBLICAS

En el marco teórico y el estado del arte se mostró por una parte, cómo surgió y como evolucionaron las metodologías, hasta alcanzar un nivel de desarrollo que lograron convertirse en herramienta de múltiples usos una vez fue de dominio público todas sus bondades. De otro lado, el estado del arte dio cuenta de las diversas aplicaciones en distintos sectores productivos y en diferentes ámbitos. Ahora se presentan estudios que trabajan el tema particular de nuestro interés. Todo lo anterior tiene como finalidad, llegar al planteamiento de un modelo particular para ser aplicado en las entidades estatales en Colombia para estimar la eficiencia y los cambios de productividad en ellas.

La discusión sobre la medición de eficiencia en el sector público y sus dificultades ha sido planteada por Worthington & Dollery (2000), Afonso et al (2003), Benazic

(2012), Lowell (2002) y Boyle (2006). Todos han coincidido en su interés por cuantificar la valoración del desempeño en el sector público y su complejidad en identificar los inputs a considerar y sobretodo los outputs a tener en cuenta para determinar la eficiencia, debido a que no existe una correlación entre los ingresos y los gastos.

Forund (2012) por su parte, plantea que para el caso de empresas que proveen servicios públicos se debe diferenciar entre outputs y outcomes, los primeros son los provistos por la organización mientras que los segundos son los demandados por el público. Una de las características de la relación entre outputs y outcomes es que el proceso de transformación es no controlable dentro de la actividad productiva.

Los modelos estándar DEA asumen que todos los inputs y los outputs son conocidos con precisión y pueden ser modificados a discreción del administrador. En las empresas del sector público este supuesto no se garantiza y para ello la literatura especializada propone varios modelos modificados Banker & Morey (1986) y Ruggiero (1996) o tratamientos especiales (etapas) Ray (1991). El modelo conceptual que se propone tiene sustento teórico en los enfoques especializados en la aplicación de la técnica DEA en empresas del Sector Público, Banker & Morey (1986) y Ruggiero (1996), el cual es básicamente una modificación de su antecesor. Los aspectos más relevantes de estos enfoques se detallan a continuación.

La existencia de inputs que afectan al resultado de las empresas y al mismo tiempo están fuera de su control denominadas factores no controlables o exógenos, plantea problemas específicos. La existencia de estos factores es común a buena parte de los servicios públicos (Pedraja et al, 2001). Básicamente los dos modelos arriba señalados, se diferencian en el tratamiento de estas variables. BM propone un modelo que fija los factores exógenos en ambientes donde hay presencia de ellos pero Ruggiero (1996) critica ese modelo afirmando que no es apropiado para procesos productivos de empresas del Sector Público. Pues su modelo no restringe suficientemente el conjunto de referencia para la DMU bajo análisis. Consecuentemente una unidad eficiente que enfrente ambientes más hostiles puede llegar a ser determinada como ineficiente porque su conjunto de referencia incluyó DMUs con ambientes más favorables Ruggiero (1996). Para el propósito de esta investigación se debe asumir que las variables exógenas no causan ineficiencia.

En la teoría básica de la microeconomía la función de producción de una empresa privada se define como el máximo posible output que puede ser producido dado un nivel de input. La producción en el sector público, no obstante es afectada por presencia de factores ambientales. En consecuencia la función de producción en el sector público se define como el máximo output posible para varios niveles de inputs discrecionales, tomando como constantes las variables ambientales.

7.3. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La metodología DEA es una técnica que busca obtener una superficie envolvente a partir de los datos disponibles de las unidades productivas, de manera que la frontera eficiente quede formada por las unidades eficientes y sus combinaciones lineales. Las unidades por fuera de esta frontera, serán consideradas ineficientes. DEA supone que todas las unidades productivas tienen acceso a la misma tecnología de transformación de inputs en outputs.

Sin embargo, en esta parte del análisis de la metodología hay que tener en cuenta que a diferencia de lo que ocurre en el sector privado, en el sector público la producción es afectada por la presencia de factores ambientales. En consecuencia, la función de producción en el sector público muestra el output máximo posible para varios niveles de inputs discrecionales, manteniendo constante las variables ambientales (Ruggiero, 1996).

Si la tecnología puede ser caracterizada por un conjunto de posibilidades de producción entonces tendremos dos alternativas.

7.3.1. Producción sin tener en cuenta inputs exógenos

Considere una unidad productiva que emplea M inputs discrecionales

$X = (x_1, \dots, x_m) \in \mathbb{R}_+^M$ en la producción de S outputs

$Y = (y_1, \dots, y_m) \in \mathbb{R}_+^S$

Entonces, dada una implícita función de producción $Y = f(X)$ demuestra la máxima cantidad de outputs que puede ser producida dado un conjunto de inputs, el conjunto de posibilidades de producción puede ser definido como:

$$T = \{(X, Y) : Y \leq f(X)\}$$

La frontera de producción estimada seguiría los siguientes postulados DEA

Postulado 1 (Convencidad). Si $(x', y') \in T$
y $(x'', y'') \in T$, a continuación para cualquier escala $\theta \in [0, 1]$,
 $(\theta x' + (1 - \theta)x'', \theta y' + (1 - \theta)y'') \in T$

Postulado 2 (Monotonicidad). (a) si $(X, Y) \in T$ y

$X' \geq X$, luego $(X', Y) \in T$
 (b) Si $(X, Y) \in T$ y Y' , luego $(X, Y') \in T$

Postulado 3 (Inclusion). El observado $(X_j, Y_j) \in T$
 por todo DMUs $j = 1, \dots, n$

Postulado 4 (extrapolación mínimo). de un conjunto de
 posibilidades de producción T_1 postulados satisface 1, 2
 y 3 entonces, arriba $T_1 \subseteq T$

DEA estima a T entre todas las posibilidades de producción que satisfacen la convexidad, monotonicidad y la inclusión. Esto resulta en un estimado T_1 del conjunto de posibilidades de producción T que es único, cerrado y de la forma

$$T_1 = \left\{ (X, Y) : X \geq \sum_i \theta_i x_i, y \leq \sum_i \theta_i Y_i, \text{ donde } \theta_i \geq 0 \text{ son escalares y } \sum_i \theta_i = 1 \right\}$$

7.3.2. Producción teniendo en cuenta inputs exógenos

Como se anunció anteriormente la literatura ofrece dos alternativas de tratamientos para variables ambientales, las cuales se muestran seguidamente. Manteniendo las notaciones anteriores, supongamos que cada DMU usa inputs discrecionales

$$X = (x_1, \dots, x_M) \in \mathbb{R}_+^M \text{ para producir outputs}$$

$$Y = (y_1, \dots, y_S) \in \mathbb{R}_+^M$$

$$\text{Dados inputs exógenos } Z = (z_1, \dots, z_L) \in \mathbb{R}_+^L$$

En este caso para operacionalizar DEA el Conjunto de Posibilidades de Producción (CPP) es redefinido para un entorno dado como

$$T(Z) = \{(X, Y) : Y \leq f(X/Z)\}$$

Y modifica los postulados para esta nueva situación

P. 1. (Convencidad) $\forall Z$, si $(x', y') \in T(Z)$
 $(x'', y'') \in T(Z)$, a continuación, para cualquier escala $\theta \in [0, 1]$,
 $(\theta x' + (1 - \theta)x'', \theta y' + (1 - \theta)y'') \in T(Z)$

P. 2. (Monotonicidad) $\forall Z$,
 (a) si $(x, y) \in T(Z)$ y $x' \geq x$, entonces (x', y)
 $\in T(Z)$

(b) si $(x, y) \in T(Z)$ y $y' \leq y$, entonces $(x, y') \in T(Z)$

P. 3. (Inclusion) \forall DMUs $j = 1, \dots, n$, si DMU_j caras Z_j , entonces lo observado $(X_j, Y_j) \in T(Z_j)$.

P. 4. (extrapolación mínimo) si una posibilidad de producción ajustado $T_1(Z)$ salisface postulado P. 1 – P. 3 arriba, entonces $T_1(Z) \subseteq T(Z), \forall Z$

Para extender DEA al sector público, es necesario establecer la relación entre el entorno y la frontera de producción. Para ello se introduce el siguiente postulado

P. 5. (efecsto ambiental) $T(Z_1) \subseteq T(Z_2)$ por todo $Z_1 \leq Z_2$.

Aquí $Z_1 \leq Z_2$ implica que Z_1 es un entorno no mejor que Z_2 . Esencialmente, este postulado permite la existencia de CPP anidados e implica que una DMU con un entorno mas favorable deberia ser capaz de producir al menos tantos outputs como cualquier DMU con un entorno menos favorable, es decir permite fronteras de produccion equivalentes para diferentes entornos.

Esto implica que DEA deberia estimar $T(Z)$ para todo Z de todas las posibilidades de produccion que satisfacen los postulados P.1 a P.5. esto resulta en un estimado $T_2(Z), \forall Z$, del CPPT (Z) que es unico, cerrado y de la forma

$$T_2(Z) = \left\{ (x, y): x \geq \sum_i \theta_i X_i, Y \leq \sum_i \theta_i Y_i, \sum_i \theta_i = 1, y Z_i \leq Z \right\}$$

Donde $\theta_i \geq 0$ son escalares

Un segundo tratamiento para variables exógenas presentado por Ruggiero (1996), destaca los siguientes aspectos. Para que esta tecnología sea consistente con la tecnología de las empresas del sector público, se necesita modificaciones adicionales y un modelo especial para este grupo de empresas.

7.4. MODELO CONCEPTUAL PROPUESTO PARA EL SECTOR PÚBLICO

En la literatura especializada para estimar eficiencia con DEA en empresas públicas, se encuentra dos destacados trabajos: Banker & Morey (1986) y

Ruggiero (1996). Estos trabajos ocupan una atención especial porque fueron los pioneros en el tratamiento de las variables ambientales en los procesos productivos sujetos de evaluación mediante la metodología DEA. Banker & Morey (1986) proponen un modelo DEA (denominado modelo BM), el cual permite fijar apropiadamente los factores exógenos, con el fin de remover el efecto de los factores fijados en la medición del nivel de ineficiencia.

La metodología presentada por Ruggiero (1996) plantea que el modelo BM no restringe suficientemente el conjunto de referencia para la unidad productiva bajo análisis. Consecuentemente, una unidad productiva eficiente enfrentando ambientes más ásperos puede ser determinada relativamente ineficiente porque el conjunto de referencia incluye unidades con ambientes más favorables. Ruggiero pone de presente la importancia de la correcta definición de la descripción de la tecnología para empresas del sector público que se pretendan evaluar. Sin embargo las herramientas informáticas de DEA solo manejan el modelo BM, de allí que para este trabajo se utilizará este último.

7.4.1. Inputs, Outputs y Otros Factores

El carácter multidimensional del output y la ausencia de mercado para el mismo, hacen que éste sea difícil de definir en teoría y de medir en la práctica. El output debe inferirse a partir de un conjunto de actividades ofrecidas por la entidad (Pedraja et al., 2001). La expansión del conjunto de variables (ya sea la desagregación de variables existentes o la adición de nuevos factores) provocaría una tendencia a incrementar las estimaciones de eficiencia (Nunamaker, 1985). Como la técnica DEA permite la flexibilidad en la escogencia de pesos, la mayor inclusión de factores disminuirá el nivel de discriminación Dyson et al. (2001). En el contexto DEA, para producir buenos resultados en la medición de la eficiencia el número de dimensiones debe ser muy moderado y son varias las reglas a seguir como por ejemplo que el número de DMUs no debe ser mayor que tres veces la combinación del número de inputs y outputs, tal como lo sugieren Cooper et al. (2006).

Teniendo en cuenta que la presencia o no de factores exógenos (ambientales) puede impactar la medida de la eficiencia se debe procurar su inclusión en el modelo de medición. Prieto et al, (2012) citando a Mandl Dierx & Ilzkovitz(2008) y a Smith & Street (2005) consideran que factores ambientales (exógenos) como el aspecto regulatorio institucional, las características socioeconómicas de los beneficiarios y de los empleados públicos, el grado de desarrollo económico en cuanto a la formación de capital social y el funcionamiento de la administración pública son factores no discrecionales en el corto plazo para las unidades de decisión públicas. La dificultad para aplicar estas variables consiste en la determinación y cuantificación de las mismas.

Para contrarrestar estos y cualquier otro inconveniente en la selección de las variables a tener en cuenta dentro del modelo, se plantea la creación de un comité técnico presidido por el director de la entidad y conformado por profesionales en disciplinas académicas afines a la temática. Este comité tendrá, entre otras funciones, la escogencia de los inputs (recursos) y outputs (salidas) para implementar dentro del modelo. Sin embargo a manera de recomendación se sugiere tener en cuenta los siguientes aspectos:

Se sugiere para mayor ilustración, en concordancia por lo expuesto por Pedraja et al. (2001), en cuanto a la selección de variables, la consulta de documentos tales como la norma que le da vida jurídica a la entidad, la que establece sus competencias y funciones, la misión y la visión si las hubiere, entre otras.

En resumen podemos afirmar que, no hay consenso entre los investigadores sobre cuáles y cuantos deben ser las entradas y las salidas para la medición de la eficiencia con DEA y la productividad con el índice de Malmquist, pero se puede identificar patrones recurrentes dentro de la mayoría de las investigaciones listadas.

En la revisión de la literatura del tema, se encontró que a nivel internacional de las veintiséis (26) investigaciones consultadas en diez (17) de ellas utilizan como input *costos, gastos o presupuesto* y para el caso de Colombia por nueve (9) de las catorce (14) investigaciones consultadas. Mientras que el input *número de empleados o personales* usado por catorce (14) de las veintiséis (26) investigaciones internacionales y en las colombianas se usa en siete (7) de las catorce (14).

Finalmente Coelli et al. (2003), plantea en su trabajo de eficiencia técnica un conjunto de variables inputs y outputs de empresas de sectores públicos, cuya infraestructura y regulación es de origen estatal. Las variables son clasificadas y definidas como sigue:

Insumos (Inputs)

- ❖ **Trabajo:** Se refiere al número de empleados que trabajan tiempo completo. Se puede trabajar también como costo salarial total o como gastos generales de personal.
- ❖ **Capital:** En empresas de servicio público se puede considerar como capital las líneas de distribución del servicio, edificios, maquinas entre otros.
- ❖ **Otros Insumos:** Esta variable encierra todas aquellas que no son consideradas como trabajo o capital

Productos (Outputs)

- ❖ **Cantidad de Producto Ofrecido:** Dentro de este grupo se encuentran los ingresos percibidos por la venta de productos o servicios.
- ❖ **Número de Clientes o Servicios Facturados:** En algunos estudios se ha demostrado que los picos en la demanda pueden afectar y generar problemas con esta variable.
- ❖ **Calidad:** La medida de calidad puede hacer referencia a las interrupciones en el suministro de servicio o los tiempos promedios de restablecimiento del servicio, demoras, etc.

Con todos estos argumentos se proponen como inputs para el modelo las variables: Presupuesto y Número de Empleados.

En cuanto al output o a los outputs la propuesta consiste en sugerir para su selección, decidir sobre la base del análisis de los documentos legales que le dan vida jurídica a la entidad. El comité que se mencionó al principio de este apartado, sería una buena opción si se desea una decisión conjunta y concertada. En este sentido es posible que se encuentren con más de un output para lo que nuevamente se sugiere tener mucho cuidado en no caer en la tentación de una selección múltiple que a la postre le restaría discriminabilidad al modelo.

Para la selección de las variables exógenas (ambientales) se sugiere un tratamiento similar a las anteriores, es muy importante tener en cuenta lo discutido por Prieto et al, (2012) citando a (Mandl et al, 2008) y (Smith & Street, 2005) quienes relacionan algunos factores no discrecionales que podrían afectar a las unidades de decisión. Por ejemplo, para el sector portuario, Benazic (2012) propone *número de declaraciones de aduanas* como variable no controlada, pero para el caso de análisis, no solo serán las declaraciones aduaneras sino también las tributarias. En Colombia por la dispersión, complejidad y en general falta de cultura para la conservación y organización de la documentación administrativa (Mincultura, 2010) es probable que se presenten problemas en la recolección de estos datos. Por ello su inclusión en el modelo se deja a discrecionalidad del usuario.

Tabla 3. Variables del Modelo Propuesto y Otros Factores

Inputs (X)	Outputs (Y)	Variables Exógenas (Z)	DMUs	Orientación del Modelo	Retornos a Escala
<ul style="list-style-type: none"> • Número de Empleados • Presupuesto 	<ul style="list-style-type: none"> • Producto Principal 	Número de declaraciones	Número de Unidades Productivas Homogéneas	Orientación al output por la naturaleza de las	Retornos a Escala Variables

				empresas	
--	--	--	--	----------	--

Diseño: Elaboración propia

Para resolver los modelos se utilizarán los aplicativos Banxia Frontier Analysis (Versión Profesional 3) para estimar la eficiencia y el Efficiency Measurement System EMS (Versión 1.3) para estimar los cambios en la productividad.

