UNIVERSIDAD CENTRAL

DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

ECONOMÍA

Eficiencia relativa de las estaciones de policía de Cundinamarca (2005-2009): una aplicación del análisis envolvente de datos

Claudia Natalia Riaño González

N.° 15

Octubre de 2013

UNIVERSIDAD CENTRAL
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, ECONÓMICAS Y CONTABLES
Departamento de Economía

DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Economía

Eficiencia relativa de las estaciones de policía de Cundinamarca (2005-2009): una aplicación del análisis envolvente de datos

Claudia Natalia Riaño González

N.º 15
Octubre de 2013

UNIVERSIDAD CENTRAL

Consejo Superior
Fernando Sánchez Torres (presidente)
Rafael Santos Calderón
Jaime Posada Díaz
Jaime Arias Ramírez
Pedro Luis González Ramírez
(representante de los docentes)
Angélica María González
(representante de los estudiantes)

Rector
Rafael Santos Calderón

Vicerrector Académico
Fernando Chaparro Osorio

Vicerrector Administrativo y Financiero
Nelson Gnecco Iglesias

Una publicación del Departamento de Economía

Darío Germán Umaña
Decano Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables

Germán Raúl Chaparro
Director del Departamento de Economía

Documentos de investigación. Economía, n.° 15.
Eficiencia relativa de las estaciones de policía de Cundinamarca (2005-2009): una aplicación del análisis envolvente de datos

ISBN para PDF: 978-958-26-0284-0
Primera edición: octubre de 2013

Autora: Claudia Natalia Riaño González
Ediciones Universidad Central
Carrera 5 n.º 21-38. Bogotá D. C., Colombia
Tels.: 334 49 97 y 323 98 68, exts. 2353 y 2356.
editorial@ucentral.edu.co editorial@ucentral.edu.co

Catalogación en la Publicación Universidad Central

Riaño González, Claudia Natalia

Eficiencia relativa de las estaciones de policía de Cundinamarca (2005-2009) : una aplicación del análisis envolvente de datos / Claudia Natalia Riaño González ; editora Edna Rocío Rivera Penagos. -- Bogotá : Ediciones Universidad Central, 2013.

47 páginas ; 28 cm. -- (Documentos de investigación. Economía ; número 15)

ISBN para PDF: 978-958-26-0284-0

1. Administración de la policía - Estadísticas – Colombia – 2005-2009 2. Análisis del crimen – Estadísticas – Colombia - 2005-2009 3. Seguridad ciudadana – Estadísticas - Colombia - 2005-2009 4. Estadística criminal – Colombia - 2005-2007 5. Mercado laboral - Aspectos económicos – Colombia - 1981-2007 I. Rivera Penagos, Edna Rocío, editora II. Universidad Central. Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables. Departamento de Economía III. Tít. IV. Serie

353.36–dc23 **PTBUC/RVP**

Producción editorial

Departamento de Comunicación y Publicaciones
Dirección: Edna Rocío Rivera Penagos
Coordinación editorial: Héctor Sanabria R.
Diseño y diagramación: Patricia Salinas G.
Diseño de carátula: Mauricio Ladino
Corrección de textos: Nicolás Rojas

Editado en Colombia - Published in Colombia

Material publicado de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons 4.0 internacional. Usted es libre de copiar, adaptar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando dé los créditos de manera apropiada, no lo haga con fines comerciales y difunda el resultado con la misma licencia del original.

Los argumentos y opiniones expuestos en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor, y reflejan su pensamiento y no necesariamente el de la Universidad Central. De igual modo, tampoco comprometen a la Policía Nacional.

Contenido

Introducción 7

1. Revisión de la literatura 9

2. Metodología 13
   2.1 Selección de las variables 15

3. Datos y estadísticas descriptivas 17

4. Resultados 23
   4.1 Modelo 1 23
   4.2 Modelo 2 30
   4.3 Modelo 3 32
   4.4 Índice de Malmquist 36
   4.5 Factores que afectan la eficiencia técnica de las estaciones de policía de Cundinamarca en el periodo 2005-2009 38

Conclusiones 43

Referencias 45

Eficiencia relativa de las estaciones de policía de Cundinamarca (2005-2009): una aplicación del análisis envolvente de datos[*]

Claudia Natalia Riaño González[**]
Universidad Central

Resumen

Este documento evalúa la eficiencia técnica de las estaciones de policía de Cundinamarca entre 2005 y 2009 mediante el análisis envolvente de datos, siguiendo un modelo de rendimientos variables a escala orientado a productos con múltiples entradas y salidas. Con este fin, en primer lugar se calcula la eficiencia técnica bajo tres modelos distintos; en segundo lugar se evalúa el cambio en la productividad, y por último se mide el impacto de las variables geográficas, sociales y económicas en la eficiencia.

Los resultados indican que la eficiencia técnica promedio oscila entre 79,09 % y 89,29 %, y la ineficiencia técnica media, entre 77,31 % y 87,17 %, lo que sugiere que las unidades policiales consideradas ineficientes podrían mejorar su desempeño si, manteniendo su nivel de insumos, aumentan la producción de sus servicios en promedio entre 12,83 % y 22,69 %, particularmente la incautación de drogas y armas de fuego ilegales, y la recuperación de motos. Se encuentra, además, una disminución del 8 % en la productividad promedio del periodo, explicada en gran parte por la contracción del cambio tecnológico experimentado entre 2006 y 2007. De otra parte, las estimaciones del panel señalan que la densidad poblacional tiene un impacto positivo y altamente significativo sobre la eficiencia técnica de las estaciones estudiadas.

Clasificación JEL: C14, L3, M2.

Palabras clave: análisis envolvente de datos (DEA), análisis de componentes principales (PCA), medición de la eficiencia, fuerzas de policía, datos de panel.

* Agradezco muy especialmente a Eduardo Bejarano y Juan Fernando Pérez sus ideas, sus valiosos comentarios y, en general, su inmensa ayuda en la elaboración de este artículo. De igual forma, a los profesores Raúl Castro e Higinio Maldonado; a Jorge Luis Baquero, del Ministerio de Defensa; al coronel Chacón, el intendente Echeverri y el teniente Néstor D'Croz de la Policía Nacional. Gracias también a Oskar Nupia y Roberto Zarama, jurados de la investigación, por sus comentarios y sugerencias, que me permitieron mejorar este trabajo. Por último, agradezco el apoyo incondicional de mi familia.

** Economista con Maestría en Economía de la Universidad de los Andes. Docente del Departamento de Economía de la Universidad Central. Correo electrónico: crianog@ucentral.edu.co

Relative efficiency of police stations of Cundinamarca (2005-2009): An application of data envelopment analysis

Claudia Natalia Riaño González
Universidad Central

Abstract

In this work, the technical efficiency of police stations of Cundinamarca between 2005 and 2009 is evaluated with the data envelopment analysis following a variable returns to scale's pattern, pointed to products with multiple inputs and outputs. To this aim, first of all, the technical efficiency is calculated from three different patterns; secondly, the change in productivity is evaluated, and finally the impact of geographical, social and economic variables on efficiency is measured.

The results point out that the average technical efficiency alternate between 79,09% and 89,29%, and the average technical inefficiency alternate between 77,31% and 87,17%. This suggests that the considered inefficient police units could improve their performance if they increase the production of their services between 12,83% and 22,69% on average, with the same level of consumables, in particular the confiscation of drugs and illegal firearms, and the recovery of motorcycles. Besides, the results show a decrease of the productivity of 8% on average in the period, which is partially explained by the contraction of the technological change happened between 2006 and 2007. By the other hand, the panel's estimations indicate that population density have a strongly possitive impact on technical efficiency of the examined police stations.

Classification JEL: C14, L3, M2.

Keywords: data envelopment analysis (DEA), principal components analysis (PCA), efficiency measuring, police forces, panel data.

Introducción

El análisis de la eficiencia de los bienes y servicios públicos ha despertado especial interés en los últimos años en el mundo, en particular en Colombia, con la aplicación del análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés). Se ha aplicado, por ejemplo, en la evaluación de la eficiencia fiscal de los departamentos colombianos (Arbeláez Mejía, 2005; Arbeláez Naranjo, 2007; Hernández, 2004; Pérez, 2004), de la educación (Alemán, Quijano, y Bermúdez, 2003), del sector salud (Maldonado y Tamayo, 2007; Nupia, Sánchez y Urdinola, 2000; Pinzón, 2003; Ramos, 2003; Sarmiento, Castellanos, Nieto, Alonso y Pérez, 2007), del sector eléctrico (Cadena et ál., 2009), de la Fiscalía (Ruiz, 2004), entre otros estudios. Sin embargo, no se encuentran antecedentes de su utilización en temas relacionados con la eficiencia de la Policía Nacional. Estudios anteriores exponen como principales razones de esta situación "la deficiencia de recursos estadísticos, los problemas asociados a la valoración y cuantificación de sus productos" (Díez-Ticio y Mancebón, 2002), la diversidad de actividades que realiza la policía y la presencia de algunos factores externos fuera de control de la institución y que afectan su eficiencia (Wu, Chen y Yeh, 2009).

Independientemente de estos argumentos, existe en el interior de la Policía Nacional de Colombia la necesidad de consolidar un organismo policial más eficiente, que, modificando los modelos de gestión, logre una adaptación que favorezca la interacción con la comunidad y la entrega transparente de información sobre la gestión y los resultados policiales, lo que permitiría la prestación de un "servicio asertivo y efectivo" (Policía Nacional, 2007a, p. 9). Esta necesidad se concreta en la inquietud en cuanto a "la combinación óptima entre hombres y medios tecnológicos con miras a obtener resultados sin desperdiciar recursos" (Ministerio de Defensa, 2009, p. 31). Por estas razones, la evaluación de la eficiencia de los servicios que la Policía Nacional ofrece es fundamental en su proceso de consolidación.

La Policía Nacional de Colombia "es un cuerpo armado permanente de naturaleza civil, a cargo de la Nación, cuyo fin primordial es el mantenimiento de las condiciones necesarias para el ejercicio de los derechos y libertades públicas, y para asegurar que los habitantes de Colombia convivan en paz" (Constitución Política de Colombia, cap. VII, art. 218). Las unidades de policía están conformadas en orden jerárquico y descendente por departamentos de policía, distritos, estaciones, subestaciones y centros de atención inmediata (Res. 9960/92, arts. 65-69).

La diversidad de las jurisdicciones en las que cada unidad de policía actúa obliga a plantear un análisis de eficiencia particular para cada caso. Por esta razón, en este trabajo se seleccionó al Departamento de Policía de Cundinamarca, conformado por 16 distritos,

116 estaciones, 36 subestaciones, 10 puestos de policía y 8 centros de atención inmediata. En el periodo 2006-2009, el departamento de Cundinamarca aportó en promedio 5,12% del total de delitos a nivel nacional, con lo cual pasó de ocupar el tercer lugar en el 2006 al sexto en el 2009, ubicado detrás de Bogotá, Cali, Bucaramanga, y los departamentos de Valle y Risaralda. En lo referente a la actividad operativa, el Departamento de Policía de Cundinamarca contribuyó en el 2009 al total nacional con el 4,79% de las capturas, el 14,50% de las recuperaciones de mercancías, motos y vehículos, y el 24,19% de las incautaciones de mercancías, armas, vehículos y drogas.

Por todo lo anterior, el objetivo general de este trabajo es evaluar la eficiencia técnica de las estaciones de policía de Cundinamarca en el periodo comprendido entre los años 2005 y 2009. Para cumplir con este propósito se sigue un procedimiento de tres etapas: en la primera se calcula una medida escalar de la eficiencia técnica de cada una de las estaciones de policía de Cundinamarca para el periodo mencionado, a través del DEA; en la segunda se evalúa el cambio en la productividad de las unidades estudiadas, por medio del índice de Malmquist, y en la tercera se plantea un panel de datos para analizar la influencia de factores externos en la eficiencia de las estaciones estudiadas.

Los resultados de esta investigación brindarán información útil al Departamento de Policía de Cundinamarca para orientar los esfuerzos de las estaciones hacia la mejora de su eficiencia operacional y de su productividad, y así entregar un mejor y más eficiente servicio a la comunidad.

Con el fin de cumplir con el objetivo del estudio, el documento se divide en cuatro partes: en la primera se revisan las metodologías y conclusiones de los trabajos que han evaluado a la policía de diferentes países a través del DEA; en la segunda se presentan datos y sus estadísticas descriptivas para cada una de las estaciones de policía evaluadas durante el periodo 2005-2009; en la tercera parte se exponen los resultados de los tres modelos elegidos para evaluar la eficiencia de las unidades objeto de estudio, así como los resultados del índice de productividad de Malmquist y del modelo panel, y en la cuarta parte se aportan las conclusiones de esta investigación.

1

Revisión de la literatura

El análisis envolvente de datos se ha empleado desde la década de los noventa para medir el desempeño de las fuerzas de policía, en los trabajos pioneros de Thanassoulis (1995), Carrington, Puthucheary, Rose y Yaisawarng (1997), y Nyhan y Martin (1999); y recientemente en los trabajos de Drake y Simper (2003a, 2005), Sun (2002), Díez-Ticio y Mancebón (2002), Verma y Gavirneni (2006), García (2007), Gorman y Ruggiero (2008), y Wu et ál. (2009). Todos estos trabajos tomaron como punto de partida un *supuesto de rendimientos a escala*; luego seleccionaron variables de insumos y productos, escogieron una técnica para evaluar la eficiencia y, finalmente, determinaron si se iba a usar un método de una o varias etapas.

Al clasificar los estudios por el tipo de eficiencia y el supuesto de rendimientos a escala que emplean, se encuentra que todas las investigaciones calculan la eficiencia técnica, ya que, dado que el servicio de policía es un servicio público, la estimación del precio de los insumos y la valoración del crimen son difícilmente estimables (Drake y Simper, 2005). En cuanto al supuesto de rendimientos a escala, un amplio número de estudios combina los modelos de rendimientos constantes a escala CCR (denominado así porque fue creado por Charnes, Cooper y Rhodes) y rendimientos variables a escala BCC (planteado por Banker, Charnes y Cooper) para medir las eficiencias general, técnica y de escala (Carrington et ál., 1997, Nyhan y Martin, 1999, Sun, 2002). Pero otros asumen exclusivamente los rendimientos constantes a escala (Thanassoulis, 1995) o los rendimientos variables a escala (Gorman y Ruggiero, 2008).