Son múltiples los trabajos sobre la técnica DEA en el sector público, algunos de ellos, dedicados especialmente a mejorar los resultados obtenidos con el planteamiento de modelos especializados a partir del modelo estándar para este tipo de empresas. Otro tanto, plantean modificaciones a estos modelos justificándolos con mejores resultados según sus autores. Dentro del conjunto de autores especializados en este tipo de empresas, se destacan los trabajos de Banker & Morey (1986) y Ruggiero (1996). Estos trabajos se caracterizan por tener en cuenta factores ambientales, que potencialmente afectarían el desempeño de estas y una definición apropiada de la tecnología de producción, en procura de definir apropiadamente el impacto de los factores exógenos o no controlables.

Una idea común en los investigadores, es en la gran dificultad para adecuada selección de las variables inputs y outputs debido a la misma naturaleza de las organizaciones. Al final, ante la falta de acuerdo en las investigaciones consultadas, se decide por validar su selección tomando como base, su mayor presencia en los trabajos relacionados. De acuerdo a las nociones teóricas ya descritas y a los antecedentes encontrados para el método, se mostró una descripción de la propuesta a desarrollar. Se analizaron los posibles inconvenientes tanto cuantitativos como cualitativos en la selección de las variables y otros factores presentes en el modelo propuesto de acuerdo al entorno nacional, sin nunca perder de vista que se trata de empresas del sector público, lo cual exige un tratamiento diferencial dada su razón de ser y tratando de prever los posibles impases a la hora de su aplicación.

La última parte de este capítulo está dedicado a las herramientas informáticas creadas especialmente para la aplicación y sistematización del proceso, tomando como caso de estudio la DIAN.

8. CARACTERIZACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES –DIAN-

8.1. GENERALIDADES

El Fondo Monetario Internacional divide a las empresas del sector público en entidades del Gobierno General y Corporaciones Públicas. El primer grupo presenta tres niveles mientras que el segundo se subdivide en Corporaciones Públicas Financieras y Corporaciones Públicas no Financieras. En este apartado se presenta la caracterización de la corporación pública escogida para el desarrollo del trabajo de investigación, se refiere a la presentación histórica de la empresa, a las funciones que desarrolla dentro de la nación y los resultados demandados a la misma. Se encuentra una justificación para el uso del método propuesto de acuerdo a la naturaleza de la organización.

8.2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES –DIAN-

En 1923 como resultado de la visita de la misión Kemmerer, se recomienda al Gobierno Nacional la creación de una dependencia en el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, para encargarse de la administración de los impuestos del orden nacional. Más adelante esta dependencia evolucionaría hasta convertirse en una de las direcciones del ministerio.

La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) se constituyó como Unidad Administrativa Especial mediante Decreto 2117 de 1992, el cual entró en vigencia a partir el 1º de junio del año 1993 y fusionó la Dirección de Impuestos Nacionales (DIN) con la Dirección de Aduanas Nacionales (DAN). Mediante el Decreto 1693 de 1997 se dio la separación funcional creándose una Dirección General y dos Direcciones dependientes: una de Impuestos con competencia en materia tributaria y la de Aduanas con la competencia en materia aduanera y de control cambiario.

En el año 1997 mediante el Decreto 1693, se crearon dentro de la estructura interna de la DIAN dos Direcciones: la Dirección de Impuestos con competencia en materia tributaria y la Dirección de Aduanas con competencia en materia

aduanera y control cambiario, dependiendo ambas de la Dirección General. Con ello tuvo lugar una separación de funciones, atendiendo a la especialización tanto en el nivel central como en el local.

Posteriormente mediante Decreto Ley 1071 del 26 de junio de 1999 se concretizó la necesidad de reestructurar la Entidad para redefinir su objetivo de coadyuvar a garantizar la seguridad fiscal del Estado colombiano y la protección del orden público económico nacional, mediante la administración y control al debido cumplimiento de las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias y la facilitación de las operaciones de comercio exterior en condiciones de equidad, transparencia y legalidad, plasmado en el Decreto 1071 de 1999, e igualmente para constituir la como una Unidad Administrativa Especial del orden nacional, de carácter eminentemente técnico y especializado, con personería jurídica, autonomía administrativa y presupuestal, adscrita al Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

8.3. JURISDICCIÓN

La jurisdicción de la Unidad Administrativa Especial Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales comprende el territorio nacional, y su domicilio principal es la ciudad de Bogotá, D.C.

8.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de la Entidad, responde a un enfoque basado en procesos que le permite gestionar de forma efectiva los requerimientos y necesidades de sus clientes y partes interesadas, para lo cual se encuentra organizada administrativamente en los siguientes niveles:

- ❖ Dirección o Nivel Central.
- ❖ Direcciones Seccionales Locales.
- ❖ Direcciones Seccionales Delegadas

Nivel Central conformado por:

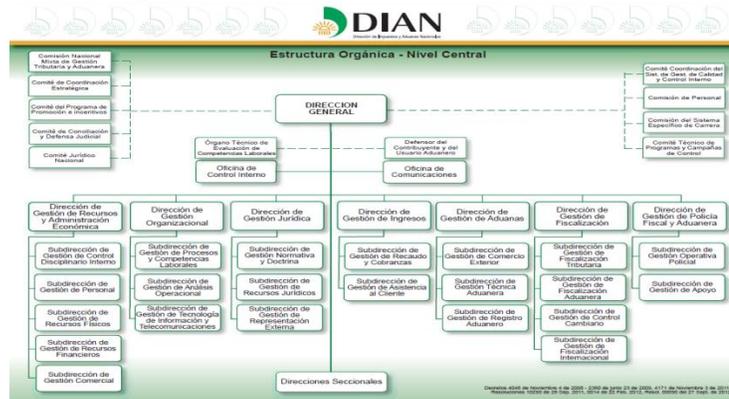
La Dirección General que cuenta con Dos (2) Oficinas,
Siete (7) Direcciones de Gestión, integradas por 22 Subdirecciones de Gestión y
Nueve (9) Órganos Asesores.

Nivel Local conformado por:

Siete (7) Direcciones Seccionales de Impuestos
Seis (6) Direcciones Seccionales de Aduanas y
Treinta (30) Direcciones Seccionales de Impuestos y Aduanas.

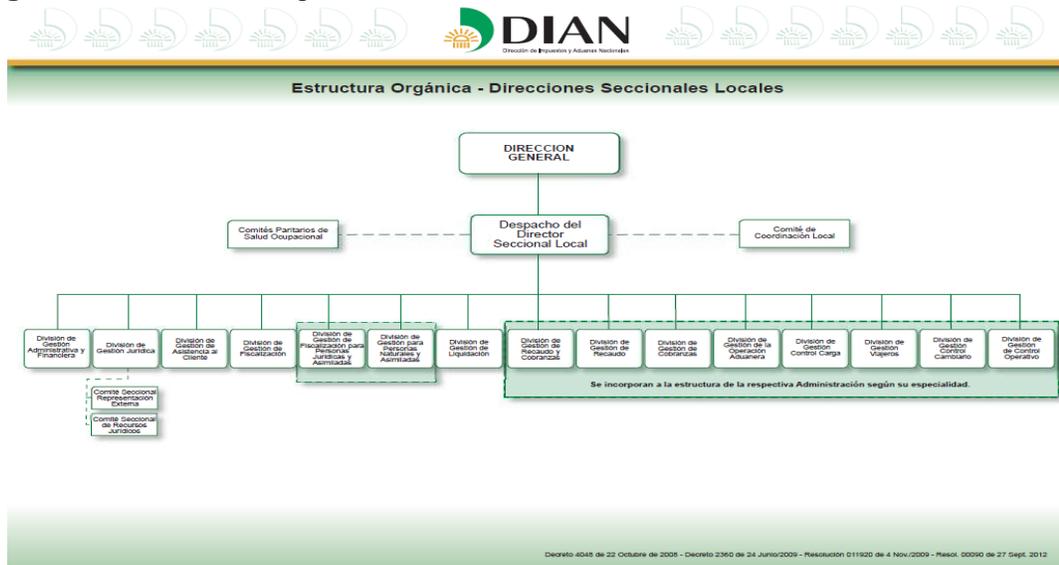
Nivel Delegado Conformado por:
Siete (7) Direcciones Seccionales Delegadas de impuestos y Aduanas.

Imagen 4. Estructura Orgánica - Nivel Central



Fuente: http://www.dian.gov.co/descargas/organigrama/nuevos/NIVEL_CENTRAL.pdf

Imagen 5. Estructura Orgánica - Direcciones Seccionales Locales



Fuente: http://www.dian.gov.co/descargas/organigrama/nuevos/NIVEL_CENTRAL.pdf

Para lo anterior, cuenta con un equipo humano conformado por empleados públicos, con las competencias profesional y técnica apropiadas, las cuales son fortalecidas con la participación activa en los programas y actividades de formación desarrolladas dentro del Plan Institucional de Capacitación PIC, así como el Programa de Seguridad Social y Bienestar Laboral, orientados a garantizar el cumplimiento de los requisitos exigidos en sus productos y servicios, con el propósito de satisfacer las necesidades de sus clientes.

8.5. ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA DE LA DIAN

De acuerdo con los lineamientos de la Dirección General y finalizada la revisión e integración de los resultados del análisis de las políticas y planes de desarrollo gubernamentales, el entorno actual y la evolución de los diferentes componentes de la organización, y los valiosos aportes de los Directivos de los Niveles Central, Local y Delegado, cada cuatrienio la DIAN a través de la Dirección de Gestión Organizacional presenta su Plan Estratégico que comprende la visión, la misión, las políticas, los valores institucionales, los factores críticos de éxito y el mapa estratégico.

Plan Estratégico DIAN 2010 – 2014

- ❖ **Visión:** En el 2020, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia genera un alto nivel de cumplimiento voluntario de las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias, apoya la sostenibilidad financiera del país y fomenta la Competitividad de la economía nacional, gestionando la calidad y aplicando las mejores prácticas internacionales en su accionar institucional.
- ❖ **Misión:** En la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales somos responsables de administrar con calidad el cumplimiento de las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias, mediante el servicio, la fiscalización y el control; facilitar las operaciones de comercio exterior y proveer información confiable y oportuna, con el fin de garantizar la sostenibilidad fiscal del Estado colombiano.
- ❖ **Políticas:** La DIAN, en el marco de su misión y visión y consciente de la importancia que su gestión representa para el bienestar económico y social del país, asume su compromiso considerando las siguientes directrices respecto a: La misión, el recaudo, en relación con el servicio, con el control y fiscalización de las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias, con el desarrollo organizacional, con los recursos, con la información, con el Talento Humano.
- ❖ **Valores Institucionales:** Los valores institucionales que inspiran el Plan Estratégico 2010-2014 son los mismos que se adoptaron en el Código de Buen Gobierno mediante la Resolución 10621 del 31 de octubre de 2008: Respeto, Honestidad, Responsabilidad, y Compromiso, con el significado y alcance contenidos en el Código de Ética DIAN.

- ❖ **Mapa Estratégico:** El mapa estratégico o BSC (*Balanced Scorecard*) constituye la metodología adoptada por la entidad, desde el año 2006, para presentar mediante una representación gráfica su Plan Estratégico. En él se establecen los resultados planificados para el logro de la estrategia institucional, se presenta en forma visual los elementos estratégicos, los objetivos estratégicos y tácticos y las relaciones causa efecto entre ellos.

Los elementos estratégicos (primera columna del gráfico) adaptados al lenguaje institucional permiten visualizar la entidad integralmente, agrupan los objetivos tácticos en todas las dimensiones de la organización.

Para el Plan Estratégico 2010-2014 se definieron los siguientes elementos:

- ✓ Propósito Visional
- ✓ Objetivos Estratégicos
- ✓ Compromiso Misional
- ✓ Integración del Modelo de Gestión y la Estrategia Institucional
- ✓ Las perspectivas del modelo de gestión: Información, Talento Humano, Recursos, Procesos y Organización.
- ✓ Base del Modelo: Modernización de la Gestión Administrativa

Los objetivos estratégicos son los resultados a mediano y largo plazo que la DIAN debe lograr para cumplir su misión y alcanzar su visión. En el Plan se definieron tres objetivos estratégicos:

- ✓ Incrementar el cumplimiento voluntario de las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias.
- ✓ Apoyar la sostenibilidad de las finanzas públicas del país.
- ✓ Fomentar la competitividad del aparato productivo nacional.

Se han establecido a su vez, veintiséis (26) objetivos tácticos que se consideran indispensables para el cumplimiento de los anteriores objetivos estratégicos.

En el mapa estratégico se observan bloques diferenciados que muestran la relación causa efecto entre los diferentes objetivos.

la gerencia pública; el Decreto 765 de 2005, por el cual se modifica el Sistema Específico de Carrera de los empleados de la DIAN; el Decreto 3625 de 2005 a través del cual se adopta la política de Desarrollo Administrativo; la Ley 962 de 2005, por la cual se dictan disposiciones sobre racionalización de trámites y procedimientos administrativos y teniendo en cuenta lineamientos de la norma internacional OHSAS 18001:1999, la cual proporciona los requisitos para la implementación de Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional; la norma NTC 5254 la cual constituye una guía para la administración del riesgo y la Resolución 357 de 2008 de la Contaduría General de la Nación que adopta el Procedimiento de Control Interno Contable y de reporte del informe anual de evaluación a la CGN, la DIAN en el año 2007 integró el Sistema de Gestión de Calidad y Control Interno (SGCCI), que cumple con todos los requerimientos y especificaciones establecidas en las normas citadas, y cuya adopción y aplicación en todos los niveles jerárquicos de la entidad, en todo el territorio nacional.

Recientemente y atendiendo a los principios de modernización de la gestión pública y del sistema de gestión de la calidad y control interno, mediante el Decreto 4048 del 22 de octubre de 2008 por el cual se modifica la estructura de la Unidad Administrativa Especial Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, se adopta un modelo de organización y operación basada en procesos mediante el cual se planifica, mantiene y mejora continuamente el desempeño de los mismos, bajo un esquema de eficiencia, eficacia y efectividad con el propósito de crear valor y cumplir con las expectativas de los clientes.

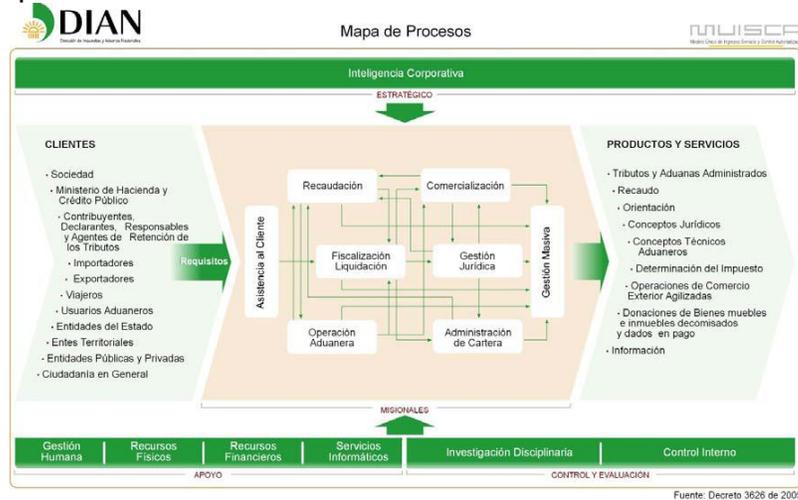
8.6.1. Principios Rectores del SGCCI. Los principios del SGCCI se enmarcan, integran, complementan y desarrollan dentro de los principios constitucionales. Se han identificado los siguientes principios: Enfoque hacia el cliente, Liderazgo, Participación activa de los servidores públicos y/o particulares que ejercen funciones públicas, Enfoque basado en los procesos, Enfoque del sistema para la gestión, Mejora continua, Enfoque basado en hechos y datos para la toma de decisiones, Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores de bienes o servicios, Coordinación, cooperación y articulación, Transparencia, Preservación del medio ambiente, Autocontrol, Autorregulación y Autogestión. La adecuada operación del SGCCI garantiza el acatamiento de estos principios por parte de los servidores públicos, ya que se consideran como punto de partida para el desempeño de sus funciones.

8.6.2. Compatibilidad con otros Sistemas de Gestión y de Control, Normas y Políticas. El SGCCI, integra los sistemas de gestión de la calidad, control interno, control interno contable, desarrollo administrativo, políticas de buen gobierno, gestión de riesgos, seguridad y salud ocupacional; por lo tanto, el SGCCI, debe entenderse como una herramienta que comparte algunos elementos con otros sistemas; es posible que la implementación de algunos de los requisitos de esta norma permitan el cumplimiento, total o parcial, de requisitos de otros sistemas.