La particularidad y complejidad de los servicios que provee la policía hace que la selección de las variables sea compleja. Generalmente, las investigaciones realizadas han permitido diferenciar la selección de insumos y de productos. Los trabajos desarrollados encuentran que existen dos orientaciones básicas para la selección de insumos: el enfoque de producción, planteado por Drake y Simper (2003, 2005), y el enfoque de costos.

El enfoque de producción se centra en la incidencia de los delitos, es decir, en la relación entre delitos cometidos y delitos esclarecidos, y excluye otras actividades que realiza la policía, como las preventivas. Ejemplo de esta aproximación es el trabajo de Thanassoulis (1995), en el que las variables elegidas revelan una relación directa entre los insumos (número de oficiales de policía, número de crímenes violentos, robos y otros crímenes registrados) y los productos (número de crímenes violentos, robos y otros crímenes aclarados). Por otro lado, la orientación de costos le concede a la institución de policía el carácter de una firma y, por lo tanto, relaciona insumos con los costos. Por ejemplo, Nyhan y Martin (1999) y Drake y Simper (2003a; 2005) incorporan el presupuesto total como insumo, y Wu et ál. (2009), los costos laborales, generales de operación y del equipo.

En cuanto a la selección de productos, se diferencian las actividades de las fuerzas de policía en actividades de respuesta (reactivas) y actividades de prevención (proactivas). En las de respuesta (reactivas), "la policía reacciona ante actividades criminales"; ejemplo de estas variables son el número de robos y crímenes esclarecidos (Drake y Simper, 2005; Sun, 2002; Thanassoulis, 1995; Wu et ál., 2009), y la tasa de aclaración de delitos violentos y robos (Díez-Ticio y Mancebón, 2002). Las actividades preventivas (proactivas) son aquellas que "protegen, ayudan y tranquilizan a los ciudadanos y previenen el crimen"; dentro de este grupo están las siguientes variables: número de accidentes de tránsito, número de kilómetros recorridos por los vehículos de la policía (Carrington et ál., 1997, p. 421; Drake y Simper, 2002) y satisfacción de la población con la seguridad pública (Wu et ál., 2009).

El tema de la selección de variables es tan particular que Drake y Simper (2003b) estudian los problemas asociados a la selección de insumos y productos con los que se calcula la medida de eficiencia de las fuerzas de policía. Consideran que, para la elección de las variables de entrada, el criterio que debe primar es la no restricción de las especificaciones, mientras que para la selección de productos, los autores resaltan la complejidad del proceso, porque la policía ofrece un portafolio de servicios muy amplio, que pueden clasificarse como de respuesta (reactivos) y preventivos (proactivos).

Por otro lado, los autores llaman la atención sobre la inclusión de productos como el nivel del crimen, porque recuerdan que, aunque bajo un análisis económico los productos son realizados únicamente por la combinación de insumos, sin embargo variables como el nivel de crimen existirán independientemente de los recursos con los que la policía cuente. Entonces, "la medida de eficiencia debería reflejar el impacto de la policía en la disminución del crimen" (Drake y Simper, 2003b). La variable del nivel de crimen está influida por variables sociológicas y ambientales, por lo que habrá que aislar su efecto real sobre los productos de la policía; pero, como esto es complejo, se deben utilizar otras variables, como el número de crímenes aclarados.

Otros estudios han empleado diferentes técnicas paramétricas y no paramétricas en la evaluación de la eficiencia de las fuerzas de policía. En este grupo están los estudios de Díez-Ticio y Mancebón (2002), y Drake y Simper (2003a). El primero evalúa la eficiencia de las actividades de investigación criminal llevadas a cabo por la policía de España, a través del DEA multiproducto y considerando dos funciones de producción con insumos compartidos. Los resultados muestran que, de las cuarenta y siete fuerzas de policía estudiadas, solo dos son globalmente eficientes. Al valorar únicamente los crímenes violentos, se encuentra que seis fuerzas de policía son eficientes, mientras que al determinar únicamente la solución de crímenes contra la propiedad, son siete las unidades eficientes. Al analizar los promedios de eficiencia, el de delitos violentos excede al de delitos contra la propiedad en 16,6 %, lo que se explica por la prioridad que las autoridades le confieren a estos delitos, dada la alta presión social que existe para disminuirlos. Drake y Simper (2003a) demuestran las diferencias en la eficiencia estimándola mediante cuatro modelos de funciones de distancia paramétricas y no paramétricas, para el periodo 1996-1999. Los resultados obtenidos indican que existe una fuerte relación y correlación entre el DEA y la frontera de distancia estocástica de insumos (SIDF).

Finalmente, un número importante de estudios emplean un procedimiento de dos etapas: en la primera se calcula una medida escalar de eficiencia usando el DEA, y en la segunda se estima una regresión donde la variable dependiente es el valor escalar de la eficiencia y las variables independientes son los factores ambientales, socioeconómicos y demográficos que tienen impacto en la actuación de las fuerzas de policía. En este grupo está el trabajo de Carrington

et ál. (1997), que incluye la proporción de gente joven en la población (entre 15 y 29 años), la ubicación de la patrulla (área rural o metropolitana) y la proporción de viviendas públicas; Sun (2002) considera la localización, el área de jurisdicción, la población y la proporción de jóvenes en la jurisdicción; García (2007) incluye la población y utiliza dos tasas *(detenidos/delitos esclarecidos)* y *(delitos esclarecidos/delitos)*, para cada uno de los delitos: contra el patrimonio, contra las personas, contra la libertad e intimidad sexual, entre otros; Gorman y Ruggiero (2008) eligen el porcentaje de madres solteras, la tasa de pobreza, el porcentaje de individuos en la fuerza de trabajo, la población y la población por milla cuadrada; finalmente, Wu et ál. (2009) toman el número de viviendas públicas, la población, la población por kilómetro cuadrado, el porcentaje de desempleo, el nivel de educación y el promedio de ingresos anuales del hogar.

Para medir el impacto de las variables ambientales y sociológicas, estas se deben incluir de manera directa en el análisis de eficiencia relativa o en un análisis de regresión en el que se establece la relación entre estas variables y la eficiencia relativa. El método Tobit es el más empleado en la estimación de la regresión (Carrington et ál., 1997; Gorman y Ruggiero, 2008); en menor proporción se emplean la regresión logística (García, 2007) y la regresión por mínimos cuadrados ordinarios (Gorman y Ruggiero, 2008; Wu et ál., 2009).

La mayoría de estudios concluye que las variables ambientales y socioeconómicas explican muy poco la eficiencia, ninguna es significativa en un 5% y, por lo tanto, no inciden en la eficiencia (Carrington et ál., 1997; García, 2007; Sun, 2002). Sin embargo, Drake y Simper (2005) indican que los factores ambientales, socioeconómicos y demográficos tienen un impacto en la actuación de las fuerzas de policía que no es captado en un DEA tradicional. En la misma línea, Gorman y Ruggiero (2008) encuentran que los coeficientes de las variables de madres solteras, población y tasa de pobreza tienen signo negativo y son significativas en un 95%. Adicionalmente, el signo de la variable de población por milla cuadrada es positivo, y el coeficiente de pobreza es estadísticamente significativo, pero reporta el signo contrario a lo esperado.

2

Metodología

Farrell (1957) proporciona una "medida satisfactoria de eficiencia productiva" (p. 253), y la diferencia en tres categorías: la eficiencia técnica, que es la capacidad de una unidad para obtener el máximo producto, dado su conjunto de insumos; la eficiencia asignativa, que indica la capacidad de una unidad para utilizar los insumos en proporciones óptimas, dados sus precios relativos, y la eficiencia global, que se obtiene del producto de la eficiencia técnica y la asignativa. El análisis de Farrell se construye bajo el supuesto de que la frontera de producción se conoce previamente, pero esto en la realidad difícilmente se cumple, por lo que es necesario estimarla empleando métodos paramétricos o no paramétricos, cuya diferencia radica en la especificación de la forma funcional de la frontera de producción.

El DEA es introducido por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) como una extensión del trabajo de Farrell (1957). El DEA es una técnica no paramétrica, que con herramientas de programación matemática permite construir una frontera de posibilidades de producción, lo que facilita la identificación de *unidades tomadoras de decisión* (DMU, por sus siglas en inglés) eficientes e ineficientes. Adicionalmente, no requiere una especificación inicial de la función de producción, facilita trabajar con múltiples productos y permite evaluar factores externos que afectan la eficiencia. El DEA requiere especial atención en la elección de los insumos y productos, así como del supuesto de rendimientos a escala bajo el cual se calculará la eficiencia (Sun, 2002). En este contexto, la DMU se define como "aquella entidad responsable de convertir insumos en productos" (Cooper, Seiford y Tone, 2007, p. 22). Para el propósito de este artículo, las DMU son las 116 estaciones de policía de Cundinamarca.

Partiendo de un conjunto homogéneo de DMU, el DEA reúne en un solo índice el conjunto de salidas, llamado "salida virtual", y el conjunto de entradas, denominado "entrada virtual"; posteriormente, los dos índices constituyen la fracción a maximizar en los problemas de programación lineal. De esta manera se construye un solo índice que reúne la información ponderada de todas las entradas y salidas de las unidades analizadas.

Una vez conocido el valor de los ponderadores, se encuentra el puntaje de eficiencia para cada DMU, lo que permite compararlas entre sí. Este valor oscila entre 0 y 1, donde 1 se considera eficiente con respecto a las demás y 0, ineficiente. El DEA permite identificar la ineficiencia de una unidad frente a sus equivalentes eficientes, es decir, con unidades que cuenten con insumos y productos similares, ya que, si cuentan con insumos similares, su producción también lo sería.

Adicionalmente, el DEA responde interrogantes relacionados con la reducción de insumos mientras se mantiene constante el nivel de

insumos —lo que se conoce como modelo con orientación de productos—. El DEA requiere establecer un supuesto sobre los rendimientos a escala que caracterizan la tecnología de producción, los cuales permiten entender cómo cambia el producto al incrementar todos los factores de producción. Existen tres casos: rendimientos constantes a escala, rendimientos crecientes a escala y rendimientos decrecientes a escala (Varian, 1999). De acuerdo con el supuesto que se establezca respecto a los rendimientos a escala, surgen dos tipos de modelos: DEA-CCR y DEA-BCC. Cuando el DEA opera bajo rendimientos constantes a escala, corresponde a un DEA-CCR, y cuando opera bajo rendimientos variables a escala, se habla de un DEA-BCC.

El DEA "determina para cada DMU la razón máxima de la suma de sus productos ponderados con respecto a la suma de los insumos ponderados, donde dichos pesos ponderados son determinados por el modelo mismo" (Pérez, Quijano y Bermúdez, 2003). Lo anterior se ilustra por medio de la razón de eficiencia planteada en la ecuación (1) (Cooper et ál., 2007).

$$\textit{razón de eficiencia} = \frac{\sum_{r=1}^{s} y_r \ _r}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_i} \qquad (1)$$

Donde y_r equivale a la cantidad del producto r; $_r$ equivale al peso ponderado del producto r; v_i al peso ponderado del insumo i, y x_i, al insumo *i*.

Esta razón de eficiencia se transforma en un problema de programación lineal, dependiendo de la orientación del modelo y el supuesto de rendimientos a escala. Así, la eficiencia relativa de la DMU bajo rendimientos variables a escala —es decir, el modelo BCC en forma fraccional— se puede encontrar resolviendo el siguiente problema de minimización (Banker, Charnes y Cooper, 1984):

$$\min \frac{vx_0 - v_0}{y_0}$$

$$\text{Sujeto a:} \quad \frac{vx_j - v_0}{y_j} \geq 1 (j = 1,...,n) \qquad (2)$$

$$v \geq 0, \quad \geq 0, v_0, \textit{ no restringida}$$

Este modelo busca obtener el conjunto óptimo de pesos $_r$ y v_i que minimicen la eficiencia relativa de la unidad que está siendo evaluada, definida como la razón "entre la suma ponderada de insumos y la suma ponderada de productos, sujeta a la restricción de que ninguna unidad puede tener una puntuación de eficiencia mayor que uno usando estos mismos pesos" (Coll y Blasco, 2006).

Al ser *linealizado*, el modelo BCC formulado en el problema (2) se expresa como:

$$min_{v, \ ,v_0} Z = vx_0 - v_0$$

$$\text{Sujeto a:} \quad y_0 = 1$$

$$vX - \quad Y - V_0 e \geq 0 \qquad (3)$$

$$v \geq 0, \quad \geq 0, v_0, \textit{ no restringida}$$

Donde *Y* es la matriz de productos; x_0 representa el vector de insumos de la unidad que está siendo evaluada; *X* es la matriz de insumos; es el vector de pesos de los productos, y v, el vector de pesos de los insumos.

Tanto en la función objetivo como en las restricciones aparece el término constante v_0. Al resolver el modelo se encuentra el v óptimo v_0^*: si $v_0^* > 0$, existen rendimientos crecientes a escala; si $v_0^* < 0$, hay rendimientos decrecientes a escala, y si $v_0^* = 0$, existen rendimientos constantes a escala. El resultado de eficiencia del modelo BCC muestra la cantidad por la cual los productos de una DMU particular deben modificarse para estar en la frontera eficiente.

El problema 3 puede plantearse en su forma dual para darle paso al modelo DEA BCC en forma envolvente, lo que permite identificar las holguras presentes en los insumos y productos:

$$max_{\eta,\lambda} \eta$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} X\lambda &\le x_0 \\ \eta y_0 - Y\lambda &\le 0 \\ e\lambda &= 1 \\ \lambda &\ge 0 \end{aligned} \qquad (4)$$

Donde η es un escalar que indica el puntaje de eficiencia en este caso para cada una de las estaciones de policía. Una estación de policía será considerada eficiente si η^* es igual a uno y las variables de holgura son todas nulas. En este sentido, una estación de policía será eficiente si y solo si no es posible mejorar ningún insumo o producto sin desmejorar algún otro.