8.7. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

La DIAN, adoptó el “MAPA DE PROCESOS” mediante la Resolución 10621 de octubre 31 de 2008, modificada por la Resolución 002547 de marzo 19 de 2010, como un esquema que integra los procesos institucionales y su interacción dentro del Sistema de Gestión de Calidad y Control Interno, de conformidad con los requisitos de la NTCGP 1000:2009 y la ISO 9001:2008.

Imagen 7. Mapa de Procesos



Fuente: Pagina Web DIAN

- ❖ **Procesos Estratégico:** Su finalidad es orientar a la Entidad para que cumpla con su misión, visión, política y objetivos y que satisfaga los intereses de las entidades que controlan o tienen algún interés e influencia sobre la misma (la integralidad y aprovechamiento pleno de la información, de los procesos y de la normatividad, el aporte de elementos técnicos para la adecuación de la carga fiscal y la simplificación del sistema tributario, aduanero y cambiario). Constituyen la base para el diseño de acciones de prevención y/o corrección que garanticen una efectiva planeación.
- ❖ **Procesos Misionales:** Comprende los procesos encargados de realizar el trabajo básico, la razón de ser de la Entidad, mediante la cual cumple su función en la sociedad (En la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia somos responsables de prestar un servicio de facilitación y control a los agentes económicos, para el cumplimiento de las normas que integran el Sistema Tributario, Aduanero y Cambiario, obedeciendo los principios constitucionales de la función administrativa, con el fin de recaudar la cantidad correcta de tributos, agilizar las operaciones de comercio exterior, propiciar condiciones de competencia leal, proveer información confiable y oportuna, y contribuir al bienestar social y

económico de los colombianos, obedeciendo los principios constitucionales de la función administrativa).

Para identificar los procesos misionales en la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, se tuvo en cuenta las denominaciones contenidas en el artículo 5 del Decreto 3626 de 2005.

- ❖ **Procesos de Apoyo:** Son aquellos cuya finalidad es la de proporcionar apoyo a los otros procesos de la cadena de valor institucional, para que puedan operar con solvencia. Se van estableciendo en torno a los procesos misionales y en función de las necesidades de éstos. (Contando con un equipo de empleados públicos comprometidos y formados para salvaguardar los intereses del Estado con un sentido de servicio, un soporte tecnológico integral y permanentemente actualizado, y un régimen administrativo especial propio de una entidad moderna que responde a las necesidades de la sociedad, funcionarios, contribuyentes y usuarios).
- ❖ **Procesos de Control y Evaluación:** Permiten efectuar la medición, retroalimentación y ajuste de la gestión, de tal forma que la entidad pueda reaccionar ante eventos que impidan llegar a los resultados propuestos.

8.8. MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS

La DIAN para el proceso de medición, análisis y mejora ha definido e implementado un conjunto de acciones de control, con el objeto de facilitar la evaluación de la conformidad de sus productos y/o servicios, verificar la operación y la efectividad del Sistema de Gestión de Calidad y Control Interno, para poder aplicar procedimientos de mejora continua, teniendo en cuenta los requisitos definidos por las normas y directamente relacionados con los componentes de autoevaluación, evaluación independiente y los planes de mejoramiento, los cuales se identifican así:

- ❖ **Autoevaluación:** Corresponde al conjunto de elementos de control que al presentarse una actuación coordinada entre las diferentes áreas de la organización, permite medir la efectividad de los controles en los procesos y los resultados de la gestión, para adoptar las medidas correctivas a que haya lugar. Es realizada por las áreas del nivel central, por medio de la rendición del Informe Trimestral de Autoevaluación de la Gestión (ITA), sobre los procesos de su responsabilidad, cuya ejecución le corresponde a las Direcciones Seccionales, el cual además de la Resolución 304 de 1998, cuenta para su aplicación con la Orden Administrativa 002 de 2008.
- ❖ **Evaluación Independiente:** Comprende el conjunto de elementos de control que le permite a la Entidad examinar en forma independiente el Sistema de Control Interno, la gestión y los resultados obtenidos, por parte

de la Oficina de Control Interno. Se desarrolla mediante los Programas Anuales de Auditorías ejecutados por la Oficina de Control Interno, de igual manera está reglamentada por la Orden Administrativa 002 de 2008.

- ❖ **Auditoría Interna de Calidad:** Procedimiento a través del cual se verifica que las actividades desarrolladas y los resultados obtenidos estén de acuerdo con las disposiciones planificadas en el Sistema de Gestión de Calidad y Control Interno, reglamentado a través de la orden administrativa 0001 de 2010.
- ❖ **Producto o Servicio no Conforme:** Procedimiento que permite a la Entidad identificar, controlar y tratar los productos y/o servicios que no cumplen con los requisitos establecidos por la ley, reglamentado a través de la orden administrativa 0003 de 2008 o la que se encuentre vigente.
- ❖ **Acciones Correctivas y Preventivas:** Procedimiento a través del cual se establece como se deben planear las acciones correctivas y preventivas en la Entidad, se encuentra reglamentado a través de la orden administrativa 003 de 2008 o la que se encuentre vigente.
- ❖ **Planes de Mejoramiento:** Elementos de control mediante los cuales se consolidan todas las acciones de mejoramiento resultantes de las desviaciones encontradas durante la ejecución de los procesos de Autoevaluación y Evaluación Independiente, incluye también las observaciones formuladas por los Órganos de Control relacionados con los procesos examinados.

El proceso de evaluación se constituye en una herramienta para el control y seguimiento por parte de la organización, los clientes y partes interesadas, por tanto los resultados deben ser ampliamente y permanentemente divulgados por los medios y canales disponibles con el fin de que sean conocidos por todos.

- ❖ **Indicadores:** Un indicador es un instrumento que permite verificar el grado de avance o el resultado alcanzado respecto de un objetivo o logro previamente especificado, igualmente muestra un fenómeno que está ocurriendo o que ya se presentó y, dependiendo de su grado de elaboración y de la disponibilidad de información, el indicador alerta sobre la magnitud, intensidad, frecuencia, tendencia, cambio o desviaciones del fenómeno.

En la DIAN los indicadores se aplican sobre las actividades que los empleados públicos de la entidad realizan para cumplir y alcanzar la misión y visión institucionales. En tal sentido, las actividades institucionales son el fenómeno sobre el que se aplican los indicadores, ya sea que se trate de

actividades individuales o actividades colectivas articuladas a través de planes, programas o proyectos, o que se desplieguen mediante procesos, subprocesos o procedimientos.

La gestión de una organización puede ser evaluada al final de las actividades para realizar un balance entre los objetivos perseguidos y los resultados alcanzados, pero también es posible evaluar la gestión dentro del mismo desarrollo de las actividades, no solo con la intención de verificar resultados parciales, sino también con el propósito de conocer las razones que puedan explicar el desempeño institucional en un momento intermedio de los procesos o procedimientos. En tal sentido los indicadores que emplea la DIAN corresponden a dos ámbitos: el de gestión y de resultado.

Tabla 4. Atributos de Los Indicadores

Atributos de los indicadores	Relevancia Simplicidad Confiabilidad Disponibilidad Objetividad Viabilidad Comparabilidad Mensurabilidad Transparencia Participación
------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

- ❖ **Ámbitos de Los Indicadores:** La gestión en una organización puede ser evaluada al final de las actividades para realizar un balance entre los objetivos perseguidos y los resultados alcanzados pero también es posible evaluar la gestión dentro del mismo desarrollo de las actividades. En tal sentido los indicadores que emplean la DIAN corresponden a dos ámbitos:
- ✓ **Indicadores de Gestión:** Los indicadores de gestión se refieren a la forma en que se está desarrollando o gestionando una actividad. Estos indicadores están situados dentro de los procesos y los procedimientos y no al final de los mismos.

Los indicadores de gestión generan alertas que permiten ajustar las actividades antes de que las mismas tomen un curso definitivo. Si se efectúa un adecuado seguimiento a la gestión existe una mayor probabilidad de que finalmente se alcancen los resultados propuestos por una organización.

- ✓ **Indicadores de Resultado:** Los indicadores de resultado se sitúan al final de las actividades y se concentran en los productos generados. Estos indicadores evalúan la gestión a partir de hechos cumplidos. Su observación no permite modificar la gestión cumplida y a lo sumo permitirá ajustar la actividad cuando ella se vaya a desarrollar en un período futuro.

Los indicadores de resultado que se observan en distintos momentos del tiempo previsto para el desarrollo de una actividad, pueden alertar sobre las desviaciones respecto de las metas fijadas pero no sobre las causas que generan dichas desviaciones.

A continuación se presentan las siete dimensiones básicas en las que se agrupan los indicadores institucionales de la DIAN:

- **Indicadores de Contexto:** la administración tributaria y aduanera es un sistema que forma parte de contextos más generales. La DIAN debe contar con información relevante acerca del entorno económico, político y social, tanto a nivel nacional como internacional. Información de especial relevancia para el contexto institucional es aquella específicamente relacionada con los sistemas tributarios y aduaneros de otros países, pues a través de comparaciones sobre organizaciones similares se pueden encontrar oportunidades para adoptar mejores prácticas. Igualmente estos indicadores permiten evaluar el cumplimiento y la repercusión de la gestión de la entidad frente a planes y programas de orden superior tales como el Plan Nacional de Desarrollo, los planes del sector hacienda, y en general los planes y programas del Gobierno Nacional.

Tabla 5. Ejemplo Indicadores de Contexto de Relevancia para la DIAN en el Año

Indicador	Unidad de Medida	Valor
PIB Interno Nominal Proyectado 2012 ^(**)	Millones de Pesos	664.020.171
Inflación Doméstica Proyectada 2012 ^(**)	%	3%
Tasa de Cambio Representativa del Mercado Promedio Proyectada 2012) ^(**)	Pesos colombianos por US\$	1.800
Presupuesto General de la Nación 2012 ^(***)	Millones de Pesos	165.276.318
Presupuesto DIAN 2012 ^(***)	Millones de Pesos	1.161.831
Presupuesto Funcionamiento DIAN 2012 ^(***)	Millones de Pesos	940.273
Presupuesto Inversión DIAN 2012 ^(***)	Millones de Pesos	221.558
Meta Recaudo DIAN 2011 ^(*)	Millones de Pesos	79.227.000

Indicador	Unidad de Medida	Valor
Recaudo Bruto Observado DIAN 2011 ^(*)	Millones de Pesos	86.568.777
Cumplimiento Meta Recaudo Bruto DIAN 2011 ^(*)	%	109,3%
Crecimiento Nominal del Recaudo Bruto (2011/2010)	%	22,8%
Gestión Efectiva 2011 (Plan de Choque)	Millones de Pesos	1,391,546 (110% de cumplimiento)
Meta Gestión Efectiva 2012 (Plan de Choque)	Millones de Pesos	1.400.000
Acciones de Control 2011 (Plan de Choque)	Número	274.651 (105% de cumplimiento)
Recuperación de Cartera 2011	Millones de Pesos	3.037.621 (117% de cumplimiento)
Meta Recuperación de Cartera 2012	Millones de Pesos	2.413.000
Disminución Inventario Obligaciones 2006-2010	Millones de Pesos	2.046.073 (107% de cumplimiento)
Meta Disminución Inventario Obligaciones 2006/2011	Millones de Pesos	1.205.282
Meta Recaudo Bruto DIAN 2012 ^(*)	Millones de Pesos	93.773.725
Presión Fiscal 2012 Estimada (Meta Recaudo Bruto Proyectada 2012 / PIB Nominal Proyectado)	%	14,1%
Recaudo Bruto Proyectado DIAN / Presupuesto Nacional 2012	Pesos	0,57

Fuente: Página Web DIAN

- **Indicadores Estratégicos:** El Plan Estratégico institucional está conformado por cuatro elementos fundamentales: la visión, la misión, los objetivos estratégicos y la política estratégica. Los indicadores estratégicos deben aportar información que permita conocer el grado de avance de la entidad en la consecución de su visión estratégica, detallando los progresos en los objetivos estratégicos y en los objetivos intermedios que los apoyan. Así mismo, los indicadores de esta dimensión deberán informar sobre la marcha de la misión institucional. En esta dimensión es fundamental contar con indicadores de efectividad.

Tabla 6. Ejemplo Indicadores de Recaudo



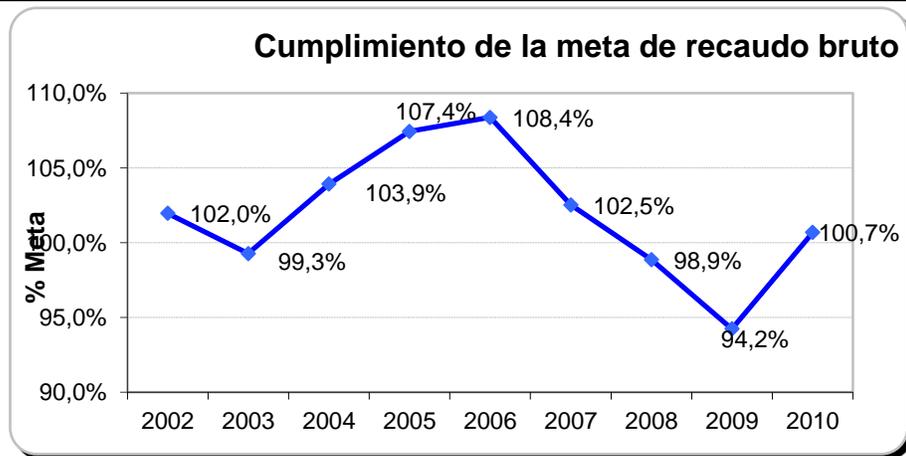
[Volver a portada](#)

1. INDICADORES DE RECAUDO

1.1. Cumplimiento de la meta de recaudo bruto

Recaudo bruto / Meta de recaudo bruto

Concepto	Unidades	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Recaudo bruto	Millones \$	27.553 .394	32.285 .250	37.865 .071	43.591 .600	52.824 .361	60.241 .854	67.032 .816	68.910 .781	70.190 .000
Meta de recaudo	Millones \$	27.024 .733	32.524 .223	36.438 .063	40.571 .824	48.742 .608	58.760 .813	67.802 .097	73.127 .784	69.711 .000
Cumplimiento de la meta de recaudo bruto	Porcentaje de la meta de recaudo	102,0 %	99,3%	103,9 %	107,4 %	108,4 %	102,5 %	98,9%	94,2%	100,7 %



Fuente: Página Web DIAN

- **Indicadores Tácticos:** la estrategia de las organizaciones empieza a concretarse a través de su aplicación táctica, en la DIAN ésta se evidencia en el Direccionamiento Estratégico, los proyectos de inversión y las actividades de los planes operativos que obedecen a los énfasis y prioridades establecidos anualmente en el Direccionamiento Estratégico. Los indicadores de esta dimensión están orientados a conocer el desarrollo y cumplimiento de los planes operativos en los que la entidad ha desplegado su estrategia. El tipo de indicadores que se diseñan en esta dimensión son fundamentalmente de eficacia y eficiencia.

Tabla 7. Ejemplo Indicadores Tácticos



**Prosperidad
para todos**

www.dian.gov.co

Subdirección de Gestión de Análisis Operacional - Coordinación de Planeación y Evaluación

Evaluación del Plan Táctico desde la Perspectiva de la Evaluación de Gestión y desde sus Indicadores de Resultado Enero - Diciembre de 2011

Rango de Resultados: Verde: 99% o más; Amarillo: 59,6% a 98,9%; Rojo: 0% a 59,5%

No.	Objetivo Táctico	Evaluación por Gestión (Ejecución Planes Operativos)		Evaluación por Resultados (Indicadores de Resultado del Plan Táctico)	
		Nivel de Cumplimiento (%)	Análisis % Avance 2011	Nivel de Cumplimiento (%)	Análisis % Avance 2011
1	CM1 Fomentar la aceptación social de la tributación	99		100	
2	CM2 Prestar servicios de calidad	106		89	
3	CM3 Asegurar y facilitar las operaciones de comercio exterior	85		85	
4	CM4 Realizar controles efectivos y acciones de fiscalización para disminuir la evasión, la elusión y el contrabando, así como para fomentar el cumplimiento de las obligaciones formales.	123		132	

5	CM5 Gestionar el recaudo y el cobro de las deudas fiscales.	103		96	
6	CM6 Promover y apoyar la racionalización y simplificación del Sistema Tributario, Aduanero y Cambiario.	82		92	
7	CM7 Conocer y adaptar las mejores prácticas internacionales en materia de administración Tributaria, Aduanero y Cambiaria y de comercio exterior.	100		117	
8	CM8 Incentivar la utilización de canales formales para la realización de transacciones económicas con incidencia fiscal.	97		98	
9	IM1 Consolidar el Sistema de Planeación y Control de Gestión y de Resultados.	93		94	
10	IM2 Fortalecer la Gestión Integrada por Procesos	94		99	
11	IM3 Consolidar el Sistema de Administración de Riesgos Operacionales	50		19	
12	IM4 Fortalecer la Evaluación y Auditoría, Auditoría Independiente y Autoevaluación	98		138	
13	IN1 Disponer de información endógena y exógena con atributos de calidad.	93		86	
14	IN2 Proveer e intercambiar información	85		85	
15	TH1 Consolidar el Sistema de Gestión Humana	88		93	
16	RE1 Sostener y desarrollar la tecnología de información y Telecomunicaciones	92		83	

17	RE2 Fortalecer la seguridad y alta disponibilidad de la infraestructura tecnológica	83		88	
18	RE3 Impulsar la financiación con fuentes de recursos complementarias.	100		100	
19	PR1 Propender por la unidad de criterio jurídico.	99		99	
20	PR2 Disminuir los costos de cumplimiento de las obligaciones TAC	85		98	
21	OR1 Perfeccionar la estructura organizacional.	100		100	
22	OR2 Promover y dinamizar las relaciones y alianzas estratégicas.	88		100	
23	OR3 Fortalecer la comunicación.	135		76	
24	OR4 Consolidar la gestión del conocimiento.	83		83	
25	MGA1. Modernización de la gestión administrativa	88		81	
26	MGA2 Mejorar la eficiencia en la administración de los recursos financieros, físicos e intangibles.	100		100	
Promedio		94		93	

Fuente: Aplicativo SEEG y aplicativo en Acces de la Coordinación de Planeación y Evaluación; Informes Trimestrales de Autoevaluación (ITA) Enero - diciembre de 2012, con fecha de corte 15 de marzo de 2012.

Fuente: Página Web DIAN

- **Indicadores Organizacionales:** se refieren a indicadores de seguimiento y evaluación al cumplimiento de los planes institucionales que se ejecutan con la participación de toda la Entidad, como el Sistema de Gestión de Calidad y Control Interno, el Plan Institucional de Capacitación - PIC y el Plan Integral de Gestión Ambiental-PIGA, entre otros.

Imagen 8. Ejemplo Indicadores Organizacionales

SECCIONALES	INDICADOR	UNIDAD	VALOR ESTIMADO	VALOR REAL	AVANCE %
6	SECC. CENTRAL		102.280	10.478	10,24%
7	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE BOGOTA		38.771	4.253	10,97%
8	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE BARRANQUILLA		17.814	1.909	10,72%
9	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE BUENOS AIRES		48.813	7.038	14,43%
10	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE CALI		36.983	4.170	11,28%
11	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE COLOMBIA		10.201	1.102	10,79%
12	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE CUCUTA		10.201	1.102	10,79%
13	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE IBADEMA		10.201	1.102	10,79%
14	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE MEDANILLA		10.201	1.102	10,79%
15	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE MONTEBATORO		10.201	1.102	10,79%
16	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE NECHIBAL		10.201	1.102	10,79%
17	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE NITOVIA		10.201	1.102	10,79%
18	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE PASTO		10.201	1.102	10,79%
19	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE QUIBIA		10.201	1.102	10,79%
20	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE SAN CARLOS		10.201	1.102	10,79%
21	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE TUNJA		10.201	1.102	10,79%
22	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE VILLA GUAYAS		10.201	1.102	10,79%
23	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE YACAJA		10.201	1.102	10,79%
24	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE YACAJA		10.201	1.102	10,79%
25	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE YACAJA		10.201	1.102	10,79%
26	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE YACAJA		10.201	1.102	10,79%
27	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE YACAJA		10.201	1.102	10,79%
28	DIRECCION SECCIONAL DE ADUANAS DE YACAJA		10.201	1.102	10,79%

Fuente: Página Web DIAN

- **Indicadores Operacionales:** se refieren a los indicadores propios del modelo de operación de la entidad, es decir, los indicadores de los procesos, subprocesos y procedimientos, así como aquellas actividades propias del quehacer diario contempladas en los Planes Operativos. En estos casos el tipo de indicadores predominantes son los de eficacia y de eficiencia.

Imagen 9. Ejemplo Indicadores Operacionales

Proceso	Subproceso	Procedimiento	Variable 1	Variable 2	Variable 3	Variable 4	Meta	Logrado	Avance %
1.2.2.5. de Insumos y Aduanas de Montevideo	1.2.2.5.1. Administración de Cartera	1.2.2.5.1.1. Administración de Cartera	1.2.2.5.1.1.1. Insumos	1.2.2.5.1.1.2. Aduanas	1.2.2.5.1.1.3. Montevideo	1.2.2.5.1.1.4. Cartera	100%	100%	100%
			1.2.2.5.1.1.5. Montevideo	1.2.2.5.1.1.6. Cartera	100%	100%	100%		
			1.2.2.5.1.1.7. Cartera	1.2.2.5.1.1.8. Montevideo	100%	100%	100%		
2.2.2.2. de Atención al Cliente	2.2.2.2.1. Atención al Cliente	2.2.2.2.1.1. Atención al Cliente	2.2.2.2.1.1.1. Atención	2.2.2.2.1.1.2. Cliente	2.2.2.2.1.1.3. Atención	2.2.2.2.1.1.4. Cliente	100%	100%	100%
			2.2.2.2.1.1.5. Atención	2.2.2.2.1.1.6. Cliente	100%	100%	100%		
			2.2.2.2.1.1.7. Atención	2.2.2.2.1.1.8. Cliente	100%	100%	100%		
3.2.2.2. de Control de Ingresos	3.2.2.2.1. Control de Ingresos	3.2.2.2.1.1. Control de Ingresos	3.2.2.2.1.1.1. Ingresos	3.2.2.2.1.1.2. Control	3.2.2.2.1.1.3. Ingresos	3.2.2.2.1.1.4. Control	100%	100%	100%
			3.2.2.2.1.1.5. Ingresos	3.2.2.2.1.1.6. Control	100%	100%	100%		
			3.2.2.2.1.1.7. Ingresos	3.2.2.2.1.1.8. Control	100%	100%	100%		

Fuente: Página Web DIAN

- **Indicadores de Recursos:** para desarrollar su gestión, la entidad cuenta con recursos de distinta naturaleza sobre los cuales es importante conocer su disponibilidad, productividad, distribución, etc. Se contempla en esta dimensión indicadores relativos a los recursos físicos o de

infraestructura, financieros, tecnológicos (incluida la información), de comunicaciones, transporte, etc. En esta dimensión se destacan especialmente los indicadores de eficiencia y economía.

Imagen 10. Ejemplo Indicadores de Recursos

SIS de Análisis Operacional			
Ejecución Presupuestal Proyectos de Inversión DIAN Vigencia 2012			
Al 30 de mayo de 2012			
Plan Anual Antevación			
Año	Asignado	Comprometido	%
2007	\$ 80 535 290 883	\$ 80 535 167 836	100%
2008	\$ 203 374 415 056	\$ 148 889 715 046	73%
2009	\$ 243 458 257 730	\$ 241 357 523 319	99%
2010	\$ 281 710 487 010	\$ 247 280 065 950	88%
2011	\$ 283 000 000 000	\$ 282 162 221 848	100%
2012	\$ 139 507 054 171	\$ 35 509 258 345	25%
Total	\$ 1 281 284 537 307	\$ 1 106 377 334 861	86%

Mantenimiento de Sedes			
Año	Asignado	Comprometido	%
2007	\$ 14 044 725 000	\$ 13 828 436 235	98%
2008	\$ 7 235 946 110	\$ 7 262 286 652	99%
2009	\$ 17 467 671 510	\$ 17 443 453 498	99%
2010	\$ 1 551 335 741	\$ 1 539 142 814	99%
2011	\$ 3 384 000 000	\$ 3 355 133 110	99%
2012	\$ 10 520 000 000	\$ 1	0%
Total	\$ 35 413 678 361	\$ 61 738 064 107	1%

Fuente: Página Web DIAN

- **Indicadores sobre el Talento Humano de la Organización:** el principal recurso de las organizaciones es su talento humano. El sistema de indicadores en este ámbito debe proveer información sobre la composición y estructura de los empleados de la entidad, en términos de su formación profesional, capacitación específica en las actividades de la organización, tipo de vinculación, composición según la estructura de la planta de funcionarios, ubicación por procesos, áreas o niveles de la organización, cargas de trabajo, productividad, características demográficas (edad, género, tiempo de servicio) y otros aspectos relevantes vinculados a las personas que laboran en la organización.

Imagen 11. Ejemplo Indicadores sobre el tamaño de la organización

UAE Subdirección de Gestión de Análisis Operacional - Coordinación de Planeación y Evaluación										
Planta de Personal DIAN, según Tipo de Nombramiento y Nivel de Cargo										
Nivel de Cargo	Facilitador	Analista	Gestor	Inspector	Asesor	Director	Total	Part. %	Part. %	Part. %
Planta	849	1 767	2 822	169	45	29	5 611	70%	100%	70%
Temporales, provisionales y Supernumerarios	274	352	1 896	0	1	0	2 523	30%	100%	30%
Totales	1 223	2 119	4 718	169	46	29	8 144	100%	100%	100%
	14.8%	25.2%	57.3%	2.0%	0.5%	0.3%				

Planta de Personal DIAN, según Tipo de Nombramiento y Tiempo de Vinculación										
Tiempo de Vinculación (Meses)	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	Más de 25	Total	Part. %	Part. %	Part. %
Planta	577	157	274	1 980	1 030	1 963	5 881	70%	100%	70%
Temporales, provisionales y Supernumerarios	878	1 054	1 887	4	0	0	2 823	30%	100%	30%
Totales	1 455	1 211	1 881	1 984	1 030	1 963	8 484	100%	100%	100%

Fuente: Página Web DIAN

8.9. MODELO DE GESTIÓN

La DIAN cuenta con un modelo de gestión que se adecua a la complejidad de su propósito y que utiliza el Sistema de Gestión de Calidad y Control Interno, para integrar los componentes de la gestión institucional con los objetivos estratégicos, con el fin de alcanzar la efectividad en el cumplimiento de sus objetivos misionales.

El principio de integralidad del modelo adoptado por la DIAN implica una gerencia coordinada y equilibrada de las perspectivas institucionales.

Imagen 12. Componentes Modelo de Gestión DIAN



Fuente: Página Web DIAN

Dentro del modelo se considera al recaudo como el fin último de la entidad y como el resultado esperado a partir de las buenas gestiones hechas en términos de servicio y control, por esta razón el recaudo asume la posición en la cúspide del triángulo y el servicio y el control se sitúan en la base.

Por otra parte, y pensando en atender las exigencias teóricas del Cuadro de Mando Integral, el triángulo misional se sitúa dentro de un pentágono, donde cada una de sus caras representa las perspectivas o componentes institucionales, a saber: organización, procesos, recursos, talento humano e información.

El pentágono refleja equilibrio entre cada una de los componentes, es decir, ninguno es más importante que otro y se busca que su desarrollo y avance se comporte de la misma forma.

Finalmente, aparece el círculo de la calidad representado institucionalmente como el Sistema de Gestión de Calidad y Control Interno (SGCCI), el cual tiene como

propósito adherir y correlacionar el triángulo misional con el pentágono de los componentes institucionales.

8.9.1. Modelo MUISCA. La entidad como toda organización moderna se desarrolla en un entorno de acelerados avances, imprevisibles cambios sociales, económicos e industriales que necesariamente impactan la manera en que debemos abordar los retos, enfrentar el futuro y asegurar un desarrollo sostenible. Lo imprescindible en estos contextos, es contar con modelos de gestión y estrategias administrativas que conduzcan a las organizaciones al cumplimiento de su misión y al logro de sus objetivos.

En efecto, la DIAN establece su Modelo Único de Ingresos, Servicio y Control Automatizado - MUISCA, sobre la base de la administración articulada, coordinada y ordenada de los procesos, la gente y la tecnología, ejes fundamentales de su gestión y factores críticos y determinantes para su eficiencia y eficacia y, por consiguiente, para el cumplimiento cabal de su función dentro del Estado.

8.9.2. Modelo de Excelencia en el Servicio. En desarrollo de la premisa constitucional *“Colombia es un Estado social de derecho, organizado en forma de república unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general”*, el programa de Renovación de la Administración Pública - PRAP – se ha propuesto adecuar la administración pública a las necesidades y a las condiciones del país: *“Un Estado participativo (que estimule la participación y que tenga en cuenta las demandas ciudadanas), un Estado gerencial (que administre lo público con eficiencia, honestidad, austeridad y por resultados) y un Estado descentralizado (que tenga en cuenta las necesidades locales sin perjuicio del interés nacional y de la solidaridad regional)”*, por lo tanto, *“la participación ciudadana se tiene que orientar en general por el principio de corresponsabilidad social, por el cual los ciudadanos y las ciudadanas, individualmente o agrupados en colectivos, tienen que contribuir al bien común o interés general de la sociedad”*.

Este enfoque hacia el ciudadano también hace parte del conjunto de reformas transversales en cabeza del Programa de Renovación de la Administración Pública – PRAP- cuyo objetivo central es contribuir a la generación de confianza y satisfacción de la ciudadanía con los servicios prestados por la Administración Pública Nacional y por los particulares autorizados para la prestación de los mismos. En este sentido, la estrategia se centrará en actividades específicas de desarrollo institucional para el mejoramiento de la gestión y en el fortalecimiento de los canales de atención al ciudadano.

A la Subdirección de Gestión de Asistencia al Cliente se le encomendó la responsabilidad de desarrollar y coordinar la ejecución de estrategias de servicio

orientadas a garantizar el cumplimiento voluntario de las obligaciones de los ciudadanos - clientes e implementar políticas y estrategias encaminadas a promover cultura del servicio en la entidad.

Fue así como inició el fortalecimiento de los canales de atención, con avances obtenidos en otros frentes como la implementación del Programa Gobierno en Línea, la Política de Racionalización de Trámites, la implementación del MECI y Gestión de Calidad, entre otros, para hacer de su gestión un Modelo de transparencia, eficiencia y eficacia y contribuir a la generación de confianza y satisfacción de la ciudadanía con los servicios prestados.

La evolución y desarrollo de los Servicios Informáticos Electrónicos y el escaso avance en la apropiación de una cultura de servicio, abrió el espacio para incorporar otros servidores en la revisión del Modelo actual, para su fortalecimiento y ajuste a las necesidades y razón de ser de la DIAN.

Bajo este contexto, durante el proceso de evaluación, se revisaron otros Modelos de servicio, se efectuó un análisis comparativo y se consideró adoptar el Modelo de Medición de la Calidad del Servicio Servqual propuesto por Parasuraman, Zeithaml y Berry (1988), investigadores expertos en temas de medición de la calidad.

Este Modelo de Medición de la Calidad del Servicio Servqual, contribuye al desarrollo del servicio de la DIAN por cuanto permite cuantificar la calidad de servicio mediante la evaluación por separado de las expectativas y percepciones del ciudadano- cliente basándose en la identificación de determinantes como son la confianza o empatía, fiabilidad, responsabilidad, capacidad de respuesta y tangibilidad.

La DIAN como entidad pública, debe evaluar su gestión y la utilización eficiente y efectiva de los recursos públicos que utiliza. Definir y disponer de espacios físicos y tecnológicos para que los ciudadanos y clientes accedan y hagan uso de la información que genera y de los servicios que presta, sin que sus limitaciones físicas, condición social, cultural, ubicación geográfica e idioma sean un impedimento.

Contar con un Sistema de Quejas y Reclamos para obtener información respecto a los servicios prestados, la capacidad para escuchar y responder de manera eficiente y eficaz en el marco de las normas establecidas e integrados en un proceso de evaluación, revisión y mejora continua de la calidad del servicio.

En conclusión, el desarrollo del Modelo de servicio debe ser una propuesta que articule y genere acciones de coordinación, proponga metodologías, estrategias y protocolos, así como, el fortalecimiento del sistema de evaluación y seguimiento

que permita proponer mejoras en el servicio, en los medios que utiliza y en la atención prestada.

8.10. CERTIFICACIÓN DE LA DIAN

Finalizada la etapa de implementación en el año 2008 de acuerdo a lo establecida en la Ley 872 de 2003, la DIAN a partir del año 2009 dentro de su planeación institucionalizo como elemento esencial el desarrollo de labores relacionadas con la sensibilización y vivencia de la calidad por parte de los empleados públicos, lo cual contribuyó para que el año 2011 le fuera entregado el certificado al Sistema de Gestión de Calidad por parte de la firma Bureau Veritas. Certificación bajo los estándares de las normas ISO 9001: 2008 y NTCGP 1000: 2009, según certificados Nos. CO 233225 y GP0118 del 23 de marzo de 2011 respectivamente, por un periodo de tres años, sujeto anualmente a verificación, la primera de las cuales fue realizada a finales del año 2011 logrando mantener la certificación hasta la fecha.