Los valores de eficiencia obtenidos resolviendo los problemas (2), (3) y (4) evidencian la habilidad de la Policía para convertir insumos en productos bajo los rendimientos a escala elegidos. Sin embargo, pueden existir factores externos que no son controlables por la institución y pueden afectar los resultados de la eficiencia (Carrington et ál., 1997; Sun, 2002; Wu et ál., 2009). Para ello, la literatura tradicionalmente ha utilizado el análisis de regresión propuesto por Ray (1991), plasmado en la ecuación (5):

$$ET = \alpha + \beta z + \varepsilon \qquad (5)$$

Donde *ET* es el vector de los puntajes de eficiencia técnica de todas las DMU, α y β son los parámetros a estimar, *z* es la matriz de los factores externos y ε es el vector de residuos.

Para analizar los cambios de la eficiencia en varios momentos, se calcula el índice de Malmquist, el cual "evalúa el cambio en la productividad de una DMU entre dos periodos de tiempo" (Cooper, Seiford y Tone, 2007, p. 328), y se expresa a través de la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{D_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D_0^t(x_0^t, y_0^t)} \frac{D_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)}^{\frac{1}{2}} \qquad (6)$$

Donde $D_0^t(x_0^t, y_0^t)$ representa el puntaje de eficiencia de la DMU_0 en el periodo t; $D_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$ representa el puntaje de eficiencia para la DMU_0 en el periodo $t+1$, y el término $D_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)$ muestra la combinación insumo-producto del periodo *t* con respecto a la frontera de producción del periodo $t+1$.

La primera componente mide el cambio en la eficiencia técnica, y la segunda, el cambio en la frontera tecnológica entre el periodo *t* y el periodo $t+1$.

2.1 Selección de las variables

La determinación de los insumos y los productos de las actividades de la policía es una tarea compleja porque esta abarca una amplia gama de servicios (Drake y Simper, 2002; Wu, Chen y Yeh, 2009). En este contexto, Redshaw y Bunt (1997) consideran que la policía debe concentrarse en la prevención de la delincuencia y el mantenimiento del orden público, sin descuidar tareas relacionadas con el bienestar de la sociedad. Byrne, Dezhbakhsh y King (1996), por su parte, establecen que las funciones de la policía son la aplicación de la ley mediante las actividades de prevención y represión de la delincuencia, y el servicio público, que incluye la regulación de actividades diferentes al crimen. Por otro lado, Drake y Simper (2003a y 2005) dividen las actividades policiales en dos categorías: de respuesta (reactivas) y de prevención (proactivas).

Siguiendo la última categorización, se puede afirmar que la Policía Nacional de Colombia realiza actividades tanto de respuesta (reactivas) como de prevención (proactivas), con el fin de "mantener la convivencia y seguridad ciudadana", y llevando a cabo diversos "procedimientos y operaciones con el fin de prevenir, disuadir, controlar e investigar la materialización de hechos delictivos" (Policía Nacional de Colombia, 2007b). Enseguida se describe cada una de estas actividades:

- **Servicio de policía:** el servicio que presta la Policía está orientado hacia las necesidades

y las expectativas de la comunidad; busca proporcionar información y atención a la ciudadanía, y considera las quejas, reclamos y la percepción de la población en sus procesos de mejoramiento.

- **Prevención:** la labor policial incluye la responsabilidad de identificar y controlar los motivos que generan inseguridad en una comunidad estableciendo vínculos con esta, las instituciones y las autoridades, a través de una metodología de participación, interlocución y capacitación.
- **Disuasión:** la Policía pretende desestimular la ocurrencia del delito o contravención mediante la aplicación de los correctivos establecidos en el Código Nacional de Policía, el desarrollo de procesos pedagógicos con comunidades de alto riesgo y la aplicación de herramientas de solución del conflicto.
- **Inteligencia:** la Policía busca transformar la información criminal (identificación y levantamiento) en herramienta fundamental para la toma de decisiones y la ejecución de sus operaciones.
- **Control de delitos y contravenciones:** la Policía pretende hacer cumplir las normas, a través del apoyo efectivo de las unidades de policía sometidas a cualquier tipo de ataque.
- **Investigación criminal:** la labor de la Policía también implica "esclarecer la conducta punible" con la recolección de pruebas que identifiquen "delito, delincuente, víctima y circunstancias".

De manera complementaria a esta categorización y siguiendo la revisión de la literatura, existen las dos orientaciones básicas ya mencionadas para la selección de insumos: el enfoque de costos y el enfoque de producción. La selección de insumos de este trabajo se hace bajo este último enfoque, al considerar el número de delitos como insumo y el número de capturas, incautaciones y recuperaciones como productos, sin incluir el número de delitos aclarados como lo hacen los trabajos de Drake y Simper (2002, 2003a y 2005), Sun (2002) y Wu et ál. (2009), dado que la Policía colombiana no tiene incidencia directa sobre la aclaración de delitos, solo hace un trabajo intermedio de investigación e inteligencia que le permite a instancias superiores, como la Fiscalía General de la Nación, la aclaración de las conductas delictivas.

De acuerdo a lo expuesto, teniendo en cuenta las variables empleadas en los trabajos mencionados y la disponibilidad de información, este trabajo considera inicialmente once insumos y ocho productos, que corresponden a las actividades que desarrolla la Policía Nacional (véase la tabla 1). Las actividades preventivas que realiza la Policía, así como los consejos de seguridad municipales y departamentales, se excluyen del análisis porque no registran información completa para el periodo 2005-2009.

A partir de los resultados obtenidos en la primera etapa, se plantea un panel para encontrar los factores que explican la eficiencia que tiene una estación de policía de Cundinamarca. Para ello, en este artículo, la variable explicada es la medida escalar de la eficiencia, y las variables explicativas a considerar son la *pobreza*, los *ingresos por persona*, la *población*, la *densidad poblacional*, el *desplazamiento*, la *presencia de grupos ilegales* y de *cultivos ilícitos*, las variables *dicotómicas de tiempo* y la *presencia estatal* en el municipio.

La elección de las variables *población* y *densidad poblacional* coincide con los trabajos de Carrington et ál. (1997), Sun (2002), Drake y Simper (2003b), García (2007), Gorman y Ruggiero (2008), y Wu et ál. (2009). La variable *ingresos por habitante* se encuentra en los artículos de Nyhan y Martin (1999), y Wu et ál. (2009).

3

Datos y estadísticas descriptivas

La información que se utilizó en este trabajo proviene básicamente de tres fuentes: las bases de datos de la Policía Nacional de Colombia, que proporcionaron los datos de insumos y productos; la Gobernación de Cundinamarca, que suministró los datos sobre los factores socioeconómicos y demográficos de los municipios estudiados, y el Ministerio de Defensa y la base de datos del Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE), que aportaron las cifras relacionadas con la presencia de grupos subversivos.

La tabla 1 presenta las estadísticas de las variables utilizadas en el análisis para obtener el promedio correspondiente a los años estudiados. El número de policías, vehículos y armas promedio durante el periodo analizado fue 20,84, 2,02 y 27,12, respectivamente. El número de delitos promedio fue de 11,07 casos, de los cuales los de mayor presencia fueron el hurto común, con 38,34 casos, y las lesiones comunes, con 25,63 casos. En lo que respecta a las actividades operativas de las estaciones de Cundinamarca, estas estuvieron entre 2,30 y 1590,20, siendo las de mayor promedio las capturas (171,37) y la incautación de mercancías (116,84), mientras que la actividad de menor promedio del periodo fue la recuperación de motos (2,31).

Al observar los promedios de las variables en el periodo 2005-2009, se encuentra que la mayoría aumentaron; solo disminuyeron algunos delitos que afectan la seguridad democrática y la seguridad ciudadana: las capturas, las recuperaciones de motos, autos, mercancías y la incautación de drogas.

El crecimiento promedio para todas las estaciones indica que la variable de mayor incremento fue la de vehículos (85,75%), seguida por las incautaciones de drogas (79,27%), mientras que las que disminuyeron en promedio fueron las recuperaciones de vehículos (–22,01%), motos (–24,31%) y mercancías (–15,61%). En cuanto a los delitos, las lesiones en accidentes de tránsito (60,17%) y las lesiones comunes (42,38%) fueron las de mayor aumento en el periodo, mientras que el menor crecimiento correspondió a otros delitos que afectan la seguridad democrática (0,53%).

Tabla 1. Estadísticas descriptivas por tipo de variable (2005-2009)[1]

	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Máximo	Crecimiento anual medio (%)
Policías	575	20,84	38,2	522	15,72
Armas	575	27,2	56,87	739	20,08
Vehículos	575	2,02	7,8	123	85,75
Delitos de impacto que afectan la seguridad democrática (número de casos)					
Homicidios comunes	575	8,08	22,11	303	6,94
Muertes en accidentes de tránsito	575	2,56	4,77	38	13,04
Otros delitos que afectan la seguridad democrática	575	0,84	2,56	39	0,53
Delitos de impacto que afectan la seguridad ciudadana (número de casos)					
Lesiones comunes	575	25,63	25,64	1259	42,38
Lesiones en accidentes de tránsito	575	7,64	18,61	235	60,17
Hurtos comunes	575	38,34	117,04	1443	8,49
Hurtos de vehículos	575	2,93	10,9	163	23,44
Otros delitos que afectan la seguridad ciudadana	575	3,18	4,6	42	–1,26
Actividades operativas (números de casos)					
Capturas	575	171,37	422,71	4879	17,98
Autos recuperados	575	4,53	12,36	161	–22,01
Mercancías recuperadas	575	26,67	64,13	672	–15,61
Motos recuperadas	575	2,31	4,58	41	–24,31
Armas sin permiso incautadas	575	10,36	17,35	179	0,57
Armas con permiso incautadas	575	7,5	16,45	168	31,27
Mercancías incautadas	575	116,84	257,4	2607	39,05
Droga incautada	575	9,8	69,62	1243	79,27

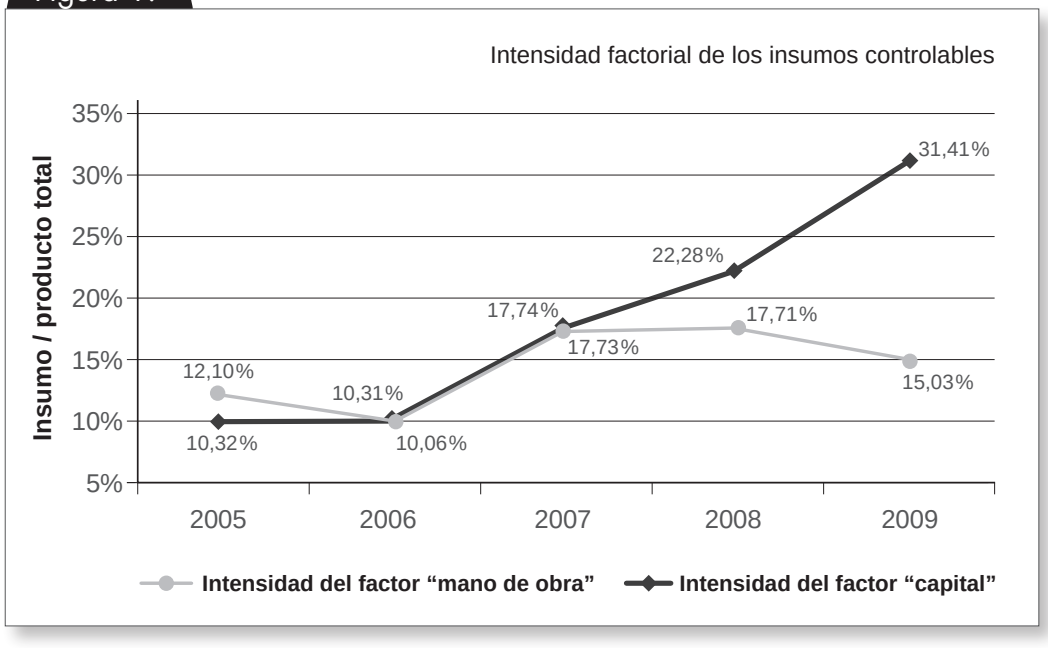
Fuente: elaboración propia con base en los datos de la Policía Nacional.

Es interesante describir la intensidad factorial de los insumos controlables por la Policía con respecto a la operatividad total, que representa la participación de cada insumo sobre el total de operaciones realizadas por las estaciones de policía en cada año. Esto se ilustra en la figura 1, en la que también se observa que las estaciones de policía al inicio del periodo empleaban una mayor proporción de mano de obra (12,10%) frente al capital (10,32%). Sin embargo, a partir de 2007 se observa un cambio en la composición de la intensidad factorial; las armas y los vehículos representados por el capital se convierten en el factor de mayor intensidad, al registrar en el 2009 una intensidad de 31,41% y 15,03%, respectivamente. Este

1 El valor mínimo de todas las variables fue 0; para poder incluirlas en el DEA se reemplazaron por 0,01.

comportamiento es el resultado del proceso de renovación tecnológica de armamento corto que adelanta la institución desde el 2005, cuyo objetivo es la estandarización de pistolas de 9 mm de última generación como único modelo de arma corta (Policía Nacional de Colombia, 2009).

Figura 1.



Fuente: elaboración propia.

Algunas de las variables mencionadas en la tabla 1 se agrupan en componentes principales, primero, para evitar el problema de dimensionalidad presente en el DEA cuando hay un excesivo número de insumos y productos en relación con el número de DMU (Adler y Golany, 2006), y, segundo, porque se encuentran muy correlacionadas entre ellas durante el periodo 2005-2009. Un ejemplo de lo anterior se ilustra en la tabla 2, donde se evidencian correlaciones superiores al 81% entre el número de policías, vehículos y armas. De manera similar, se encuentra una alta correlación entre los delitos de homicidio común, lesiones comunes, hurto común y hurto de vehículos, y en las operaciones de recuperación de autos y mercancías, así como entre la incautación de armas con permiso y las mercancías.

Tabla 2. Matriz de correlación entre policías, vehículos y armas (2005-2009)

	Policías	Vehículos	Armas
Policías	1		
Vehículos	0,82	1	
Armas	0,93	0,84	1

Fuente: elaboración propia.

Para verificar las altas correlaciones y la consecuente pertinencia de emplear el análisis de componentes principales, se verifica el determinante de la matriz de correlación y los resultados de las pruebas de independencia, que arrojan un KMO (media de la adecuación maestral de Kaiser-Meyer-Olkin) próximo

a 1, lo que significa que los datos son adecuados para realizar un modelo de análisis factorial. La prueba de esfericidad de Barlett permite rechazar la hipótesis nula de variables iniciales no relacionadas, por lo que también apoya la aplicación de componentes principales.