A modo de conclusión, se establece que la DIAN es una corporación enmarcada en el sector público del país, con un gran porcentaje de responsabilidad dentro de la economía, ya que sus actividades y resultados contribuyen a la estabilidad fiscal del estado colombiano, principalmente mediante la administración de los impuestos del orden nacional en materia tributaria, aduanera y cambiaria. Lo que demanda un alto nivel de productividad y eficiencia en sus operaciones para ayudar a la economía del país y el logro de los objetivos del gobierno de turno. Para ello, a partir de la pasada década se ha venido preparando administrativamente mejorando sus procesos productivos, y técnicamente a través de la calificación del recurso humano, paralelamente con la implementación de nuevas herramientas informáticas. El fruto de todo este esfuerzo se ve reflejado en la certificación obtenida por la entidad en sus modelos de gestión de parte de las organizaciones certificadoras.

Esta entidad como muchas otras del sector rinde cuentas tanto al alto gobierno como a la sociedad en general. El ejercicio de rendición de cuentas es una actividad programada y publicitada, por la cual las entidades informan a la sociedad sobre sus resultados del periodo (para el caso de la DIAN año fiscal) y retos para el próximo, materializada con un informe de rendición de cuentas, que queda disponible en su página web para consultarlo. Para los resultados de gestión de la DIAN se viene haciendo uso de los indicadores de gestión, aplicados a la institución de manera general y a los procesos productivos de la misma. El indicador Recaudo es el más importante, puesto que es el que define si la entidad cumplió o no con la meta de recaudo definida por el equipo de hacienda del gobierno nacional.

9. APLICACIÓN: MODELO PARA MEDIR EFICIENCIA Y CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ENTIDADES PÚBLICAS DE RECAUDO TRIBUTARIO Y ADUANERO: CASO DE VALIDACIÓN DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES - DIAN

9.1. GENERALIDADES

En el siguiente capítulo se muestra el proceso de aplicación del modelo propuesto para la determinación o mediciones de eficiencia y productividad de la organización (DIAN). Se realiza una definición de las variables y demás parámetros utilizados en el modelo, acompañado con una explicación acerca de su selección. Se muestra la información recolectada y finalmente, se hace la estimación de la eficiencia y cambios en la productividad, mostrando los resultados arrojados y comparándolos con los índices que actualmente aplica la entidad para evaluar su desempeño.

9.2. DETERMINACIÓN DE VARIABLES Y DEMÁS FACTORES

Para la realización de la estimación de la eficiencia y los cambios de la productividad en la DIAN en el periodo comprendido entre 2005 a 2008, se requiere ordenar las unidades productivas, variables y factores relacionados a la organización.

9.2.1. Unidades Productivas. A nivel nacional existen 43 seccionales del nivel local y 7 del nivel delegado, para un total de 50 oficinas seccionales. Administrativamente algunas son agrupadas con fines presupuestales principalmente como el caso de Cartagena, por eso a pesar de la existencia funcional de dos seccionales (Dirección Seccional de Impuestos de Cartagena y la Dirección Seccional de Aduanas de Cartagena) se asigna un solo presupuesto para las dos oficinas, es decir administrativamente se trata como una sola. Este fue otro factor determinante para que el número de DMUs fuera 24.

9.2.2. Entradas. El modelo conceptual propuesto sugiere como entradas Número de Empleados y Presupuesto, variables presentes en la DIAN y con información disponible para las unidades productivas. La variable No de Empleados se desagregó en Personal de Planta (PP) que son los empleados que pertenecen a la carrera administrativa con contratación a término indefinido y Personal Supernumerario (PS) o por contrato a término definido.

9.2.3. Salidas. En cuanto a la salida, producto principal, se debe recurrir a la Misión incluida en el Plan Estratégico 2006-2010 la que da luces de cuál es su producto principal cuando en él se lee:

*“En la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia somos responsables de prestar un **servicio de facilitación y control** a los agentes económicos, para el cumplimiento de las normas que integran el Sistema Tributario, Aduanero y Cambiario, obedeciendo los principios constitucionales de la función administrativa, con el fin de **recaudar** la cantidad correcta de tributos, **agilizar** las operaciones de comercio exterior, propiciar condiciones de competencia leal, **proveer información confiable y oportuna**, y contribuir al bienestar social y económico de los colombianos. Énfasis añadido”*

Evidentemente la Misión muestra que el RECAUDO de la tributación es la forma en que la entidad puede contribuir al bienestar social y económico de los colombianos.

9.2.4. Variables Exógenas. Benazic (2012) en su trabajo de medición de eficiencia al servicio aduanal de Croacia, deja abierta la posibilidad de considerar al *número de declaraciones de aduanas* como variable no controlada o exógena, ya que estas son presentadas por los importadores o exportadores de bienes y su número depende de las actividades de comercio exterior de la región.

Así entonces para el caso DIAN, se tomaría como variable exógena al *número de declaraciones tributarias y aduaneras*, teniendo en cuenta que esta entidad es autoridad tanto en el tema tributario, es decir, administra todos los impuestos del orden nacional, como en el aduanero mediante la administración de las formalidades del comercio internacional.

El inconveniente a superar sería la falta de un aplicativo informático que consolide la información de las dos áreas, pues, en la actualidad gran parte se maneja mediante MUISCA y otra con SIGLO XXI (importaciones).

9.2.5. Orientación del Modelo. Orientación a las salidas, debido a la naturaleza de las empresas de este tipo, ya que manejan un presupuesto anual fijo y un número de empleados, cuyo manejo está centralizado en el poder ejecutivo del estado (Ramanathan, 2003).

9.2.6. Retornos a Escala. Retornos a Escala Variable para la estimación de la eficiencia y Retornos a Escala Constante para el cambio de productividad por exigencia de la técnica. Permitir rendimientos variables en cada unidad de decisión, posibilita la inclusión de ventajas que sobre la producción pueden tener infraestructuras con mayor inversión (Prieto et al., 2012).

Estas variables y otros factores se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Variables del modelo DIAN y otros factores

Inputs (X_i)	Outputs (Y_i)	Variables exógenas (Z_i)	Unidades Productivas (DMU_j)	Orientación del Modelo	Retornos a Escala
<ul style="list-style-type: none"> No Empleados (PP y PS) Presupuesto (Gastos Generales no incluye nomina) 	<ul style="list-style-type: none"> Recaudo 	Número de declaraciones presentadas	24 Direcciones Seccionales	Orientación al Output	Retornos a Escala Variables Retornos a Escala Constante

Diseño: Elaboración propia

A continuación se muestran en la tablas 9, 10, 11 y 12 los datos correspondientes al Personal de Planta (PP), Personal Supernumerario (PS), Gastos Generales (GG) y Recaudo respectivamente.

Tabla 9. X_1 : Personal de Planta

	SECCIONAL	2005	2006	2007	2008
1	Barranquilla	395	394	390	383
2	Riohacha	52	51	48	49
3	Santa Marta	115	114	106	109
4	Cartagena	207	208	199	198
5	San Andrés	46	46	45	44
6	Bucaramanga	194	192	194	189
7	Cúcuta	178	176	165	167
8	Valledupar	51	50	49	50
9	Cali	364	375	369	363
10	Ipiales	24	23	23	26
11	Popayán	41	41	38	36
12	Pasto	59	59	56	53
13	Palmira	60	62	61	61
14	Tuluá	46	48	43	45
15	Medellín	409	403	388	391
16	Montería	66	66	63	61
17	Sincelejo	56	56	55	52
18	Pereira	166	164	165	155
19	Manizales	101	99	95	93
20	Ibagué	103	102	101	102
21	Neiva	76	76	71	67

22	Armenia	79	80	79	81
23	Villavicencio	61	62	63	68
24	Buenaventura	94	89	79	86

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. X₂: Personal Supernumerario

	SECCIONAL	2005	2006	2007	2008
1	Barranquilla	65	69	131	143
2	Riohacha	18	17	19	21
3	Santa Marta	28	27	34	39
4	Cartagena	76	75	104	111
5	San Andrés	10	10	8	8
6	Bucaramanga	100	100	104	107
7	Cúcuta	67	67	42	85
8	Valledupar	29	30	30	34
9	Cali	137	139	54	184
10	Ipiales	37	36	6	46
11	Popayán	17	17	19	24
12	Pasto	11	11	129	16
13	Palmira	24	24	16	23
14	Tuluá	17	18	19	19
15	Medellín	123	125	63	239
16	Montería	14	14	133	18
17	Sincelejo	19	20	12	29
18	Pereira	32	32	69	53
19	Manizales	27	27	35	35
20	Ibagué	25	24	19	37
21	Neiva	23	23	30	32
22	Armenia	14	15	2	35
23	Villavicencio	17	17	18	26
24	Buenaventura	43	44	48	60

Diseño: Elaboración propia. Datos tomados de www.dian.gov.co

Tabla 11. X₃: Gastos Generales (Cifras en millones de pesos)

	SECCIONAL	2005	2006	2007	2008
1	Barranquilla	787	885	993	1.192
2	Riohacha	349	381	325	325
3	Santa Marta	389	394	545	553
4	Cartagena	583	585	908	1.224
5	San Andrés	162	140	183	123
6	Bucaramanga	621	680	717	690
7	Cúcuta	567	543	596	730
8	Valledupar	226	256	247	253
9	Cali	1.109	1.139	1.183	1.564
10	Ipiales	170	185	248	272
11	Popayán	129	111	146	181
12	Pasto	124	101	91	103
13	Palmira	132	123	119	105
14	Tuluá	145	148	169	143
15	Medellín	1.083	1.153	1.058	1.440
16	Montería	189	237	221	437
17	Sincelejo	165	146	169	225
18	Pereira	424	464	488	648
19	Manizales	230	202	279	388
20	Ibagué	172	254	202	232
21	Neiva	230	224	219	250
22	Armenia	168	136	177	177
23	Villavicencio	188	146	293	302
24	Buenaventura	208	307	314	312

Diseño: Elaboración propia. Datos tomados de www.dian.gov.co

Tabla 12. Y₁: Recaudo (cifras en millones de pesos)

	SECCIONAL	2005	2006	2007	2008
1	Barranquilla	1.777.316	2.119.582	2.571.407	2.910.938
2	Riohacha	71.159	366.326	181.736	177.353
3	Santa Marta	571.342	656.621	773.372	1.329.075
4	Cartagena	2.476.610	3.319.005	4.011.529	4.208.815
5	San Andrés	17.987	21.130	25.163	27.068
6	Bucaramanga	537.756	620.521	796.939	995.544
7	Cúcuta	302.710	351.636	356.941	388.192
8	Valledupar	64.076	100.450	103.261	130.887
9	Cali	2.825.843	3.221.206	3.807.923	4.148.618
10	Ipiales	5.394	5.838	183.536	190.942
11	Popayán	191.487	222.151	247.355	285.063
12	Pasto	355.436	453.945	106.358	135.207
13	Palmira	72.256	82.454	360.544	384.472
14	Tuluá	107.748	127.784	169.222	190.424
15	Medellín	4.960.233	5.916.767	6.479.643	7.339.521
16	Montería	128.974	158.731	943.522	1.262.482
17	Sincelejo	43.905	45.066	51.176	55.725
18	Pereira	625.184	453.945	511.983	536.701
19	Manizales	303.939	342.868	385.666	448.188
20	Ibagué	188.978	199.612	223.235	240.904
21	Neiva	266.484	328.347	193.984	220.207
22	Armenia	86.401	104.464	145.099	147.431
23	Villavicencio	117.630	138.056	169.538	191.177
24	Buenaventura	2.024.524	2.680.845	3.007.228	2.884.664

Diseño: Elaboración propia. Datos tomados de www.dian.gov.co

9.3. ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA Y LOS CAMBIOS DE PRODUCTIVIDAD EN LA DIAN PERIODO 2005-2008

La tabla 13 presenta los resultados de la estimación de la eficiencia obtenidos luego de introducir las variables antes descritas y los demás factores en la herramienta Banxia Frontier Analysis y EMS.

La tabla muestra que las más ineficientes fueron Sincelejo (3.26%) en el 2005 y (5.95%) 2006, Valledupar (7.89%) en el 2007 y volvió a repetir Sincelejo en el 2008 (5.84%). Destacable el comportamiento de Cartagena y Montería que fueron creciendo en eficiencia año tras año hasta alcanzar la frontera en el 2008.

Tabla 13. Estimación de La Eficiencia

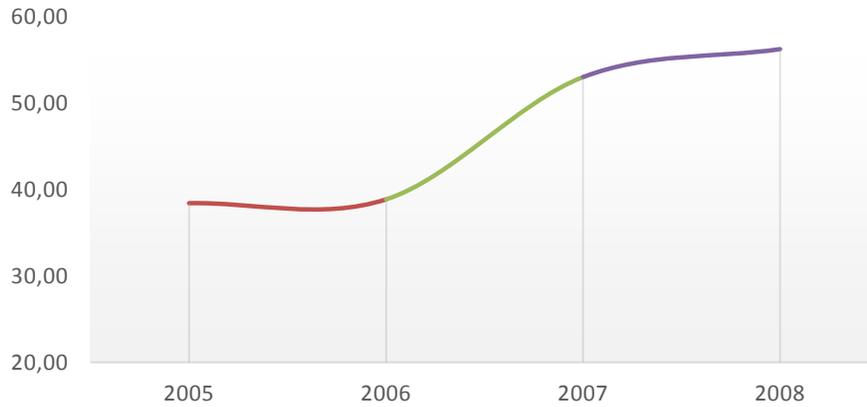
	SECCIONAL	2005	2006	2007	2008
1	Barranquilla	35.83 %	57.60 %	41.64 %	58.41 %
2	Riohacha	7.08 %	74.21 %	16.18 %	22.3 %
3	Santa Marta	11.52 %	42.81 %	31.5 %	64.1 %
4	Cartagena	49.93 %	88.61 %	92.1 %	100 %
5	San Andrés	100 %	100 %	100 %	100 %
6	Bucaramanga	10.84 %	16.58 %	18.54 %	24.51 %
7	Cúcuta	6.1 %	9.83 %	10.48 %	10.99 %
8	Valledupar	4.23 %	11.47 %	7.89 %	12.89 %
9	Cali	57.23 %	54.44 %	68.67 %	69.21 %
10	Ipiales	100 %	100 %	100 %	100 %
11	Popayán	100 %	100 %	100 %	100 %
12	Pasto	100 %	100 %	100 %	100 %
13	Palmira	11.24 %	11.99 %	100 %	100 %
14	Tuluá	20.4 %	28.09 %	35.57 %	82.19 %
15	Medellín	100 %	100 %	100 %	100 %
16	Montería	10.62 %	24.18 %	57.5 %	100 %
17	Sincelejo	3.26 %	5.95 %	14.13 %	5.84 %
18	Pereira	12.6 %	24.26 %	13.41 %	20.53 %
19	Manizales	100 %	22.36 %	17.45 %	23.35 %
20	Ibagué	7.78 %	14.99 %	21.61 %	14.79 %
21	Neiva	8.94 %	25.98 %	12.06 %	15.25 %
22	Armenia	7.09 %	14.43 %	100 %	12.01 %
23	Villavicencio	7.65 %	17.43 %	14.75 %	14.75 %
24	Buenaventura	50.88 %	100 %	100 %	100 %
PROMEDIO		38.45%	38.89%	53.06%	56.30%
Numero de Seccionales eficientes		6	6	8	9

Diseño: Elaboración propia.

Del grupo de las seccionales siempre eficientes, solo Medellín pertenece al subgrupo de seccionales ubicadas en grandes ciudades capitales, de las que se esperaría un gran desempeño por las condiciones laborales y su entorno económico, las restantes pertenecen a pequeñas capitales de departamentos o municipios intermedios como Ipiales. Como hecho destacable también se puede mencionar el comportamiento de Manizales y Armenia, las cuales alcanzan la frontera de eficiencia en un solo periodo y luego regresan al grupo de las unidades ineficientes.

La lectura de los promedios de la tabla 13 en los cuatro periodos (38.45%, 47.72%, 53.06% y 56.30%), revelan que la entidad, en general, no hace uso eficiente de sus recursos pero a su favor, se puede afirmar que su eficiencia tiene tendencia creciente a través de los años estudiados tal como lo detalla la Grafica 1.