Los autovalores únicamente son mayores a 1 en la primera componente. Asimismo, la varianza total explicada por la primera componente oscila entre 87,39% y 93,13% para todas las variables analizadas, por ello se opta por emplear la primera componente en todos los casos. Un ejemplo de lo anterior se ilustra en la tabla 3, donde aparecen los autovalores para las variables de policías, vehículos y armas, cuya primera componente explica el 91% de la varianza. Por su parte, la tabla 4 muestra la composición de la primera componente de los diferentes grupos de variables integradas, destacando que todas las variables participan de manera equitativa en la construcción de la componente.

Finalmente, en la tabla 5 aparecen las variables originales: las compuestas que ingresaron al modelo DEA, junto con la notación correspondiente.

Tabla 3. Autovalores de las variables de policías, vehículos y armas

Componente	Autovalor	Diferencia	% de la varianza	Acumulado
Componente 1	2,73	2,53	0,91	0,91
Componente 2	0,20	0,14	0,07	0,98
Componente 3	0,07	.	0,02	1,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Componentes principales

Variable	Componente 1
Policías	0,35
Vehículos	0,34
Armas	0,35
Homicidios comunes	0,26
Lesiones comunes	0,27
Hurtos comunes	0,27
Hurtos de vehículos	0,28
Autos recuperados	0,52
Mercancías recuperadas	0,52
Armas con permiso incautadas	0,53
Mercancías incautadas	0,53

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Variables insumo y producto

Variable		Composición	Notación
Insumos	Componente de unidades de policía	Policías, vehículos y armas	PC1_UNIPOLI
	Componente de delitos	Homicidios comunes, lesiones comunes, hurtos comunes y de vehículos	PC1_DEL
	Muertes en accidentes de tránsito		MUERTES_AT
	Lesiones en accidentes de tránsito		LESIONES_AT
	Otros delitos de impacto que afectan la seguridad democrática		OTROS_SEGDE
	Otros delitos de impacto que afectan la seguridad ciudadana		OTROS_SEGC
Productos	Componente de recuperaciones	Autos recuperados y mercancías recuperadas	PC1_RECUP
	Componente de incautaciones	Armas con permiso y mercancías incautadas	PC1_INC
	Motos recuperadas		MOTOS_RECUP
	Armas sin permiso incautadas		ARMAS_SINP
	Drogas incautadas		DROGAS_INC

Fuente: elaboración propia.

4

Resultados

En esta sección se presentan los resultados de tres modelos diferentes, considerando 115[2] estaciones de policía, para cada uno de los años del periodo 2005-2009, bajo el enfoque de producción y el supuesto de rendimientos variables a escala. La asunción de este enfoque se debe a que no todos los factores productivos son controlados por la Policía, ya que allí se están incluyendo los delitos. El supuesto de rendimientos variables a escala permite incluir en los modelos la heterogeneidad de las estaciones consideradas. De igual forma, se exponen los resultados obtenidos por el índice de Malmquist y del modelo de panel posterior.

Los cálculos de eficiencia técnica se obtuvieron mediante el programa Frontier Analyst 4, y el análisis de la regresión y las pruebas estadísticas, con Stata 11.

4.1 Modelo 1

El modelo 1, o modelo general, comprende todas las estaciones de policía y todas las variables para cada uno de los años del periodo 2005-2009. Las tablas 6, 7 y 8 muestran los resultados de la eficiencia técnica de este modelo. La media de eficiencia de las estaciones de Cundinamarca durante el periodo 2005-2009 fue 89,29%. El puntaje de eficiencia promedio oscila entre 49,34% y 100%. En promedio para el periodo estudiado, 96 estaciones obtuvieron puntajes de eficiencia inferiores a 100, lo que las identifica como ineficientes, con una media estadística de 87,17. Esto indica que estas estaciones podrían mejorar su desempeño manteniendo constante su nivel de insumos y aumentando en promedio 12,83% los productos.

Tabla 6. Eficiencia técnica de las estaciones de policía de Cundinamarca (2005-2009)

	2005	2006	2007	2008	2009	Periodo
Media	87,66	88,79	89,35	88,79	91,86	89,29
Desviación estándar	18,86	18,73	18,82	20,66	16,13	10,07
Mínimo	27,31	25,73	16,44	17,78	30,16	49,34
Máximo	100	100	100	100	100	100
Intervalo de confianza						
Límite superior	91,10	92,21	92,79	92,56	94,81	91,13
Límite inferior	84,21	85,37	85,91	85,01	88,92	87,45

Fuente: elaboración propia.

2 Se excluye del análisis la Estación de Policía Pasca, porque para el año 2007 no realizó ninguna actividad operativa.

Este aumento en las actividades operativas tendría mayor incidencia en la eficiencia promedio de las unidades si se produjera especialmente en las recuperaciones y las capturas, ya que —de acuerdo con la tabla 8— estas aportan 32,95% y 24,46%, respectivamente, al puntaje promedio de eficiencia. Por su parte, las actividades que al parecer menos aportan a la eficiencia son las ligadas a las incautaciones de drogas (11,21%). Del lado de los insumos, son los delitos (42,87%) y las unidades de policía (33,49%) los que al parecer más aportan al puntaje de eficiencia técnica, mientras que los delitos asociados a la seguridad democrática son los que menos contribuyen.

Tabla 7. Porcentaje promedio de contribuciones insumo/producto al puntaje de eficiencia técnica

		Promedio (2005-2009)	
		Media	Desviación estándar
Insumos	Componente de unidades de polícia	33,49	5,73
	Muertes en accidentes de tránsito	7,03	5,38
	Otros delitos de seguridad democrática	1,44	5,08
	Componente de delitos	42,87	2,95
	Lesiones en accidentes de tránsito	6,90	8,91
	Otros delitos de seguridad ciudadana	8,27	6,07
Productos	Capturas	24,46	2,91
	Componente de recuperaciones	32,95	2,74
	Recuperación de motos	8,78	5,56
	Incautación de armas ilegales	19,63	6,60
	Componente de incautaciones	12,97	9,12
	Incautación de drogas	1,21	3,76

Fuente: elaboración propia.

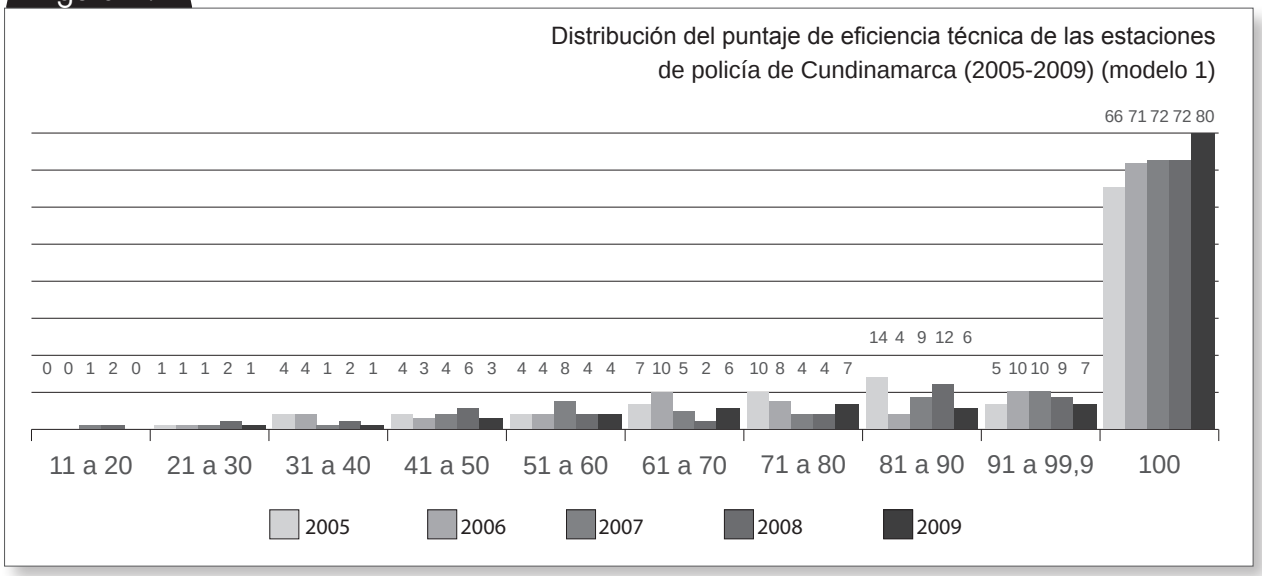
Tabla 8. Distribución de las estaciones de policía según sus rendimientos a escala

	2005	2006	2007	2008	2009
Estaciones eficientes					
Rendimientos constantes a escala	66	71	72	72	80
Estaciones ineficientes					
Rendimientos constantes a escala	0	0	0	0	0
Rendimientos crecientes a escala	20	29	28	25	24
Rendimientos decrecientes a escala	29	15	15	18	11

Fuente: elaboración propia.

En promedio, 16,52% de las 115 estaciones de policía de Cundinamarca podrían ser consideradas como eficientes durante los años 2005 y 2009. Cabe señalar que el número de unidades eficientes aumentó de 66 en el 2005 a 80 en el 2009 (figura 2).

Figura 2.



Fuente: elaboración propia.

Se observa también en la figura 2 que los puntajes mínimos promedio inician en el rango 11-20 para la mayor parte del horizonte de tiempo. Sin embargo, para los años 2007 y 2008 se registraron valores inferiores al valor mínimo promedio 20,36%. Para el año 2008, específicamente, registraron dichos valores inferiores las estaciones de Paratebueno (17,78%) y Tibirita (21,65%)[3]. Es bueno señalar que estas estaciones lograron mejorar su desempeño en el 2009, al ubicarse en el grupo de estaciones eficientes durante ese año.

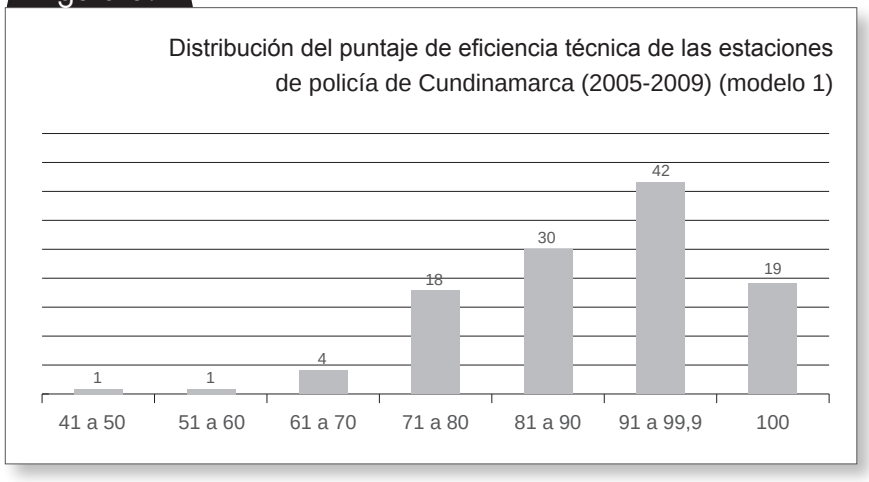
Por otra parte, las estaciones de Tena, La Mesa y San Francisco, aunque permanecieron con un puntaje de eficiencia relativa de 100% del año 2005 al 2008, en el 2009 decayeron registrando 98,48%, 86,98% y 61,0%, respectivamente. Esta conducta se explica porque hubo cambios fuertes ese año en las variables que más inciden en la eficiencia de las estaciones: aumentaron las unidades de policía en un 39,57% (La Mesa), 62,92% (Tena) y 349% (San Francisco); los delitos se incrementaron en La Mesa (96,15%) y en Tena (7,51%), pero disminuyeron un 40,22% en San Francisco; el nivel de capturas mejoró para La Mesa (178,79%) y Tena (181,25%), pero cayó en San Francisco (21,74%), y las recuperaciones cambiaron positivamente para La Mesa (26,09%) y San Francisco (0,32%), pero se contrajeron en Tena (–57,06%).

La eficiencia relativa promedio 2005-2009 (figura 3) reporta que la mayoría de estaciones (42) tienen puntajes entre 91% y 99,9%. Solo 19 estaciones de las 115 analizadas son eficientes para todos los años del periodo: Agua de Dios, Anapoima, Carmen de Carupa, Cachipay, Chía, El Colegio, Gacheta, Girardot, Guaduas, La Palma, Lenguazaque, Pulí, Soacha, Sopó, Susa, Tausa, Ubaté, Vianí y Zipaquirá. Estas estaciones tienen en común que, en promedio, durante el periodo 2005-2009 aumentaron considerablemente el pie de fuerza (126,19%) y el capital (vehículos, 258,08%, y armas, 104,55%). De igual forma, incrementaron las actividades operativas: las incautaciones de mercancías (224,87%), de armas con permiso (58,89%) y de drogas (15,15%). Aunque disminuyeron las recuperaciones de motos (–75,10%), de autos (61,30%), de mercancías (–52,96%) y las capturas (–33,70%). En cuanto al nivel de delitos, se agravaron las lesiones

3 Estas dos estaciones se caracterizaron en el año 2008 porque el 95% de sus insumos estaban concentrados en los componentes de unidades de policía y delitos, y un 99% de sus productos, en capturas e incautaciones de armas ilegales.

en accidentes de tránsito (384,23%), las lesiones comunes (242,95%) y el hurto de vehículos (161,18%), mientras que se atenuaron los otros delitos que impactan sobre la seguridad democrática (–56,28%).

Figura 3.