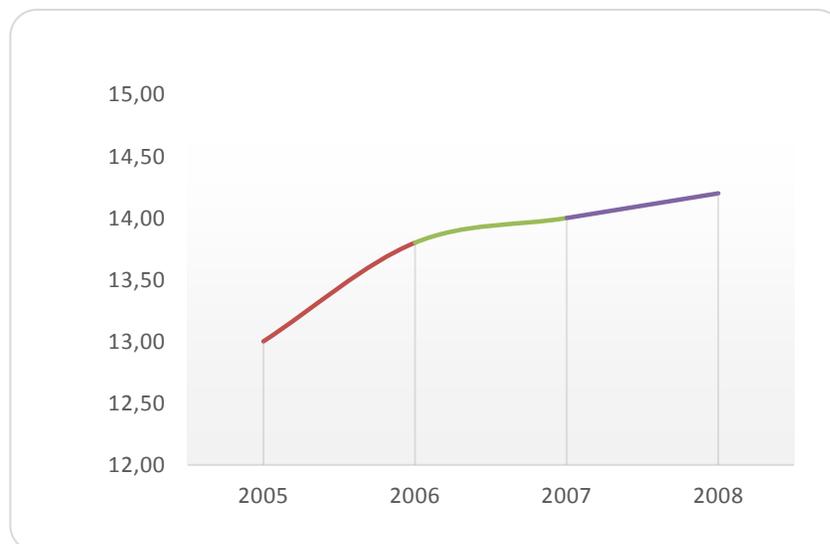
Gráfica 1. Promedio de Estimación de Eficiencia DIAN 2005-2006



Diseño: Elaboración propia.

Las Gráficas 1 y 2 nos muestran los promedios de la eficiencia estimada de la DIAN en el periodo 2005-2008 y la relación existente entre el Recaudo contra el Producto Interno Bruto (PIB) respectivamente. Ambas gráficas enseñan una tendencia creciente muy similar. Esto puede interpretarse como una evidencia de que la medición utilizando la técnica DEA aporta resultados satisfactorios sirviendo por tanto, como un modelo complementario al sistema de medición de gestión actual de las entidades públicas colombianas como la DIAN.

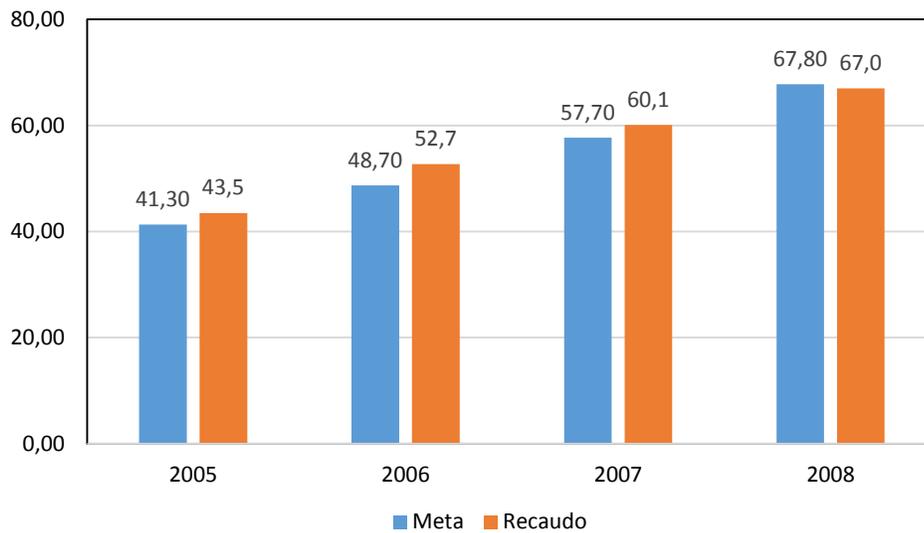
Gráfica 2. Recaudo / PIB DIAN 2005-2008



Diseño: Elaboración propia. Datos tomados de www.dian.gov.co

En la Gráfica 3 se muestra la Meta de Recaudo impuesta a la DIAN por el Consejo Superior de Política Fiscal (CONFIS) contra el Recaudo, en él se observa que la entidad superó la meta durante los años 2005, 2006 y 2007. Solo en el año 2008 no la pudo lograr, pero en este año con la técnica DEA de estimación de eficiencia se obtuvo el mejor promedio y más seccionales alcanzaron la frontera de eficiencia.

Gráfica 3. Meta de Recaudo CONFIS / Recaudo DIAN



Diseño: Elaboración propia. Datos tomados de www.dian.gov.co

9.4. MEJORAMIENTO POTENCIAL Y DE PRODUCTIVIDAD

En las tablas 14 a la 17 se presentan las combinaciones de inputs y output con las cuales se logra una mejora potencial individual con el fin de alcanzar la frontera eficiente. Se observa que, por ejemplo, para el año 2005 los Gastos Generales se podrían disminuir en un 34,04%, los gastos de Personal de Planta en 24,07% y los de Personal Supernumerario en 29,09% lo que conllevaría a un incremento porcentual del Recaudo para el año 2005 de 924,30%. Del análisis general de las tablas se aprecian que son mayores las exigencias en la disminución de los Gastos Generales que de Personal de Planta y Personal Supernumerario, los que conllevarían a un aumento significativo de los niveles de Recaudo en los periodos bajo estudio.

La técnica DEA muestra en la tabla 14 un dato interesante para la Seccional de Medellín: esta podría reducir los Gastos Generales en un 78,7%, el Personal de

Planta en 75,3% y el Personal Supernumerario en 78,0% e igualmente alcanzaría la frontera de eficiencia con estos nuevos niveles de recursos.

Tabla 14. Mejoramiento Potencial de Las Variables Periodo 2005. GG y Recaudo (cifras en millones de pesos)

	Seccional	Score	Valores Actuales				Valores Target				Porcentaje			
			GG	PP	PS	RECAUDO	GG	PP	PS	RECAUDO	GG	PP	PS	RECAUDO
1	Barranquilla	35,83	787	395	65	1.777.316	230	101	27	4.960.233	-71,7	-74,4	-58,5	179,1
2	Riohacha	7,08	349	52	18	71.159	150	52	18	1.005.024	-57,0	0	0	1.312,4
3	Santa Marta	11,52	389	115	28	571.342	230	101	27	4.960.233	-40,7	-12,2	-3,6	768,2
4	Cartagena	49,93	583	207	76	2.476.610	230	101	27	4.960.233	-60,5	-51,2	-64,5	100,3
5	Bucaramanga	10,84	621	194	100	537.756	230	101	27	4.960.233	-62,9	-47,9	-73,0	822,4
6	Cúcuta	6,10	567	178	67	302.710	230	101	27	4.960.233	-59,4	-43,3	-59,7	1.538,6
7	Valledupar	4,23	226	51	29	64.076	177	51	29	1.513.528	-21,3	0	0	2.262,1
8	Cali	56,97	1.109	364	137	2.825.843	230	101	27	4.960.233	-79,2	-72,3	-80,3	75,5
9	Palmira	11,24	132	60	24	72.256	131	60	123	642.957	0	0	-47,3	789,8
10	Tuluá	20,40	145	46	17	107.748	140	46	17	528.149	-3,4	0	0	390,2
11	Medellín	100,0	1.083	409	123	4.960.233	230	101	27	4.960.233	-78,7	-75,3	-78,0	0
12	Montería	10,62	189	66	14	128.974	148	66	14	1.214.648	-21,7	0	0	841,8
13	Sincelejo	3,26	165	56	19	43.905	156	56	19	1.347.233	-5,3	0	0	2.968,5
14	Pereira	12,60	424	166	32	625.184	230	101	27	4.960.233	-45,7	-39,2	-15,6	693,4
15	Ibagué	7,78	172	103	25	188.978	172	78	18	2.429.766	0	-24,3	-27,2	1.185,7
16	Neiva	8,94	230	76	23	266.484	189	76	23	2.981.760	-18,0	0	0	1.018,9
17	Armenia	7,09	168	79	14	86.401	144	67	14	1.218.835	-14,2	-15,3	0	1.310,7
18	Villavicencio	7,65	188	61	17	117.630	173	61	17	1.538.135	-8,1	0	0	1207,6
19	Buenaventura	50,88	208	94	43	2.024.524	208	93	24	3.979.402	0	-2,1	-45,1	96,6
	Promedio	22,26	407,03	145,89	45,84	907.848,89	191,09	79,62	22,18	3.056.910,55	-34,04	-24,07	-29,09	924,30

Diseño: Elaboración propia

Tabla 15. Mejoramiento Potencial de Las Variables Periodo 2006. GG y Recaudo (cifras en millones de pesos)

	Seccional	Score	Valores Actuales				Valores Target				Porcentaje			
			GG	PP	PS	RECAUDO	GG	PP	PS	RECAUDO	GG	PP	PS	RECAUDO
1	Barranquilla	35,82	885	394	69	2.119.582	202	99	27	5.916.767	-7,2	-74,9	-60,9	179,1
2	Riohacha	34,81	381	51	17	366.326	131	51	17	1.052.241	-65,5	0	0	187,2
3	Santa Marta	11,10	394	114	27	656.621	202	99	27	5.916.767	-48,8	-13,2	0	801,1
4	Cartagena	56,09	585	208	75	3.319.005	202	99	27	5.916.767	-65,5	-52,4	-64	78,3
5	Bucaramanga	10,49	680	192	100	620.521	202	99	27	5.916.767	-70,3	-48,4	-73	853,5
6	Cúcuta	5,94	543	176	67	351.636	202	99	27	5.916.767	-62,9	-43,7	-59,7	1.582,6
7	Valledupar	5,26	256	50	30	100.450	178	50	30	1.909.115	-30,3	0	0	1.800,6
8	Cali	54,44	1.139	375	139	3.221.206	202	99	27	5.916.767	-82,3	-73,6	-80,6	83,7
9	Palmira	5,74	123	62	24	82.454	123	62	16	1.436.164	0	0	-35	1.641,8
10	Tuluá	14,34	148	48	18	127.784	123	48	18	891.2239	-17,4	0	0	597,4
11	Medellín	100	1.153	403	125	5.916.767	202	99	27	5.916.767	-82,5	-75,4	-78,4	0
12	Montería	10,77	237	66	14	158.731	122	66	14	1.473.872	-48,5	0	0	828,5
13	Sincelejo	2,61	146	56	20	45.066	136	56	20	1.723.932	-6,7	0	0	3.725,3
14	Pereira	7,67	464	164	32	453.945	202	99	27	5.916.767	-56,5	-39,6	-15,6	1.203,4
15	Ibagué	4,08	254	102	24	199.612	183	92	24	4.892.488	-27,9	-10,3	0	2.351
16	Neiva	8,98	224	76	23	328.347	166	76	23	3.655.522	-26	0	0	1.013,3
17	Armenia	5,74	136	80	15	104.464	126	69	15	1.819.650	-7,7	-13,8	0	1.641,9
18	Villavicencio	7,35	146	62	17	138.056	146	62	17	1.878.491	0	0	0	1.260,7
19	Buenaventura	52,17	307	89	44	2.680.845	200	89	28	5.139.013	-35	0	-35,9	91,7
	Promedio	22,81	431,69	145,68	46,31	1.104.811,47	170,93	79,60	23,04	3.852.939,36	-42,68	-23,43	-26,47	1.048,47

Diseño: Elaboración propia

Tabla 16. Mejoramiento Potencial de Las Variables Periodo 2007. GG y Recaudo (cifras en millones de pesos)

	Seccional	Score	Valores Actuales				Valores Target				Porcentaje			
			GG	PP	PS	RECAUDO	GG	PP	PS	RECAUDO	GG	PP	PS	RECAUDO
1	Barranquilla	41,64	993	390	131	2.571.407	993	361	62	6.175.736	0	-7,4	-52,9	140,2
2	Riohacha	16,18	325	48	19	181.736	288	48	19	1.122.900	-11,3	0	0	517,9
3	Santa Marta	31,50	545	106	34	773.372	406	106	34	2.455.342	-25,5	0	0	217,5
4	Cartagena	92,10	908	199	104	4.011.529	603	199	54	4.355.739	-33,5	0	-48,2	8,6
5	Bucaramanga	18,54	717	194	104	796.939	591	194	54	4.299.551	-17,6	0	-48,5	439,5
6	Cúcuta	10,48	596	165	42	356.941	539	165	42	3.405.268	-9,5	0	0	854
7	Valledupar	7,89	247	49	30	103.261	247	49	26	1.308.251	0	0	-13,4	1.166,9
8	Cali	68,67	1183	369	54	3.807.923	928	342	54	5.545.038	-21,5	-7,2	0	45,6
9	Tuluá	35,57	169	43	19	169.222	169	43	19	475.679	0	0	0	181,1
10	Montería	57,50	221	63	133	943.522	221	63	57	1.641.050	0	0	-56,8	73,9
11	Sincelejo	14,13	169	55	12	51.176	169	55	12	362.116	0	0	0	607,6
12	Pereira	13,41	488	165	69	511.983	488	151	52	3.816.536	0	-8,5	-25,4	645,4
13	Manizales	17,45	279	95	35	385.666	279	81	35	2.210.732	0	-15,3	0	473,2
14	Ibagué	21,61	202	101	19	223.235	202	74	19	1.033.224	0	-26,4	0	362,8
15	Neiva	12,06	219	71	30	193.984	219	71	30	1.608.951	0	0	0	729,4
16	Villavicencio	14,75	293	63	18	169.538	293	63	18	1.149.211	0	0	0	577,8
	Promedio	29,59	471,97	136	53,31	953.214,62	414,61	129,07	36,62	2.560.332,38	-7,43	-4,05	-15,32	440,08

Diseño: Elaboración propia

Tabla 17. Mejoramiento Potencial de Las Variables Periodo 2008. GG y Recaudo (cifras en millones de pesos)

	Seccional	Score	Valores Actuales				Valores Target				Porcentaje			
			GG	PP	PS	RECAUDO	GG	PP	PS	RECAUDO	GG	PP	PS	RECAUDO
1	Barranquilla	58.41	1192	383	143	2.910.938	1192	243	143	4.983.562	0	-36.7	0	71.2
2	Riohacha	22.3	325	49	21	177.353	315	49	21	795.138	-3	0	0	348.3
3	Santa Marta	64.1	553	109	39	1.329.075	375	74	39	2.073.573	-32.2	-32.6	0	56
4	Bucaramanga	24.51	690	189	107	995.544	690	170	107	4.061.998	0	-10.3	0	308
5	Cúcuta	10.99	730	167	85	388.192	730	140	85	3.531.086	0	-16.4	0	809.6
6	Valledupar	12.89	253	50	34	130.887	253	50	34	1.015.203	0	0	0	675.6
7	Cali	69.21	1564	363	184	4.148.618	1347	308	184	5.994.296	-13.9	-15.1	0	44.5
8	Tuluá	82.19	143	45	19	190.424	143	45	19	231.683	0	0	0	21.7
9	Sincelejo	5.84	225	52	29	55.725	225	52	29	954.501	0	0	0	1612.9
10	Pereira	20.53	648	155	53	536.701	333	82	53	2.614.300	-48.6	-47.2	0	387.1
11	Manizales	23.35	388	93	35	448.188	387	71	35	1.919.079	-0.4	-23.5	0	328.2
12	Ibagué	14.79	232	102	37	240.904	232	68	37	1.629.136	0	-33.8	0	576.3
13	Neiva	15.25	250	67	32	220.207	250	65	32	1.443.648	0	-3.5	0	555.6
14	Armenia	12.01	177	81	35	147.431	177	69	35	1.227.2167	0	-15.1	0	732.4
15	Villavicencio	14.75	302	68	26	191.177	302	62	26	1.296.224	0	-8.6	0	578
	Promedio	30,07	511,50	131,53	58,6	807.424,26	463,36	103,03	58,6	2.251.376,23	-6,54	-16,18	0	473,69

Diseño: Elaboración propia

A continuación se analizará el comportamiento de las seccionales hacia la frontera eficiente ya sea por cambio técnico que afecte positivamente el aprovechamiento de los recursos o por el esfuerzo individual de las oficinas para mejorar su eficiencia. El índice de Malmquist permite evidenciar las situaciones referidas mediante su descomposición en Cambio Técnico (CT) y el Cambio de Eficiencia (CE). Este último se relaciona con el grado en que una seccional mejora su eficiencia en relación con aquellos que le sirven de referentes, mientras que el movimiento de la frontera refleja los movimientos hacia mayor productividad de las oficinas inicialmente eficiente entre dos periodos.

La tabla 18 muestra el comportamiento de las variables en cuestión, para el primer periodo 2005-2006 se evidencia una caída en la productividad media IM de 0.17 motivada por un retroceso tecnológico (CT: Cambio Técnico) de 0.19. Para los periodos subsiguientes el comportamiento de la productividad IM señala cifras positivas en este aspecto a pesar que, para el periodo 2006-2007 nuevamente el factor CT experimenta una nueva caída de 0.25.

Tabla 18. Cambio de Eficiencia, Cambio Técnico e Índice de Malmquist (2005-2008)

	DMU	PERIODO 2005-2006			PERIODO 2006-2007			PERIODO 2007-2008		
		CE	CT	IM	CE	CT	IM	CE	CT	IM
1	Barranquilla	0.94	0.89	0.84	2.10	1.23	2.59	1.34	0.99	1.33
2	Riohacha	4.31	0.19	0.82	1.13	2.01	2.27	1.07	1.10	1.17
3	Santa Marta	1.00	0.84	0.84	2.70	0.93	2.51	1.94	0.64	1.25
4	Cartagena	1.10	0.75	0.82	2.22	0.93	2.08	1.23	1.01	1.24
5	San Andrés	0.98	0.85	0.84	3.34	0.70	2.35	1.76	0.86	1.52
6	Bucaramanga	0.96	0.86	0.82	2.21	0.80	1.77	1.57	0.80	1.26
7	Cúcuta	0.97	0.85	0.82	3.07	0.80	2.46	0.86	1.56	1.34
8	Valledupar	1.31	0.63	0.82	1.65	0.96	1.58	1.43	0.83	1.19
9	Cali	0.91	0.90	0.82	4.77	0.47	2.23	0.63	2.14	1.36
10	Ipiales	0.91	0.89	0.82	88.67	0.02	2.06	0.59	1.96	1.15
11	Popayán	0.95	0.86	0.82	2.18	0.94	2.04	1.23	1.00	1.23
12	Pasto	1.07	0.78	0.84	0.65	4.66	3.03	1.39	0.82	1.14
13	Palmira	0.90	0.85	0.76	14.89	0.21	3.18	1.16	1.00	1.16
14	Tuluá	0.93	0.88	0.82	2.94	0.73	2.14	1.51	0.86	1.31
15	Medellín	1.00	0.83	0.82	4.07	0.58	2.37	0.63	1.73	1.08
16	Montería	1.03	0.81	0.84	8.63	0.24	2.08	2.24	0.48	1.07
17	Sincelejo	0.84	0.97	0.82	3.56	0.70	2.50	0.79	1.76	1.38
18	Pereira	0.61	1.38	0.84	1.77	1.28	2.27	1.57	0.83	1.30
19	Manizales	1.00	0.92	0.92	0.16	9.55	1.54	1.44	0.91	1.32
20	Ibagué	0.75	1.05	0.79	3.93	0.71	2.79	0.88	1.50	1.33
21	Neiva	1.01	0.81	0.82	1.36	1.75	2.38	1.37	0.95	1.30

	DMU	PERIODO 2005-2006			PERIODO 2006-2007			PERIODO 2007-2008		
22	Armenia	0.95	0.89	0.84	22.18	0.11	2.53	0.13	9.51	1.21
23	Villavicencio	0.95	0.87	0.82	3.19	0.89	2.85	1.11	1.16	1.29
24	Buenaventura	1.11	0.73	0.81	1.98	0.87	1.72	1.00	1.02	1.02
	PROMEDIO	1.02	0.81	0.83	3.04	0.75	2.27	1.07	1.16	1.24

Diseño: Elaboración propia

9.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La tabla 13 muestra los resultados de la estimación de la eficiencia técnica de las seccionales de la DIAN para el periodo 2005-2008. Dentro de los resultados de las seccionales se destacan San Andrés, Ipiales, Popayán, Pasto y Medellín que alcanzaron la frontera de eficiencia (100%) en todos los periodos estudiados. De este grupo solo Medellín pertenece al subgrupo de Seccionales ubicadas en grandes ciudades capitales de las que se esperaría un gran desempeño por las condiciones laborales y su entorno económico, las restantes pertenecen a pequeñas capitales de departamentos o municipios intermedios como Ipiales.

Como hecho destacable también se puede mencionar el comportamiento de Manizales y Armenia, las cuales alcanzan la frontera de eficiencia en un solo periodo y luego regresan al grupo de las unidades ineficientes.

De la información dada por las metodologías podemos destacar que en los dos resultados entregados en las Tablas 13 y 19 no existen seccionales comunes y los resultados con DEA reflejan resultados más positivos año por año a excepción del 2008 donde el número de seccionales con resultados positivos son iguales en ambos casos. Paradójicamente ese mismo año la DIAN no cumplió con la meta de recaudo.

Un análisis particular de la información que muestran las tablas para el 2005, se encontraron entre otros los siguientes resultados, según las mediciones de la DIAN cinco seccionales a saber Barranquilla, Riohacha, Valledupar, Tuluá y Buenaventura cumplieron con las metas de recaudo previamente establecidas. Mientras que de la aplicación del modelo DEA, seis, San Andrés, Ipiales, Popayán, Pasto, Medellín y Manizales obtuvieron el 100% de nivel de eficiencia es decir hicieron una óptima utilización de los recursos para obtener los resultados de recaudo para ese periodo. El resultado con DEA de la Seccional Barranquilla presenta que para alcanzar la frontera de eficiencia la oficina debe disminuir los Gastos Generales (GG) a 230 es decir un 71,7 %, el Personal de Planta (PP) a 101 esto es 74,4% y el Personal Supernumerario (PS) a 27 o 58,5%.

Los resultados de la medición de la eficiencia y los cambios de productividad muestran que la entidad fue creciendo en eficiencia y sufriendo altibajos en

productividad dentro del periodo analizado (2005 al 2008). La eficiencia promedio en la entidad para el primer año fue de 38.45% y los dos últimos periodos superó la barrera del 50% situándose en el 56.30% en el último año. En términos de productividad, para los periodos bianuales consecutivos, la DIAN pasó de un promedio de productividad de 0,83 al 2,27 para finalizar con 1,24 en el último periodo. Esto implica un incremento del 127%, para el primer bienio, principalmente debido a un incremento en la eficiencia de un año a otro. El decrecimiento del siguiente periodo lo justifica la disminución del cambio de eficiencia promedio al pasar de 3,04 a 1,07; sin embargo esta caída estuvo compensada con un aumento en el promedio del cambio tecnológico.

Continuando con el análisis comparativo tenemos que, en su informe de Rendición de Cuentas año 2008 en el ítem 3.1.2 (Relación Recaudo-Presupuesto), el informe gerencial afirma que para ese año la DIAN recaudó \$ 116 por cada peso ejecutado. Por otro lado la tabla 17 (mejoramiento potencial de las variables) revela que luego de la aplicación del DEA la entidad debió disminuir un 6,54% los Gastos Generales, un 16,18% su Personal de Planta y mantener los niveles de Personal Supernumerario para alcanzar niveles de recaudo incrementados en un 473,69% lo que equivaldría a recaudar \$ 4.529 por cada peso ejecutado. Este dato se convierte en una evidencia de mejoramiento y claridad en las cifras de gestión.

Tabla 19. Recaudo vs Meta

Seccional	2005			2006			2007			2008		
	Recaudo	Meta	% Cumplimiento									
Barranquilla	1.777.316	1.844.344	1.04	2.119.582	2.195.648	1.04	2.571.407	2.645.359	1.03	2.910.938	2.968.886	1.02
Riohacha	71.159	166.984	2.35	366.326	304.051	0.83	181.736	71.513	0.39	177.353	80.940	0.46
Santa Marta	571.342	499.875	0.87	656.621	594.995	0.91	773.372	718.597	0.93	1.329.075	864.828	0.65
Cartagena	2.476.610	2.330.793	0.94	3.319.005	2.774.754	0.84	4.011.529	3.632.378	0.91	4.208.815	4.068.263	0.97
San Andrés	17.987	14.720	0.82	21.130	17.358	0.82	25.163	20.426	0.81	27.068	22.877	0.85
Bucaramanga	537.756	470.406	0.87	620.521	532.150	0.86	796.939	677.482	0.85	995.544	884.714	0.89
Cúcuta	302.710	275.440	0.91	351.636	298.185	0.85	356.941	382.823	1.07	388.192	393.685	1.01
Valledupar	64.076	78.348	1.22	100.450	84.337	0.84	103.261	82.416	0.80	130.887	105.055	0.80
Cali	2.825.843	2.298.844	0.81	3.221.206	2.736.601	0.85	3.807.923	3.608.488	0.95	4.148.618	4.196.981	1.01
Ipiales	5.394	4.086	0.76	5.838	4.864	0.83	183.536	190.906	1.04	190.942	206.487	1.08
Popayán	191.487	155.632	0.81	222.151	185.348	0.83	247.355	239.449	0.97	285.063	289.380	1.02
Pasto	355.436	317.376	0.89	453.945	377.764	0.83	106.358	90.545	0.85	135.207	116.812	0.86
Palmira	72.256	57.127	0.79	82.454	68.743	0.83	360.544	308.368	0.86	384.472	405.288	1.05
Tuluá	107.748	134.524	1.25	127.784	160.061	1.25	169.222	117.675	0.70	190.424	199.988	1.05
Medellín	4.960.233	4.198.285	0.85	5.916.767	4.991.170	0.84	6.479.643	6.580.070	1.02	7.339.521	7.271.671	0.99
Montería	128.974	115.441	0.90	158.731	137.141	0.86	943.522	576.522	0.61	1.262.482	893.274	0.71
Sincelejo	43.905	31.536	0.72	45.066	37.504	0.83	51.176	44.072	0.86	55.725	49.063	0.88
Pereira	625.184	328.804	0.53	453.945	374.767	0.83	511.983	498.186	0.97	536.701	557.968	1.04
Manizales	303.939	239.320	0.79	342.868	285.480	0.83	385.666	383.288	0.99	448.188	429.283	0.96
Ibagué	188.978	150.471	0.80	199.612	178.656	0.90	223.235	212.682	0.95	240.904	238.240	0.99
Neiva	266.484	248.438	0.93	328.347	275.522	0.84	193.984	166.513	0.86	220.207	198.494	0.90
Armenia	86.401	78.718	0.91	104.464	86.570	0.83	145.099	107.642	0.74	147.431	120.559	0.82
Villavicencio	117.630	98.763	0.84	138.056	116.854	0.85	169.538	144.260	0.85	191.177	185.778	0.97
Buenaventura	2.024.524	2.180.550	1.08	2.680.845	2.510.125	0.94	3.007.228	2.944.055	0.98	2.884.664	3.410.734	1.18

Diseño: Elaboración propia. Datos tomados de www.dian.gov.co

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existen dos grandes vertientes en los métodos de medición de eficiencia, los modelos de frontera y los modelos de no frontera, los que a su vez se subdividen en paramétricos y no paramétricos. El Análisis Envolvente de Datos o DEA es una técnica de frontera no paramétrica para la medición de eficiencia cuyo uso y aplicación se ha extendido desde su aparición a empresas de todos los sectores. A partir de los modelos básicos a través del tiempo los investigadores han planteado modificaciones que le permitieron a la técnica mejorar su desempeño. Entre estas modificaciones se encuentran unas dedicadas especialmente al sector público inspirados en la propia naturaleza del sector.

Producto de esta investigación se determinó que no existe un modelo para estimar eficiencia y cambios de productividad en las entidades del sector público en Colombia, basados en la técnica DEA e Índice de Productividad de Malmquist, pese a que existe una exigencia legal para ello, en las entidades públicas colombianas, con base en el análisis de los estudios previos realizados tanto en el ámbito nacional como internacional.

Dentro del sector público es muy amplio el ámbito de aplicación encontrándose aplicaciones en el subsector salud, educación, gobierno y bancario entre otros. El modelo de estimación de eficiencia y cambios en la productividad propuesto contiene variables inputs y outputs, junto a otros elementos, que son el resultado de observaciones de experiencias anteriores que mostraron buenos comportamientos, sin dejar de considerar el entorno nacional y la naturaleza del sector. El modelo se planteó en dos escenarios, uno con influencia de factores ambientales (variables exógenas) y otro sin tal influencia. Sin lugar a dudas, el primer escenario es mucho más real que el segundo, por eso se hizo necesario su determinación pese que al momento de la validación no se tuvo tal información.

Para la validación del modelo se utilizó a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), la cual es una corporación pública según la clasificación realizada por el Fondo Monetario Internacional (FMI), es decir, su regulación es de origen estatal por tanto, debe regirse por las regulaciones que la ley le imponen. En ese sentido la Ley 872 la obliga a ella y a todas las de su misma naturaleza a desarrollar, implementar, mantener, revisar y perfeccionar el Sistema de Gestión de la Calidad la cual busca garantizar la satisfacción de las necesidades de los usuarios. La herramienta básica utilizada por esta corporación para cumplir parcialmente con la legislación, ha sido los indicadores de gestión, destacándose dentro de estos al Indicador de Recaudo, perteneciente al grupo Indicadores de Contexto, como el más representativo por su importancia institucional. Pero dentro de este grupo de indicadores no se cuenta con indicadores de eficiencia, de tal forma que el cumplimiento legal ha quedado corto.

En su más reciente reestructuración la DIAN adoptó un modelo de organización y operación basado en procesos que busca cumplir con los preceptos de eficiencia, eficacia y efectividad. Paralelamente y por exigencias normativas ha venido implementando sistemas de gestión, producto de ello es el SGCCI 2007 que integró el sistema de calidad (NTCGP 1000) y el de control interno MECI 2005. Todo ello teniendo como punto de referencia lo enmarcado en su misión institucional (“...*garantizar la sostenibilidad fiscal del estado colombiano...*”) y que constituye su razón de ser dentro de la sociedad.

Un análisis de los resultados obtenidos con el modelo propuesto muestra que las estimaciones de eficiencia y cambio en la productividad pueden entregar información complementaria a la actual metodología de medición de gestión de la DIAN. Ello se pudo evidenciar comparando el cumplimiento de la meta de recaudo durante los años 2005 al 2007 donde el cumplimiento superó el 100% pero la medición con DEA e Índice de Malmquist muestra ineficiencias y/o retroceso en productividad para los mismos años, analizando cada una de las seccionales evaluadas. Un modelo de medición de eficiencia y cambios en la productividad para las entidades de recaudo tributario y aduanero que complementa al actual modelo de medición (indicadores de gestión), promovería el control ciudadano, lo cual contribuiría a mejorar la confianza hacia sus instituciones, robustecería el sistema y permitiría a los tomadores de decisión contar con un punto de referencia con mayor y más precisa información, para efectos de asignación de presupuesto y personal por ejemplo.

Partiendo del interés de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), por la medición de resultados en las dimensiones Efectividad, Eficiencia, Economía y Costo-Efectividad de sus países miembros (al cual Colombia aspira a ingresar según David Ortiz, El Colombiano 29 de enero de 2016) (OCDE/World Bank, 2003), sería apenas obvio comprender por qué las empresas estatales deberían adoptar metodologías que les permitan obtener tales mediciones. Así entonces, para el caso de la DIAN con la metodología planteada complementaría la evaluación de la entidad, desde otra dimensión, que las actuales metodologías utilizadas no alcanzan a abarcar, que como se ha tratado de explicar en párrafos anteriores se refieren básicamente a:

- Identificación y cuantificación de las unidades productivas eficientes e ineficientes
- Unidades productivas referentes y dimensionamiento de la distancia de las referidas
- Niveles actuales de utilización de insumos/productos y sus variaciones potenciales para alcanzar el nivel óptimo

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten sugerir la aplicación de la técnica DEA y el índice de Malmquist para la estimación de la eficiencia y los

cambios en la productividad de las entidades de recaudo tributario y aduanero, por tanto este trabajo se pondrá a consideración de las directivas de la entidad con fines de implementación. Una de las principales actividades que se deben acometer para la masificación del manejo de la técnica DEA e Índice de Malmquist para evaluar el desempeño de este tipo de entidades, es el programar actividades académicas que básicamente den a conocer en qué consiste, para qué sirve y como se aplica, esto ayudaría a que los funcionarios que vayan a implementar la técnica, lo hagan consciente de sus bondades.

Teniendo en cuenta que uno de los principales problemas para esta investigación fue la no disponibilidad de la información de manera completa, se propone estandarizar las variables para una medición homogénea y asignar oficinas competentes para el tratamiento de la información en cada entidad con asignación clara de funciones y responsabilidades. Para superar el tema de la variable exógena (número de declaraciones presentadas) se propone la implementación de un aplicativo único que procese y almacene información tanto tributaria como aduanera producto del cumplimiento de las obligaciones de los contribuyentes y/o usuarios del comercio exterior.

Una mejor manera de aprovechar los beneficios de la técnica DEA e Índice de Malmquist consistiría en aplicarla al interior de las Seccionales que la gerencia consideren críticas con base en los resultados obtenidos y/o algún otro criterio, para este caso, las DMUs bajo análisis serían las Dependencias o Divisiones de cada Seccional.