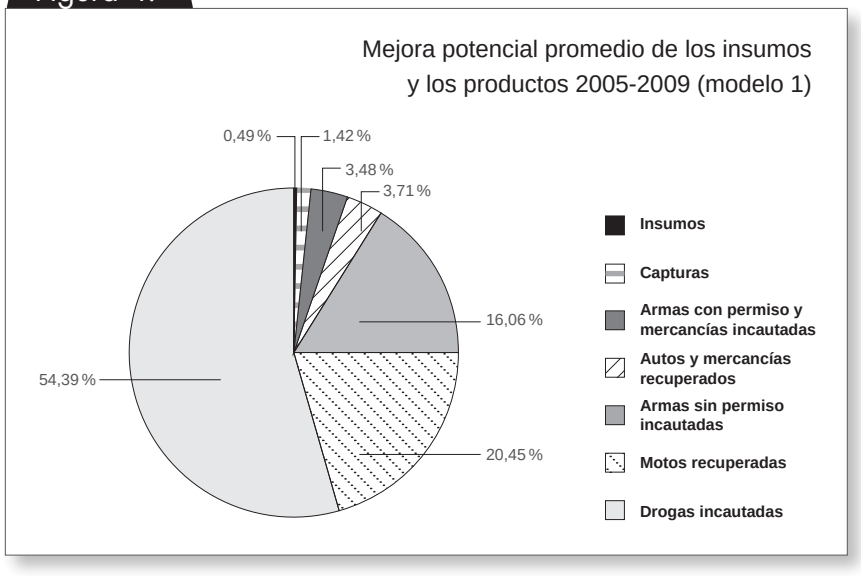


Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 7, todas las unidades eficientes operan bajo rendimientos constantes de escala en todos los años considerados. La mayoría de las unidades ineficientes opera bajo rendimientos crecientes a escala (RCE), lo que significa que estas estaciones mejorarían su desempeño si sus niveles de producción se incrementarán. Únicamente en el año 2005 la mayoría de estaciones registraban rendimientos decrecientes a escala.

La figura 4 muestra que, en promedio, las estaciones ineficientes, para llegar a ser eficientes, deberían incrementar la incautación de drogas en un 54,39%, la recuperación de motos en 20,45%, la incautación de armas de fuego sin permiso en 16,06%, las incautaciones de armas de fuego con salvoconducto y mercancías en 3,48%, las recuperaciones de autos y mercancía en un 3,71% y las capturas tanto en flagrancia como por orden judicial en un 1,42%.

Figura 4.



Fuente: elaboración propia.

Para cada uno de los años se calculó la frecuencia con que cada estación eficiente fue considerada como comparador de las estaciones ineficientes; un ejemplo de los resultados se muestra en la tabla 9. De acuerdo con Sun (2002), puede considerarse que los mejores comparadores son aquellos que aparecen con mayor frecuencia en el conjunto de referencia. Estos son las estaciones de Puerto Salgar, con una frecuencia de 9,71 % en el 2005; Cucunubá (6,84 %) en el 2006; El Colegio (6,59 %) en el 2007; Jerusalén (7,50 %) en el año 2008, y Supatá (6,46 %) en el 2009.

Tabla 9. Frecuencia porcentual de las estaciones eficientes

2005		
Estación	**Refs.**	**Frecuencia porcentual**
Puerto Salgar	27	9,71
San Francisco	18	6,47
Choachí	17	6,12
Fúquene	16	5,76
Beltrán	12	4,32
San Antonio	11	3,96
Tabio	11	3,96
Manta	10	3,60
Ubaté	9	3,24
Anolaima	8	2,88
Tibirita	8	2,88
Agua de Dios	7	2,52

2006		
Estación	**Refs.**	**Frecuencia porcentual**
Cucunubá	18	6,84
Supatá	14	5,32
Guataquí	12	4,56
Manta	12	4,56
Guachetá	11	4,18
Anolaima	10	3,80
Cachipay	9	3,42
Nimaima	9	3,42
La Mesa	8	3,04
Tena	8	3,04
Agua de Dios	7	2,66
San Antonio	7	2,66

Tabla 9 (continuación). Frecuencia porcentual de las estaciones eficientes

2007		
Estación	**Refs.**	**Frecuencia porcentual**
El Colegio	18	6,59
Cachipay	17	6,23
Viani	15	5,49
C. Carupa	14	5,13
Junín	11	4,03
La Palma	11	4,03
Paime	11	4,03
Zipacón	10	3,66
Madrid	8	2,93
Nimaima	8	2,93
Yacopí	8	2,93
Pacho	6	2,20

2008		
Estación	**Refs**	**Frecuencia porcentual**
Jerusalén	21	7,50
Lenguazaque	16	5,71
Supatá	16	5,71
Ubaté	13	4,64
Chaguaní	10	3,57
El Colegio	10	3,57
Guachetá	10	3,57
Tabio	10	3,57
Viani	9	3,21
Facatativá	7	2,50
La Mesa	7	2,50
La Peña	7	2,50

2009		
Estación	**Refs.**	**Frecuencia porcentual**
Supatá	19	6,46
Guachetá	18	6,12
Yacopí	14	4,76
Guayabetal	11	3,74
Viani	11	3,74
Girardot	10	3,40
Guataquí	10	3,40
Une	10	3,40
Apulo	9	3,06
Cáqueza	9	3,06
Sopó	9	3,06
Fosca	8	2,72

Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, para cada una de las estaciones ineficientes se encuentra un conjunto de estaciones eficientes con las cuales se contrasta su desempeño. En la tabla 10 se presentan algunos de estos resultados. El valor entre paréntesis indica el porcentaje de contribución de cada estación eficiente al valor objetivo de la ineficiente. Por ejemplo, para la Estación Anolaima en el año 2007, las estaciones eficientes que mejor pueden explicar su ineficiencia, en su orden, son Cachipay (37,20%), La Palma (33,31%), Simijaca (18,48%) y Zipacón (11,0%).

Tabla 10. Conjunto de referencia para algunas estaciones ineficientes en los años 2005-2009

Año	DMU	Conjunto de referencia (λ)					
2005	**Anolaima**	Anolaima (100)					
2006		Anolaima (100)					
2007		Cachipay (37,2)	La Palma (33,31)	Simijaca (18,48)	Zipacón (11)		
2008		Anolaima (100)					
2009		Anolaima (100)					
2005	**Apulo**	Apulo (100)					
2006		Apulo (100)					
2007		La Palma (10,56)	Madrid (9,06)	San Francisco (25,15)	Viani (1,56)	Yacopí (53,67)	
2008		Apulo (100)					
2009		Apulo (100)					
2005	**Arbeláez**	Anolaima (100)	Choachí (36,09)	Fúquene (2,13)	Tibacuy (30,39)	Tibirita (12,33)	
2006		Arbeláez (100)					
2007		Arbeláez (100)					
2008		Arbeláez (100)					
2009		Cajicá (0,63)					
2005	**Beltrán**	Beltrán (100)					
2006		Cucunubá (0,66)	Manta (12,88)	Supatá (8,41)	Venecia (26,98)	Vergara (51,06)	
2007		El Colegio (4,99)	El Peñón (24,78)	Viani (70,23)			
2008		Beltrán (100)					
2009		Beltrán (100)					
2005	**Bituima**	Bituima (100)					
2006		Anolaima (13,72)	Lenguazaque (0,56)	Manta (16,57)	Supatá (25,94)	Topaipí (17,35)	Vergara (23,74)
2007		Bituima (100)					
2008		Beltrán (100)	Chaguaní (2,63)	Guachetá (12,78)	Viani (36,97)		
2009		Beltrán (100)	Supatá (18,65)	Viani (80,96)			

Fuente: elaboración propia.

4.2 Modelo 2

El modelo 2 surgió de preguntarse qué sucede con la eficiencia de las estaciones de policía analizadas si se hace un análisis por grupos más homogéneos, y bajo la hipótesis de que los valores de eficiencia cambian frente al modelo general.

Los grupos se construyeron usando todos los insumos y productos definidos en la tabla 5 y agregando la variable de población urbana. Se emplearon los métodos de vinculación intergrupos y el método de *k*-medias para la selección de los grupos (Johnson y Wichern, 2007). Los dos procedimientos muestran que las estaciones de policía de Cundinamarca pueden clasificarse en tres grupos (tabla 11).

Tabla 11. Clasificación de las estaciones de policía de Cundinamarca por grupos

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Chía, Facatativá, Funza, Fusagasugá, Girardot, Madrid, Mosquera, Zipaquirá.	Agua de Dios, Albán, Anapoima, Anolaima, Apulo, Arbeláez, Beltrán, Bituima, Bojacá, Carmen de Carupa, Cabrera, Cachipay, Cajicá, Caparrapí, Cáqueza, Chaguaní, Chipaque, Chocontá, Cogua, Cota, Cucunubá, El Colegio, El Peñón, El Rosal, Fómeque, Fosca, Fúquene, Gachalá, Gachancipá, Gachetá, Gama, Granada, Guachetá, Guaduas, Guasca , Guataquí , Guatavita , Guayabal de Síquima, Guayabetal, Gutiérrez, Jerusalén, Junín, La Calera, La Mesa, La Palma, La Peña, La Vega, Lenguazaque, Machetá, Manta, Medina, Nariño, Nemocón, Nilo, Nimaima, Nocaima, Pacho, Paime, Pandi, Paratebueno, Puerto Salgar, Pulí, Quebradanegra, Quetame, Quipile, Ricaurte, San Cayetano, San Antonio, San Bernardo, San Francisco, San Juan de Rioseco, Sasaima, Sesquilé, Sibaté, Silvania, Simijaca, Sopó, Subachoque, Suesca, Supatá, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tena, Tenjo, Tibacuy, Tibirita, Tocaima, Tocancipá, Tipaipí, Ubalá, Ubaqué, Ubaté, Une, Útica, Venecia, Vergara, Vianí, Villagómez, Villapinzón, Villeta, Viotá, Yacopí, Zipacón.	Soacha

Fuente: elaboración propia.

El número de estaciones presentes en los grupos 1 y 3 va en contra de una regla comúnmente empleada en la definición del número de DMU según la cual "el número total de insumos y productos debe ser menor que la tercera parte del número de DMU en el análisis" (Friedman y Sinuany-Stern, 1998). Por lo tanto, el modelo 2 solo puede ser empleado para las estaciones que integran el grupo 2.

Los resultados de la eficiencia técnica promedio por grupos indican que las estaciones del grupo 2 reportan una eficiencia promedio de 89,02% durante el horizonte de tiempo del estudio (tabla 12).

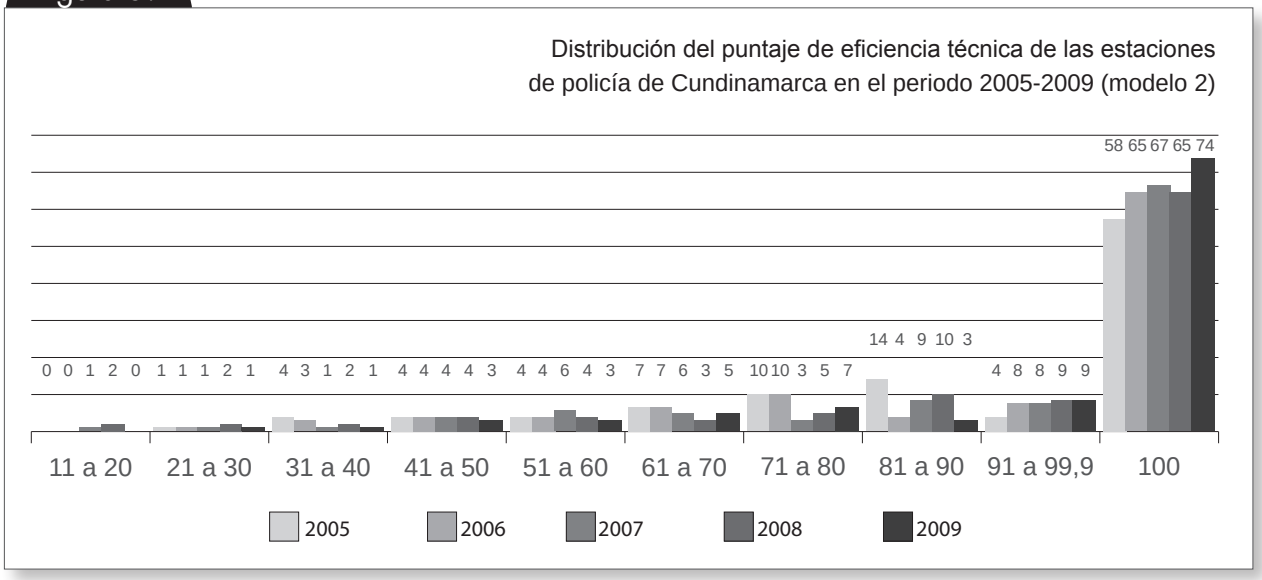
Tabla 12. Eficiencia técnica de las estaciones de policía de Cundinamarca en grupos (2005-2009)

	2005	2006	2007	2008	2009	Periodo
Media	86,65	88,48	89,25	88,50	92,24	89,02
Desviación estándar	19,29	18,93	19,02	20,78	16,00	10,04
Mínimo	27,31	25,73	16,44	17,78	30,16	49,34
Máximo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Intervalo de confianza						
Límite superior	90,32	92,09	92,87	92,45	95,29	90,94
Límite inferior	82,98	84,88	85,63	84,54	89,20	87,11

Fuente: elaboración propia.

La figura 5 muestra el comportamiento de las 106 estaciones del grupo 2, en el que se destaca el crecimiento del número de unidades eficientes, al pasar de 58 en el 2005 a 74 en el 2009.

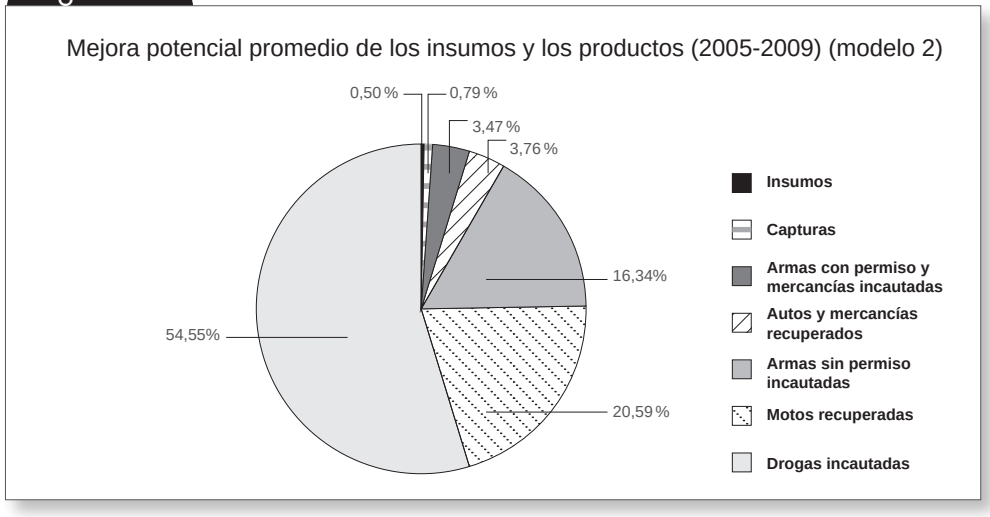
Figura 5.



Fuente: elaboración propia.

El porcentaje promedio de ineficiencia para el grupo 2 fue de 86,78%, lo que sugiere que estas estaciones tendrían que mejorar en promedio 13,22% sus productos, manteniendo constante el nivel de insumos, para que sean eficientes. Puntualmente, se observa que más de la mitad de la operatividad mejoraría con las incautaciones de drogas, variable que registra un porcentaje de mejora potencial de 54,55%, seguida por las recuperaciones de motos (20,59%), la incautación de armas sin salvoconducto (16,34%), la incautación de armas de fuego con salvoconducto y de mercancías (3,47%), la recuperación de vehículos y mercancías (3,76%) y las capturas (0,79%) (figura 6).

Figura 6.



Fuente: elaboración propia.

Confrontando los resultados de los modelos 1 y 2, se encuentra que solo 25 de las 106 estaciones cambian sus puntajes de eficiencia técnica, al pasar de una media de 86,78% a 89,15%, aunque su desviación estándar también se incrementa (tabla 13). También se puede observar que la diferencia de la eficiencia técnica es estadísticamente significativa y, por lo tanto, el puntaje de eficiencia relativa de estas estaciones cambia cuando se compara únicamente con sus similares.

Tabla 13. Resultados de la eficiencia técnica de las estaciones de policía que presentaron cambios entre los modelos 1 y 2

Estación	Media 2005-2009		Estación	Media 2005-2009	
	Modelo 1	Modelo 2		Modelo 1	Modelo 2
Apulo	98,95	100	Medina	81,19	82,07
Cajicá	96,64	99,17	Ricaurte	74,74	74,87
Cáqueza	93,8	95,29	San Francisco	92,2	92,26
Chipaque	62,42	65,25	San Juan	91,54	93,34
Choachí	85,54	85,7	Sibaté	78,57	81,18
Chocontá	95,39	100	Silvania	73,63	75,27
Cota	79,05	91,3	Suesca	77,33	78,45
El Rosal	82,57	84,14	Tenjo	94,34	96,37
Gachancipá	92,57	94,39	Tocaima	98,21	98,65
Guasca	79,48	80,34	Tocancipá	93,84	94,1
Guatavita	86,44	87,18	Villeta	91,55	97,83
La Calera	84,01	93,23			
La Mesa	97,4	100	**Media**	**86,78**	**89,15**
La Vega	88,08	88,35	**Desviación estándar**	**9,28**	**9,41**

Fuente: elaboración propia.

4.3 Modelo 3

De acuerdo con Drake y Simper (2003b), incluir en el análisis variables relacionadas con los accidentes de tránsito afecta los resultados de la eficiencia porque estas variables pueden alterarse por condiciones sociodemográficas o geográficas. Por lo anterior, el modelo 3 se construye excluyendo las variables de *muertes* y *lesiones* producidas por accidentes de tránsito.

En la tabla 14 se aprecia que la eficiencia media del periodo fue de 79,09% durante el periodo 2005-2009. Por su parte, el valor mínimo fue de 25,84% y el máximo, de 100%.

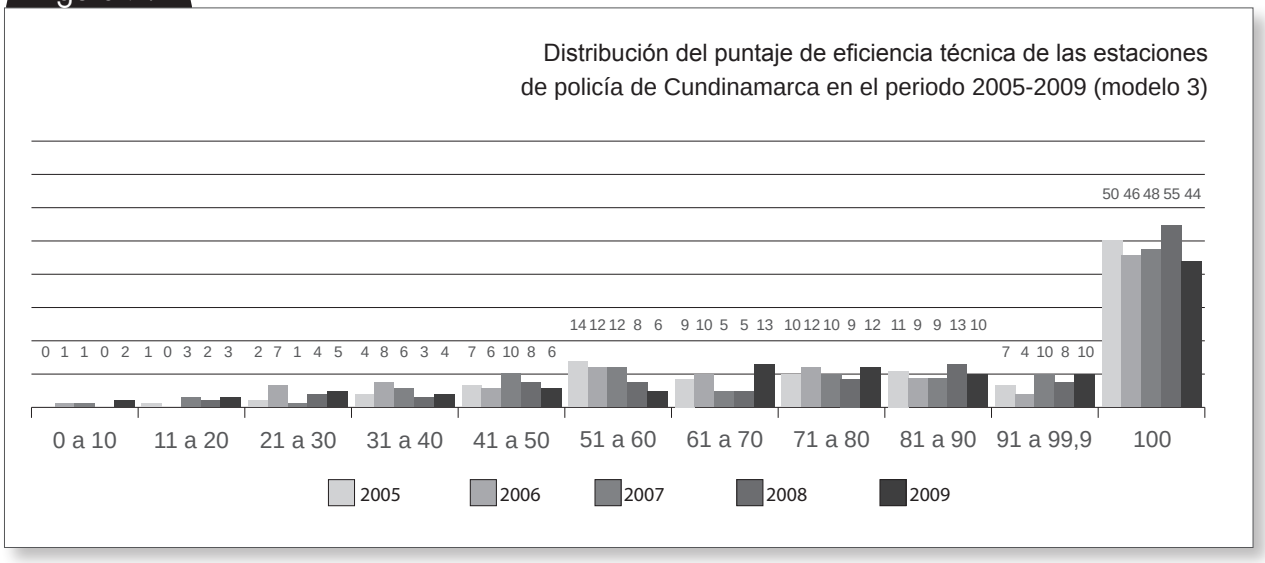
El número de estaciones eficientes disminuyó bajo este modelo, ya que pasó de 50 en el año 2005 a 44 en el año 2009; sin embargo, pasó a 55 en el 2008 (figura 7). Por su parte, el número de estaciones con puntajes de eficiencia inferiores a 100 pasó de 65 en el 2005 a 71 en el 2009. También se observa en la figura 7 que hay unidades con eficiencias menores o iguales al 20%; la única estación que aparece dentro de este rango en gran parte de los años analizados es la Estación Cabrera, que registró en el año 2006 un puntaje de 8,2%; en el 2007, una eficiencia de 19%, y de 19,7% en el 2009.

Tabla 14. Eficiencia técnica de las estaciones de policía de Cundinamarca obtenida con el modelo 3 (2005-2009)

	2005	2006	2007	2008	2009	Periodo
Media	80,71	76,57	78,68	81,91	77,56	79,09
Desviación estándar	22,74	25,53	25,4	23,62	26,1	15,59
Mínimo	13,98	8,24	10,69	17,78	10,06	25,84
Máximo	100	100	100	100	100	100
Intervalo de confianza						
Límite superior	84,86	81,24	83,32	86,23	82,33	81,94
Límite inferior	76,55	71,91	74,04	77,60	72,79	76,24

Fuente: elaboración propia.

Figura 7.

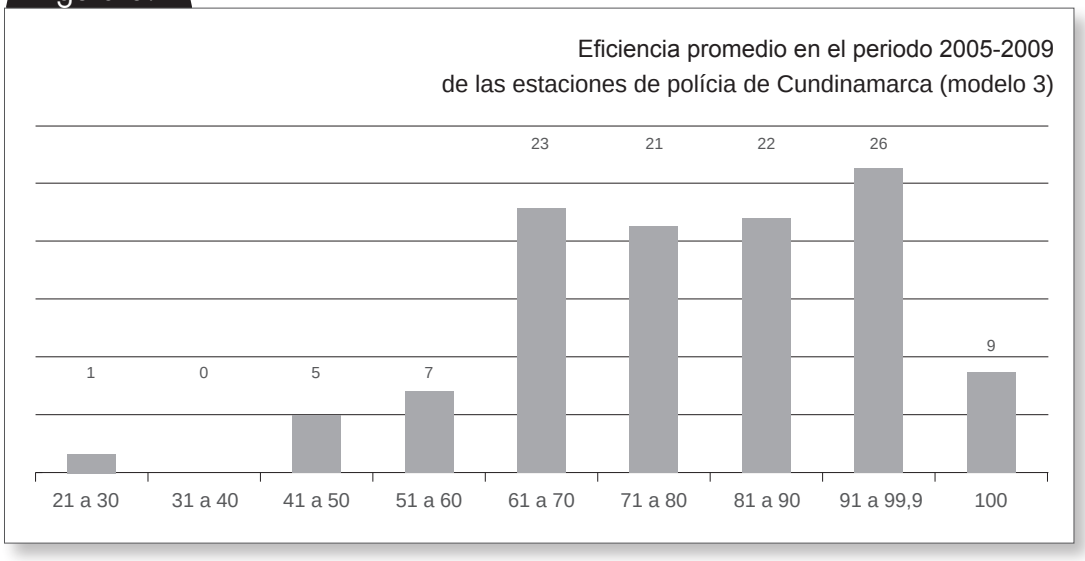


Fuente: elaboración propia.

En la figura 8 se observa que la mayoría de estaciones (26) reportan una eficiencia promedio en el rango de 91% a 99%, seguidas muy de cerca por las 23 estaciones del rango de 61% a 70%. Únicamente las estaciones de Chía, El Colegio, Girardot, La Palma, Soacha, Sopó, Ubaté, Viani y Zipaquirá fueron eficientes desde el año 2005 hasta el año 2009.

Por otra parte, cuando se consideran los rendimientos a escala durante todo el periodo, se detecta que todas las estaciones eficientes actuaron bajo *rendimientos constantes a escala*, mientras que la mayor parte de las ineficientes presentaron r*endimientos crecientes a escala*, a excepción del año 2005, en el que primaron los rendimientos decrecientes (tabla 15).

Figura 8.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. Distribución de las estaciones de policía según sus rendimientos a escala (modelo 3)

	2005	2006	2007	2008	2009
Estaciones eficientes					
Rendimientos constantes a escala	50	46	48	55	44
Estaciones ineficientes					
Rendimientos constantes a escala	0	0	0	0	0
Rendimientos crecientes a escala	22	39	42	32	45
Rendimientos decrecientes a escala	43	30	25	28	26

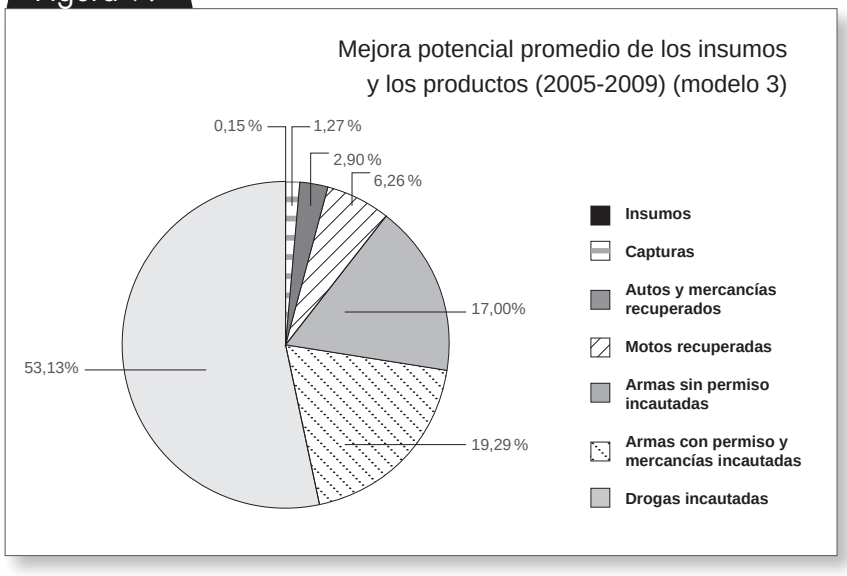
Fuente: elaboración propia.

El promedio de ineficiencia, excluyendo los delitos relacionados con accidentes de tránsito, para el periodo 2005-2009 es 77,31 %. Esto indica que para mejorar su desempeño, manteniendo constante su nivel de insumos, estas estaciones deberían aumentar sus actividades operativas en un 22,69 %, distribuido en especial entre las incautaciones de drogas (53,13 %) y las recuperaciones de motos (19,29 %) (figura 9).

La tabla 16 presenta algunos resultados de la eficiencia técnica obtenidos bajo los modelos 1 y 3 que difieren con la exclusión de los accidentes de tránsito (muertes y lesiones). Los resultados son estadísticamente diferentes[4] bajo el modelo 3, así como más diversos. Ejemplo de esto son las estaciones Cabrera, Gutiérrez y Villagómez, que en el modelo 3 presentan puntajes de eficiencia de 25,84 %, 48,94 % y 46,42 %, respectivamente, pero bajo el modelo 1 reportan niveles de eficiencia de 67,94 %, 85,46 % y 80,76 %, respectivamente (figura 10).

4 Se realiza la prueba Wilcoxon Signed-Rank, bajo la hipótesis *Ho*: eficiencia técnica modelo 1 = eficiencia técnica modelo 3. Los resultados son los siguientes: $z = 9{,}2$ Prob > $|z| = 0{,}0000$.

Figura 9.



Fuente: elaboración propia.