REFERENCIAS

- Afonso, A., Romero, A., & Monsalve, E. (2013). Public sector efficiency: evidence for Latin America. Discussion Paper. Inter-American Development Bank
- Afonso, A., Schuknecht, L., & Tanzi, V. (2006). Public sector efficiency: evidence for new EU member states and emerging markets. European Central Bank. Working Paper Series. No 581
- _____. (2003). Public sector efficiency: An international comparison. European Central Bank. Working Paper. No 242
- Afriat, S. N. (1972). Efficiency estimation of production functions. *International Economic Review*, 568-598.
- Aguirre, M. Herrera, R. & Bravo, G. (2007). Análisis comparativo de eficiencia técnica entre la banca chilena y alemana. *Revista de Matematica: Teoria y Aplicaciones*. Vol. 14(2), 203-219
- Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21-37.
- Aigner, D. J., & Chu, S. F. (1968). On estimating the industry production function. *The American Economic Review*, 826-839.
- Banker, R. D., & Morey, R. C. (1986). Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. *Operations Research*, 34(4), 513-521.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Barrios, G. (2007). La medición de la eficiencia técnica mediante el Análisis Envoltante de Datos en Contribuciones a la Economía. Obtenido de <http://www.eumed.net/ce/2007c/gybc-a.htm>
- Berg, S. A., Førsund, F. R., & Jansen, E. S. (1992). Malmquist indices of productivity growth during the deregulation of Norwegian banking, 1980-89. *The Scandinavian Journal of Economics*, S211-S228.
- Berg, S. A., Førsund, F. R., Hjalmarsson, L., & Suominen, M. (1993). Banking efficiency in the Nordic countries. *Journal of Banking & Finance*, 17(2), 371-388.

- Berrío Guzmán, D., & Muñoz Santiago, A. (2005). Análisis de la eficiencia relativa del sistema bancario en Colombia en el período 1993-2003 y propuesta estratégica de fortalecimiento. *Revista científica Pensamiento y Gestión*, (18), 1-36.
- Benazic, A. (2012). Measuring Efficiency in the Croatian Customs Service: A Data Envelopment Analysis Approach. *Financial Theory and Practice*, 36 (2), pp. 139-178.
- Bessent, A. M., & Bessent, E. W. (1980). Determining the comparative efficiency of schools through data envelopment analysis. *Educational Administration Quarterly*, 16(2), 57-75.
- Bustos, W. P., Nieto, C. A. B., & Mendoza, H. A. (2012). *Eficiencia Técnica Del Sector Público* (No. 010351).
- Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, (50), 1393-1414
- Chang, V. & Carbajal, Max. (2012). Medición de productividad y eficiencia de los puertos regionales del Perú: Un enfoque no paramétrico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- _____ (1981). Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. *Management science*, 27(6), 668-697.
- Coelli, T., Estache, A., Perelman, S., & Trujillo, L. (2003). *Una introducción a las medidas de eficiencia para reguladores de servicios públicos y de transporte*. Alfaomega, 84-88.
- Coll, V., & Blasco, O. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos*. Introducción a los modelos básicos. Universidad de Valencia.
- Cook, W.D. & Seiford, L. (2009). Data Envelopment Analysis (DEA) – Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, Vol. 192(1), 1-17

- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references*. Springer Science & Business Media, 105-106,
- Cotte, A & Pardo, C. (2011). Las tendencias de la pobreza y la desigualdad: Una evidencia para los departamentos de Colombia. *Revista de Economía*. Vol. XXX, 29-50
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 273-292.
- Decimavilla, E. & San Juan, C. (2000). Diferencias de productividad en Europa. Equilibrio a corto y largo plazo. Documentos de Trabajo. Departamento de Economía. Universidad Carlos III
- DNP (2014). Evaluación del desempeño integral de los municipios y distritos, vigencia 2013. Proyecto Eficiencia al Servicio del Ciudadano. Departamento Nacional de Planeación.
- Deville, A.M. (2009). Branch Banking Network Assessment Using DEA: A Benchmarking Analysis – A Note. *Management Accounting Research*. Vol. 20, 252-261
- Díez, F. de A. (2007). Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla. Madrid: Editorial DYKINSON.
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 245-259.
- Elyasiani, E., & Mehdián, S. M. (1990). A nonparametric approach to measurement of efficiency and technological change: The case of large US commercial banks. *Journal of Financial Services Research*, 4(2), 157-168.
- Epele, N., Chalela, L., & Puig, J. (2013). Gasto público en educación: explorando la eficiencia relativa de los gobiernos subnacionales argentinos. Dirección Provincial de Estudios y Proyecciones Económicas, Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires
- Fare, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. K. (1994). *Production frontiers*. Cambridge University Press.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 253-290.

- Ferro, G., Lentini, E., & Romero, C. A. (2011). Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado.
- Fisher, I. (1922). The making of index number. A study of their varieties, test and reliability. New York: Sentry Press
- Fried, H.O., Lovell, C. A. K. & Schmidt, S.S. (1993). The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications. Oxford University Press, USA.
- González Bravo, M. I., & Mariaca Daza, R. (2010). Fracaso de bancos comerciales. Un estudio de eficiencia y productividad. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, (13), 137-162.
- Guzmán, I., & Montoya, J. L. (2011). technical efficiency and productive change in the spanish wide gauge railroad sector (1910-1922). *Innovar*, 21(40), 219-234.
- Haelermans, C., & Ruggiero, J. (2013). Estimating technical and allocative efficiency in the public sector: A nonparametric analysis of Dutch schools. *European Journal of Operational Research*, 227(1), 174-181.
- Herrala, M. E., Huotari, H., & Haapasalo, H. J. O. (2012). Governance of Finnish waterworks—A DEA comparison of selected models. *Utilities Policy*, 20(1), 64-70.
- Herrera Leiva, R. S., Aguirre González, M., & Schipp, B. (2002). Análisis comparativo de eficiencia técnica entre la banca chilena y alemana: un aproximación con frontera no paramétrica de producción y costos DEA, y fronteras de producción y costos estocástica, con funciones fourier flexible y translogaritmica, y modelos de especificación de la ineficiencia, variable en el tiempo y variables explicativas. *Revista de Matematica: Teoria y aplicaciones* 14 (2), 203-218.
- Hu, H. H., Qi, Q., & Yang, C. H. (2012). Evaluation of China's regional hospital efficiency: DEA approach with undesirable output. *Journal of the Operational Research Society*, 63(6), 715-725.
- Hulten, C.R. (1973). Divisia Index Numbers. *Econometrica*. Vol. 41 (6) 1017-1025
- Ibarra, M. (2001). Market Timing. Pueden los fondos comunes de inversión ganarle al mercado. Trabajo Final, Maestria en Finanzas. Universidad del CEMA.
- Iñiguez, P. A.; Ferreyra, E. L.; Arburua, M.; Hernández, M. & Iñiguez, A. L. (2012). La eficiencia del sistema de salud en las provincias. Un análisis con

variables discrecionales y no discrecionales” Cuadernos del CIMBAGE N° 14 pp. 73-87

- Iñiguez, P. A., Ferreyra, E. L., Arburua, M., Iñiguez, A. L., & Negro, F. J. (2012). Un Análisis de Eficiencia en Salud con Inputs No Discrecionales Comparando Diversas Propuestas Metodológicas en DEA.
- Isik, I., & Hassan, M. K. (2003). Financial deregulation and total factor productivity change: An empirical study of Turkish commercial banks. *Journal of Banking & Finance*, 27(8), 1455-1485.
- Koopmans, T. C. (1951). Analysis of production as an efficient combination of activities. *Activity analysis of production and allocation*, 13, 33-37.
- Lewer, J. J. (2004). ESTIMATING PRODUCTIVITY IN LATIN AMERICA. In *Allied Academies International Internet Conference* (Vol. 6, p. 71).
- Li, G. (2011). Output efficiency evaluation of university human resource based on DEA. *Procedia Engineering*, 15, 4707-4711.
- Liu, J. S., Lu, L. Y., Lu, W. M., & Lin, B. J. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, 41(5), 893-902.
- López, O., & Suárez, E. (2011). Evaluación de la eficiencia de las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga mediante el análisis envolvente de datos DEA (Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga). *Recuperado de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/5447/2/142359.pdf>*
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística*, No 4, pp. 209-242.
- Mandl, U. Dierx A. Ilzkovitz, F. (2008). The effectiveness and efficiency of public spending. Directorate General for Economic and Financial Affairs. *Economics Papers* No. 301.
- Martín, F. D. A. D. (2007). *Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla* (Vol. 68). Librería-Editorial Dykinson.
- Mejía, J. A. S., Artunduaga, S. V., & Flórez, J. A. V. (2010). Eficiencia en cobertura y calidad de las instituciones educativas oficiales del municipio de Dosquebradas (Risaralda). *Scientia et Technica*, 3(46), 181-185.

- Mincultura. (2010). Republica de Colombia, Ministerio de Cultura. Compendio de Políticas Culturales. Sección 2, Política de Archivos.
- Mir, M. C. & Rubio, M. T. F. (2008). *Introducción a la microeconomía*. Esic Editorial.
- Montoneri, B., Lin, T. T., Lee, C. C., & Huang, S. L. (2012), Application of data envelopment analysis on the indicators contributing to learning and teaching performance. *Teaching and Teacher Education*, 28(3), 382-395
- Montoya, C. & Guzmán, R. (2009). Eficiencia y Productividad En El Sector Ferroviario Español de Vía Ancha (1910-1922): Congreso Historia Ferroviaria, Palma, España, 14-16 Oct 2009
- Montoya, O. & Soto, J. (2010). Estimación de la eficiencia técnica de las economías de los departamentos cafeteros de Colombia, por el método de programación lineal análisis envolvente de datos (DEA). *Scientia Et Technica*, 17(44), 348-353.
- Moorsteen, R. (1961). On measuring productive potential and relative efficiency, *Quarterly Journal of Economics*, No 75, pp. 451-467.
- Muñiz, M.A. (1998). Efecto de las variables medioambientales sobre la producción educativa: dos análisis DEA. Comunicación a las *VII Jornadas de AEDE*, Santander, 459-76
- _____. (2002). Separating managerial inefficiency and external conditions in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 143(3), 625-643.
- Murias, M. P. (2004). Metodología de aplicación del Análisis Envolvente de Datos: Evaluación de la eficiencia técnica en la Universidad de Santiago de Compostela. *Dirección Xeral de Universidades*.
- Navarro, J., Maza, F., & Viana, R. (2011). La eficiencia de los hospitales colombianos en el contexto latinoamericano. *Una aplicación de análisis envolvente de datos (DEA) en un grupo de hospitales de alta complejidad*, (33), 71-93.
- Ng, Y. C. (2008). The productive efficiency of the health care sector of China. *The Review of Regional Studies*, 38(3), 381-393.
- Nunamaker, T. R. (1983). Measuring routine nursing service efficiency: a comparison of cost per patient day and data envelopment analysis models. *Health Services Research*, 18(2 Pt 1), 183.

- _____ (1985). Using data envelopment analysis to measure the efficiency of non-profit organizations: A critical evaluation. *Managerial and decision Economics*, 6(1), 50-58.
- Ortiz, David. (29 de enero de 2016). Comité Fiscal de la OCDE dio el sí a Colombia. *El Colombiano*. <http://www.elcolombiano.com/negocios/>
- OCDE/World Bank (2003), Survey on Budget Practices and Procedures. <http://ocde.dyndns.org>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. (1988). SERVQUAL: A multiple item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12–40.
- Pastor, J. (1994). How to discount environmental effects in DEA: an application to bank branches. *Documento de Trabajo del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas*.
- Pastor, J. (1995). Eficiencia, cambio productivo y cambio técnico en los bancos y cajas de ahorro españolas: un análisis frontera no paramétrico. *Revista Española de Economía* 12, 35-73
- Pedraja, F., Salinas, F. J., & Suárez, J. (2001). La medición de la eficiencia en el sector público. In *La medición de la eficiencia y la productividad* (pp. 243-268). Ediciones Pirámide.
- Pérez, J. (2004). Evaluación de la eficiencia de los departamentos en Colombia mediante Análisis Envoltante de Datos-DEA. Trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes
- Pinzón-Martínez, M. J. (2003). Medición de eficiencia técnica relativa en hospitales públicos de baja complejidad mediante la metodología Data Envelopment Analysis (DEA). *Archivos de Economía República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Dirección de Estudios Económicos. Documento, 245.*
- Poveda, A. C., & Martínez, C. I. P. (2011). Las tendencias de la pobreza y la desigualdad: una evidencia para los departamentos de Colombia. *Ensayos Revista de Economía*, 30(2), 29-50.
- Prieto, W., Barreto, C., & Mendoza, H. (2012). *Eficiencia Técnica del Sector Público*. Revista de la Facultad de Economía, Universidad Católica de Colombia. Bogotá D. C., Colombia Vol. 11

- Prior, D. (2006). Efficiency and total quality management in health care organizations: A dynamic frontier approach. *Annals of Operations Research*, 145(1), 281-299.
- Quesada, V. M., Blanco, I., & Maza, F. J. (2010). Análisis envolvente de datos aplicado a la cobertura educativa en el departamento de Bolívar-Colombia (2007-2008). *Omnia*, 16(3).
- Ramanathan, R. (Ed.). (2003). *An introduction to data envelopment analysis: a tool for performance measurement*. Sage
- Rangan, N., Grabowski, R., Aly, H. Y., & Pasurka, C. (1988). The technical efficiency of US banks. *Economics letters*, 28(2), 169-175.
- Ray, S. C. (1988). Data envelopment analysis, nondiscretionary inputs and efficiency: an alternative interpretation. *Socio-Economic Planning Sciences*, 22(4), 167-176.
- _____ (1991). Resource-use efficiency in public schools: A study of Connecticut data. *Management Science*, 37(12), 1620-1628.
- Richmond, J. (1974). Estimating the efficiency of production. *International economic review*, 15(2) 515-521.
- Rojas Luna, M. H. (2010). *Clasificación de los grupos de investigación de la facultad de ingeniería de la universidad nacional de Colombia, mediante la estimación de la eficiencia técnica utilizando análisis envolvente de datos* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado en: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Rojas, V. A. C., & Navarro, M. A. C. (2011). Medición de productividad y eficiencia de los puertos regionales del Perú: Un enfoque no paramétrico. *Informe Final del Proyecto Breve Cerrado de Investigación*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos-UNMSM y el Consorcio de Investigación Económica y S.
- Ruggiero, J. (1996). On the measurement of technical efficiency in the public sector. *European Journal of Operational Research*, 90(3), 553-565.
- _____. (1998). Non-discretionary inputs in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 111(3), 461-469.

- Ruiz, A. (2004). Aplicación del método de optimización DEA en la evaluación de la eficiencia técnica de las seccionales de la fiscalía. Documento CEDE, No 2004-12
- Santín, D. (2009). La Medición de la Eficiencia en el Sector Público. Técnicas Cuantitativas. Universidad Complutense de Madrid, Madrid
- Schmidt, P. (1976). On the statistical estimation of parametric frontier production functions. *The review of economics and statistics*, 58(2), 238-39.
- Seijas, A. (2004). Análisis de la eficiencia técnica en la educación secundaria. *Revista Galeada de Economía*. Vol. 13, 305-324
- Sengupta, J. K. (1990). Transformations in stochastic DEA models. *Journal of Econometrics*, 46(1), 109-123.
- Sherman, H. D. (1984). Hospital Efficiency Measurement and Evaluation: Empirical Test of a New Technique. *Medical Care*, 22(10), 922-938.
- Shu, T., Zhong, X., & Zhang, S. (2011). TFP Electricity Consumption Efficiency and Influencing Factor Analysis Based on DEA Method. *Energy Procedia*, 12, 91-97.
- Smith, P., & Mayston, D. (1987). Measuring efficiency in the public sector. *Omega*, 15(3), 181-189.
- Smith, P. & Street, A. (2005). Measuring the efficiency of public services: the limits of analysis. *Journal of the Royal Statistical Society Series A*. Vol 168. No 2. 401-417.
- Soto, J.A., Vásquez, S. & Villegas, J. (2010). Eficiencia en cobertura y calidad de las instituciones educativas oficiales del municipio de Dos Quebradas (Risaralda). *Scientia Et Technica*. Vol. 3 No 46
- Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Tintner, G. (1960). A note on stochastic linear programming. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, (28), 490-495.
- Törnqvist, L., (1936). The Bank of Finland's consumption price index. *Bank of Finland Monthly Bulletin* 10, 1-8.
- Visbal, D & Palacios, F. (2004). Evaluación de la eficiencia relativa en el uso de recursos de las universidades públicas colombianas mediante la

metodología Data Envelopment Analysis. Departamento de Ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá D.C.

- Wang, Y. M., & Chin, K. S. (2009). A new approach for the selection of advanced manufacturing technologies: DEA with double frontiers. *International Journal of Production Research*, 47(23), 6663-6679
- Wang, Y. M., & Lan, Y. X. (2011). Measuring Malmquist productivity index: A new approach based on double frontiers data envelopment analysis. *Mathematical and Computer Modelling*, 54(11), 2760-2771.
- Wang, Y. M., Chin, K. S., & Yang, J. B. (2007). Measuring the performances of decision-making units using geometric average efficiency. *Journal of the Operational Research Society*, 58(7), 929-937.
- Worthington, A., & Dollery, B. (2000). *Efficiency measurement in the local public sector: econometric and mathematical programming frontier techniques*. Queensland University of Technology, School of Economics and Finance.
- Zamora, A. & Navarro, J. (2014). Eficiencia de la administración pública aduanera a través del modelo DEA. *CONfines de relaciones internacionales y ciencia política*. Vol. 10 No 20.