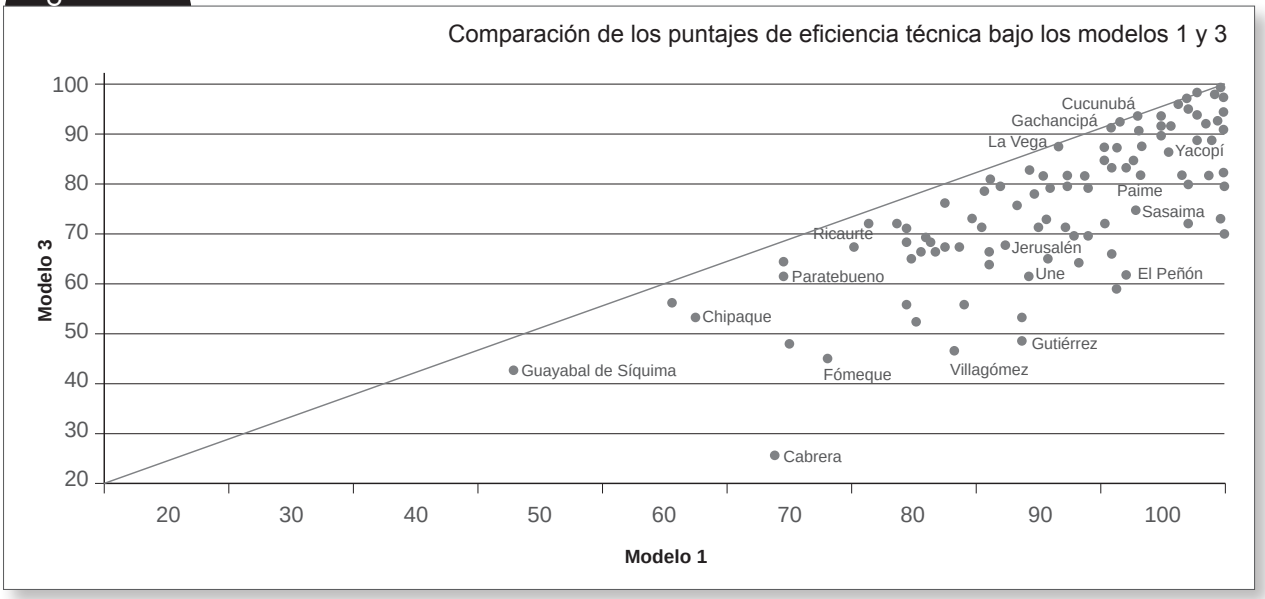
Tabla 16. Algunas comparaciones entre los modelos 1 y 3

Estación	Modelo 1	Modelo 3	Estación	Modelo 1	Modelo 3	Estación	Modelo 1	Modelo 3
Agua de Dios	100	84,08	Guasca	79,63	66,68	Soacha	100	100
Albán	85,4	76,56	Guataquí	87,24	82,06	Sopó	100	100
Anapoima	100	91,46	Guatavita	86,77	78,85	Subachoque	88,85	71,81
Anolaima	97,22	81,47	Guayabal de Siquima	49,34	42,74	Suesca	77,33	68,58
Apulo	98,95	92,8	Guayabetal	83,71	81,18	Supatá	97,58	96,26
Arbelaez	86,92	71,77	Gutiérrez	85,46	48,94	Villagómez	80,76	46,42
Beltrán	86,22	82,98	Jerusalén	84,41	68,13	Villapinzón	91,62	84,6
Bituima	91,95	66,8	Junín	81,95	73,05	Villleta	91,55	89,75
Bojacá	81,53	56,33	La Calera	84,01	79,94	Viota	97,43	72,39
C. Carupa	100	96,98	La Mesa	97,40	95,67	Yacopi	96,08	87,11
Cabrera	67,94	25,84	La Palma	100	100	Zipacón	79,83	67
Cachipay	100	98,25	La Peña	87,56	79,78	Zipaquirá	100	100
Cajicá	96,64	96,53	La Vega	88,08	88,08			
Caparrapí	99,29	89,3	Lenguazaque	100	94,52	**Media**	**89,29**	**79,09**
Cáqueza	93,8	91,31	Machetá	92,1	83,88	**Desviación estándar**	**10,07**	**15,59**
Chaguaní	78,29	66,64	Madrid	99,83	97,67	**Mínimo**	**49,34**	**25,84**

Fuente: elaboración propia.

Los resultados promedio de las 115 estaciones indican que, bajo el modelo 3, la media de eficiencia técnica es 79,09%, en contraste con la media de 89,29% del modelo 1. De igual manera, la mayor heterogeneidad entre los puntajes de eficiencia del modelo 3 se evidencia al comparar los valores mínimos (49,34%, 25,84%) y las desviaciones estándar (10,21%, 15,59%). Siguiendo este resultado, la figura 10 presenta el puntaje de eficiencia técnica de las estaciones bajo el modelo 1 (eje *x*), contra dicho puntaje bajo el modelo 3 (eje *y*), con lo que se evidencia que todas las estaciones disminuyeron su puntaje de eficiencia bajo el modelo 3 (véase la ubicación de la mayoría por debajo de la diagonal en la figura 10). Las que permanecieron sobre la diagonal fueron Cucunubá, Fusagasugá, Gachancipá, La Vega, Topaipí, porque mantuvieron el mismo puntaje de eficiencia bajo los dos modelos.

Figura 10.



Fuente: elaboración propia.

Las marcadas diferencias entre ambos modelos se aprecian en las estaciones antes señaladas, lo que, de acuerdo con Drake y Simper (2005), ilustra claramente que una minoría de las estaciones pueden estar en desventaja por el hecho de relacionar las muertes y los accidentes de tránsito con productos como las capturas y demás actividades operativas. La gran diversidad presente en el desempeño de las estaciones de policía bajo el modelo 3 puede explicarse, siguiendo a Drake y Simper (2005), por la presencia de factores externos que pueden incidir en la eficiencia de la Policía y que no son capturados adecuadamente por el DEA[5].

4.4 Índice de Malmquist

Con el fin de evaluar los cambios en la productividad total, la eficiencia técnica y tecnológica para cada año comprendido en el periodo 2005-2009 bajo el modelo 1 se calcula el índice de Malmquist, cuyos resultados se aprecian

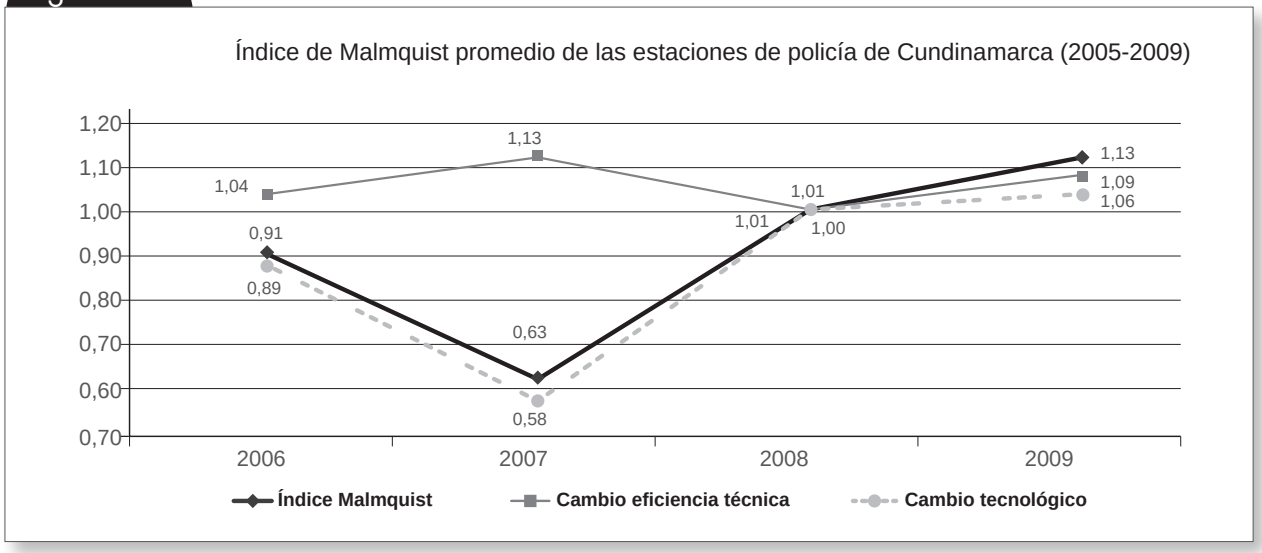
5 En el 2009, Cundinamarca registró una tasa de 128 casos de accidentes de tránsito por cada 100 000 habitantes, cifra muy superior a la tasa nacional (87). Adicionalmente, se presentaron 18 casos de muertes causadas por accidentes de tránsito por cada 100 000 habitantes, cifra asimismo superior al promedio nacional (13) (Gobernación de Cundinamarca, 2011). Los datos de la Policía de Carreteras indicaron que los accidentes y muertes en las carreteras de Cundinamarca se originan por imprudencia, exceso de velocidad, fallas mecánicas y el mal estado de algunas vías. Las vías de mayor accidentalidad son Bogotá-Girardot y la que de Bogotá conduce a Mosquera, Facatativá, Albán y Villeta (*El Tiempo*, 5 de junio de 2009).

en la figura 11. En general, se evidencia un cambio positivo en la productividad de las estaciones de policía analizadas, especialmente en el subperiodo 2008-2009, con un 13%, y en el subperiodo 2005-2006, con un 5%. Sin embargo, para 2006-2007, la productividad cayó en un 37%, lo que se explica principalmente por el cambio tecnológico.

Las estaciones que mejor desempeño tuvieron en el cambio de la productividad fueron Paime (59,79%) entre los años 2006 y 2007, seguida por Tibirita (45,94%) para el subperiodo 2008-2009 y Nariño (14,33%) entre 2007 y 2008. Este comportamiento es explicado más por el cambio tecnológico que por el efecto de la eficiencia técnica.

Los retrocesos más fuertes en la productividad fueron experimentados por Jerusalén (–99%) para los años 2008 y 2009, y Puerto Salgar (–96%) y Choachí (–92%) para el subperiodo 2005-2006. Todas estas estaciones tienen en común un mayor efecto en la eficiencia técnica que en el cambio tecnológico para los subperiodos mencionados.

Figura 11.



Fuente: elaboración propia.

El indicador de cambio en la eficiencia técnica fue mayor que 1 a lo largo del periodo de estudio, 1,07 en promedio, lo que significa que las estaciones de policía se acercaron cada vez más a la frontera eficiente, por lo que se asume que están aprovechando mejor los recursos disponibles dada la tecnología con la que cuentan. Se resaltan los casos de las estaciones de Gutiérrez (1,67), Chipaque (1,51), Cabrera (1,39) y Chaguaní (1,34), ya que mostraron los crecimientos promedio más importantes. Asimismo, las estaciones de Cota (0,93), Cucunubá (0,92), Guasca (0,90), San Francisco (0,90), Choachí (0,87) y Pandi (0,84) son consideradas como las estaciones de menores puntajes de eficiencia técnica.

Por su parte, el indicador de cambio tecnológico promedio fue 0,88, jalonado por la caída del 41% registrada entre los años 2006 y 2007. Sin embargo, se resaltan los cambios tecnológicos promedio mayores al 20% de las estaciones de Chía (1,60), San Francisco (1,42), Soacha (1,34), Tibacuy (1,30), Mosquera (1,22) y Girardot (1,21), lo que señala que para estas estaciones el acceso a nuevas tecnologías ha contribuido a impulsar su crecimiento en productividad.

Es importante evaluar si realmente los cambios en la productividad presentaron diferencias significativas de un año a otro. Para tal fin se realiza la prueba de hipótesis de Wilcoxon. Los resultados indican que para los subperiodos 2005-2006 y 2006-2007, así como 2006-2007 y 2007-2008, los cambios en la productividad son significativos de un año a otro (tabla 17). Al analizar el cambio entre 2005 y 2009 se encuentra que el cambio es significativo con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 17. Contraste estadístico de Wilcoxon para el índice de productividad de Malmquist

Subperiodo	P-valor	Subperiodo	P-valor
2005-2006	0,000	2007-2008	0,308
2006-2007		2008-2009	
2006-2007	0,000	2005-2006	0,0237
2007-2008		2008-2009	

Fuente: elaboración propia.

4.5 Factores que afectan la eficiencia técnica de las estaciones de policía de Cundinamarca en el periodo 2005-2009

Con el fin de explicar la incidencia de las variables ambientales —es decir, no controlables— en la eficiencia técnica de las estaciones de policía de Cundinamarca durante el periodo 2005-2009, bajo el modelo 1, se estimó el siguiente modelo de datos de panel balanceado:

$$Ln\ Ef_{it} = \beta_0 + \beta_1 Ln\ pobreza_{it} + \beta_2 Ln\ ingresos_per_{it} + \beta_3 Ln\ población_{it} + \beta_4 densidad\ poblacional_{it} + \beta_5 Ln\ desplazamiento_{it} + \beta_6 D_{2007t} + \beta_7 D_{2009t} + \beta_8 grupos\ ilegales_{it} + \beta_9\ \text{distancia}_{it} + \beta_{10} altitud_{it} + C_i + \in_{it}$$

Donde *i* representa a la estación de policía municipal; *t* representa los años 2005, 2007 y 2009 (año base, 2005), y β_0 representa la constante. EF_{it} es el puntaje de eficiencia obtenido por la estación de policía; $pobreza_{it}$ es el porcentaje de población pobre en el área urbana medido a través del NBI; $ingresos_per_{it}$, los ingresos medidos por el PIB por persona del municipio *i* en el año *t*; $población_{it}$, el número de habitantes en el área urbana; $densidad\ poblacional_{it}$ indica el número de personas por kilómetro cuadrado; $desplazamiento_{it}$, el número de personas en condición de desplazamiento recibidas por el municipio; D_{2007t} es una variable dicotómica que es igual a 1 cuando $t = 2007$ y 0 en cualquier otro caso; D_{2009t} es una variable binaria igual a 1 cuando $t = 2009$; la variable $grupos\ ilegales_{it}$ indica el número de grupos de las FARC, el ELN y las AUC presentes en cada municipio; $distancia_{it}$ indica la diferencia en kilómetros cuadrados que existe entre el municipio y la capital departamental (en este caso, Bogotá), lo que representa la presencia de instituciones del Estado en el municipio, de acuerdo con el trabajo de Moreno (2008); $altitud_{it}$ es la altura sobre el nivel del mar de cada municipio, con la que se pretende instrumentalizar la presencia de cultivos ilícitos, siguiendo el trabajo de Moreno (2008); C_i corresponde al efecto fijo por municipio en el tiempo que influyen en EF_{it}, como las características culturales de los habitantes del municipio, y $\in_{it}$ representa el resto de variables del error cambiantes tanto entre municipios como a lo largo del tiempo.

Los datos de las variables de *pobreza*, *ingresos por persona* y *presupuesto* fueron obtenidos de la Gobernación de Cundinamarca; las cifras de desplazamiento del Sistema de Información de Población Desplazada (Sipo), de Acción Social; la información sobre población del Dane y los datos sobre la presencia de grupos ilegales hacen parte de la base de datos del Cede y del Ministerio de Defensa.

Partiendo de la evidencia teórica y empírica, se propone comprobar o refutar las siguientes hipótesis sobre los determinantes de la eficiencia de las estaciones de policía de Cundinamarca:

- La pobreza, el desplazamiento y los cultivos ilícitos hacen que la eficiencia de una estación de policía de Cundinamarca disminuya. Por lo tanto, se espera que sus signos sean negativos. Esto se explica (según Wu et ál., 2009) porque en entornos fuertes la seguridad pública empeora y, por lo tanto, los niveles de eficiencia de la policía disminuyen. El estudio de Rocha y Martínez (2003) comprueba que en Colombia "la pobreza actúa como una condición favorable a la criminalidad"; adicionalmente, concluye que hay "una perversa circularidad entre pobreza, criminalidad y crecimiento económico en Colombia".

- Aquellas estaciones con mayor población y de mayor densidad poblacional probablemente actúan más frente al delito y lo controlan mejor que las estaciones con un menor número de habitantes y menos densas poblacionalmente, porque las estaciones que cubren un área más poblada cuentan con más policías, vehículos y armas que las demás estaciones (Sun, 2002). De manera complementaria, la variable de población actúa como una variable de demanda de servicios de policía, lo que obliga a las estaciones a mejorar sus niveles de eficiencia.

- Se espera que el coeficiente de la variable de ingresos por habitante sea positivo, ya que tradicionalmente esta variable se ha utilizado como aproximación a los problemas sociales, como bajos niveles de educación y niveles bajos de calidad de vida y la combinación de estos factores en algunos casos se asocia con altos niveles de criminalidad, lo que claramente crea una presión sobre la oferta de policía y su eficiencia en una región (Nyhan y Martin, 1999; Wu et ál., 2009).

- La variable de la distancia entre el municipio y la capital del departamento se emplea como indicador de la proximidad de instituciones del Estado. Por lo tanto, se espera que su signo sea negativo, es decir, entre más alejado esté un municipio de Bogotá, menos presencia estatal tendrá, lo que obstaculizará las operaciones de la Policía y, por consiguiente, su eficiencia.

- La presencia de grupos ilegales como las FARC, el ELN y las AUC perjudican la eficiencia de las estaciones de policía de Cundinamarca, porque su presencia aumenta el riesgo de posibles hostigamientos, tomas del municipio, secuestros políticos, etc. Esto implica destinar un mayor número de recursos a la realización de actividades que contrarresten estos ataques, por lo que su atención se dispersa de las actividades operativas que tiene un municipio sin dicha presencia.

- Las variables dicotómicas D_{2007_t} y D_{2009_t} se relacionan positivamente con la eficiencia técnica, lo que señala que la eficiencia técnica de las estaciones de policía aumenta para los años 2007 y 2009 respecto al año 2005.

Para estimar la eficiencia de las estaciones de policía de Cundinamarca se emplearon tres métodos de estimación: combinada de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), combinada de efectos aleatorios y combinada de efectos fijos. Los resultados se presentan en la tabla 18.

Los coeficientes de población, densidad poblacional, ingresos por persona y la constante son similares en las estimaciones del panel completo por MCO combinados y de efectos aleatorios, mientras que, bajo la estimación de efectos aleatorios, la variable de densidad poblacional y el coeficiente constante resultan significativos.

Tabla 18. Estimaciones del modelo panel

Variables	MCO combinados *Ln score*	Efectos aleatorios *Ln score*	Efectos fijos *Ln score*
D_{2007}	0,0147	0,0154	0,0314
	(0,0372)	(0,0341)	(0,0468)
D_{2009}	0,0569	0,0579	0,0733
	(0,0397)	(0,0378)	(0,0686)
Pobreza (NBI)	–0,0007	–0,0007	–0.0004
	(0,0016)	(0,0017)	(0,0032)
Presencia de grupos ilegales	0,0395	0,0429	0,0826
	(0,3367)	(0,032)	(0,0576)
Población en área urbana (*Ln*)	0,0532***	0,0531***	0,1560
	(0,0140)	(0,0155)	(0,6620)
Ingresos por persona (*Ln*)	0,0569*	0,0560**	-0,0310
	(0,0247)	(0,0279)	(0,0979)
Personas desplazadas (*Ln*)	0,0103	0,0098	0,0018
	(0,0115)	(0,0122)	(0,0204)
Densidad poblacional	0,0068	0,0084***	0,0231***
	(0,0036)	(0,0031)	(0,0045)
Distancia a Bogotá	0,0012	0,0011	
	(0,0033)	(0,0034)	
Altitud	0,0003	0,0004	
	(0,0003)	(0,0002)	
Constante	4,4558***	4,4536***	4,6091***
	(0,04391)	(0,0547)	(0,7590)
Observaciones	**345**	**345**	**345**
Número de estaciones de policía	**115**	**115**	**115**
R-cuadrado	**0,0630**		**0,0860**
Errores estándar robustos entre paréntesis.			

*p < 0,1 ** p < 0,05 ***p < 0,01

Fuente: elaboración propia.

Las estimaciones por MCO combinados y de efectos aleatorios dan cuenta, tal como se esperaba, del efecto positivo y significativo de la población, la densidad poblacional y los ingresos por persona en la eficiencia de las estaciones de policía de Cundinamarca. Las variables de grupos ilegales, desplazamiento, distancia a la capital del departamento, altitud y las *dummies* de tiempo no tienen los signos esperados y no son significativas estadísticamente. El coeficiente de la pobreza, aunque tiene el signo esperado, no es significativo. Los anteriores resultados pueden estar indicando: primero, que las causas de los delitos en Cundinamarca no radican precisamente en condiciones de gran impacto social como la pobreza o la presencia de personas en condición de desplazamiento, grupos ilegales o cultivos ilícitos; segundo, que los entornos fuertes no perjudican la seguridad pública y, por consiguiente, no parecen afectar los niveles de eficiencia de las estaciones de policía de Cundinamarca, y tercero, que la presencia de personas con mejores ingresos en los municipios estudiados mejoran la eficiencia de las autoridades policiales en actividades operativas relacionadas con los delitos de mayor impacto en la región, es decir, los hurtos, que participan en un 45,5% en el promedio total de delitos del periodo 2005-2009.

Para seleccionar entre el modelo de efectos fijos y el de efectos variables se realizó la prueba de Hausman, cuyo resultado permite rechazar la hipótesis nula de estimadores de efectos aleatorios consistentes con un nivel de significancia del 1%, lo cual confirma que los efectos fijos son más pertinentes que los aleatorios en la estimación del modelo. Por ello se usan las estimaciones de efectos fijos, lo que indica que el efecto no observado C_i (como las características culturales de los habitantes) parece estar correlacionado con las variables explicativas en todos los periodos.

Bajo la estimación de efectos fijos, se encuentra que únicamente la constante y la densidad poblacional son altamente significativas. De acuerdo a lo esperado, el coeficiente de la densidad poblacional es positivo, lo que significa que, cuando el número de habitantes por kilómetro cuadrado aumenta en 1, la eficiencia aumenta en 2,34%. Por consiguiente, las estaciones de policía más eficientes de Cundinamarca son las que están ubicadas en municipios más densos. Dicho resultado señala que el servicio de policía aumenta para tales municipios. Esto se explica porque las estaciones ubicadas en tales municipios cuentan con un mayor número de hombres y medios, lo que les permite aumentar su operatividad.

Resulta interesante que la presencia de grupos ilegales no afecte la eficiencia de las estaciones de policía. Esto podría explicarse por el hecho de que, para todo el periodo estudiado (2005-2009), la presencia de estos grupos no superaba los treinta municipios en el departamento de Cundinamarca, porque "la implementación de la política de seguridad democrática logró avances en la recuperación del territorio y la gobernabilidad en el departamento" (Gobernación de Cundinamarca, 2009).

5

Conclusiones

Este documento muestra que, en promedio, el 16,52% de las estaciones de policía de Cundinamarca durante el periodo 2005-2009 fueron eficientes bajo el modelo 1, es decir, obtuvieron un puntaje de eficiencia de 100% durante todo el periodo. Estas unidades policiales se caracterizan por tener rendimientos constantes a escala.

Las estaciones consideradas ineficientes —es decir, las que registraron un puntaje de eficiencia técnica inferior al 100%— reportaron una eficiencia promedio para el periodo 2005-2009 de 87,17% bajo el modelo 1 y 77,31% bajo el modelo 3, lo que sugiere que con el nivel de insumos con el que cuentan deberían aumentar la producción de sus servicios, en promedio, en un 12,83% y 22,69%, respectivamente, para ser eficientes. Este aumento lo deberían orientar particularmente hacia la incautación de drogas y la recuperación de motos, aunque estas actividades no sean las que más aportan a la eficiencia técnica. Se encontró que la diferencia entre los dos modelos es estadísticamente significativa, lo que evidenció que, al apartar los delitos relacionados con las actividades de tránsito, la eficiencia de las unidades policiales analizadas disminuyó en 10,2%. Estos resultados indican dos cosas: la primera, que algunas estaciones concentraron sus actividades operativas en delitos asociados a muertes y lesiones de tránsito, dejando de lado los demás delitos, y la segunda, que existen factores externos que incidieron en la eficiencia de las DMU analizadas y que el DEA no alcanza a determinar explícitamente.

El índice de Malmquist promedio para el periodo 2005-2009 disminuyó en 8%, debido básicamente a la gran disminución, estadísticamente significativa, de la productividad en un 37% entre los años 2006 y 2007, aunque empezó el periodo registrando un aumento del 5% y terminó con un crecimiento del 13%. La causa de la pérdida promedio de eficiencia de todas las estaciones de policía se podría explicar por el hecho de que el crecimiento de la eficiencia técnica no alcanza a compensar la caída en la eficiencia tecnológica. Es importante señalar que, para la mayor parte de los subperiodos, la eficiencia técnica contribuye más que la eficiencia tecnológica a explicar los cambios de la productividad.

Ahora bien, al intentar explicar los factores externos que afectan la eficiencia de las estaciones de policía de Cundinamarca para el periodo de estudio, se encuentra que la densidad poblacional es la característica del municipio que más

se relaciona positiva y estadísticamente con la eficiencia técnica. Esto significa que las estaciones de policía de Cundinamarca ubicadas en municipios con una alta densidad poblacional son las más eficientes, lo que sugiere, por un lado, que las unidades policiales que cubren este tipo de municipios, al contar con más recursos y una mayor demanda de sus servicios por los habitantes, parecen actuar de forma más eficiente frente al delito que las estaciones en municipios menos densos poblacionalmente. Por otro lado, este resultado podría indicar que los delitos que se presentan en el departamento no están relacionados con la pobreza, el desplazamiento, la presencia de grupos al margen de la ley o situaciones asociadas con la presencia de cultivos ilícitos.

Aunque estos resultados confirman los encontrados por Díez-Ticio y Mancebón (2002), y Gorman y Ruggiero (2008), solo explican entre el 8,7 % y el 10,2 % de la eficiencia, por lo que se recomienda recopilar otro tipo de información que pueda mejorar el análisis. Adicionalmente, se recomienda ampliar el estudio hacia los elementos internos de la institución que puedan explicar la eficiencia de las estaciones.

Cabe señalar que los resultados presentados para las estaciones de policía consideradas como ineficientes deben interpretarse con cautela, porque obedecen a los supuestos adoptados y al promedio de todas las unidades policiales. Por lo tanto, debe ser cada estación la que, a partir de sus resultados particulares, tome las mejores decisiones para mejorar su eficiencia técnica. Además, hay que tener presente que las características propias de la estación, así como las de la jurisdicción en la que actúa, influyen positiva o negativamente en la consecución de los objetivos de eficiencia.

A partir de las conclusiones de este trabajo, se propone realizar nuevos estudios que evalúen la eficiencia de las estaciones de policía considerando la inclusión del Plan Nacional de Vigilancia Comunitaria por Cuadrantes de la Policía Nacional y otros factores subjetivos como la percepción ciudadana.

Referencias

Adler, N. y Golany, B. (2006). Data reduction through principal component analysis (DEA-PCA). In W. Cook y J. Zhu (eds.), *Modeling Problem Structure and data varieties using data envelopment analysis: A Problem-Solving Handbook* (pp. 139-154). New York: Springer.

Alemán, Y. O., Quijano, D. R. y Bermúdez, J. F. (2003). La eficiencia relativa en los colegios distritales de Bogota: una aplicación del análisis envolvente de datos. *Cuadernos de Administración*, *16* (26), 35-60.

Arbeláez Mejía, M. S. (2005). *Análisis de eficiencia fiscal y administrativa de los municipios y departamentos de Colombia. Una propuesta usando DEA* (tesis inédita). Universidad de los Andes, Bogotá.

Arbeláez Naranjo, J. D. (2007). *Aplicación de análisis envolvente de datos (DEA): evaluación del desempeño fiscal de las gobernaciones en Colombia* (tesis inédita). Universidad de los Andes, Bogotá.

Banker, R. D., Charnes, A. y Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiences in data envelopment analysis. *Management Science*, *30*, 1078-1092.

Byrne, D., Dezhbakhsh, H. y King, R. (1996). Unions and police productivity: and econometric investigation. *Industrial Relations*, *35*, 566-584.

Cadena, A., Marcucci, A., Pérez, J. F., Durán, H., Mutis, H., Tautiva, C., Palacios, F. (2009). *Efficiency Analysis in Electricity Transmission Utilities. Journal Of Industrial And Management Optimization*, *5* (2), 253-274.

Carrington, R., Puthucheary, N., Rose, D. y Yaisawarng, S. (1997). Performance measurement in government service provision: The case of police services in New South Wales. *Journal of Productivity Analysis*, *8* (4), 415-430.

Charnes, A., Cooper, W. y Rhodes, E. (1978). Measuring of Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, *2*, 429-444.

Coll, V. y Blasco, O. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos*. Valencia: Universidad de Valencia.

Cooper, W., Seiford, L. y Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-solver Software*. Springer: New York.

Díez-Ticio, A. y Mancebón, M. (2002). The efficiency of the Spanish police service: And application of the multiactivity DEA model. *Applied Economics*, *34*, 351-362.

Drake, L. M. y Simper, R. (2002). The Economic Evaluation of Policing Activity: An Application of a Hybrid Methodology. *European Journal of Law and Economics*, *12*, 173-192.

Drake, L. M. y Simper, R. (2003a). An evaluation in the choice of inputs and outputs in the efficiency measurement of police forces. *Journal of Socio-Economics*, *32* (6), 701-710.

Drake, L. M. y Simper, R. (2003b). The measurement of English and Welsh police force efficiency: A comparison of distance function models. *European Journal of Operational Research*, *147* (1), 165-186.

Drake, L. M. y Simper, R. (2005). The measurement of Police Force efficiency: an assessment of U. K. Home Office Policy. *Contemporany Economic Policy*, *23* (4), 465-482.

Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Association Series*, *A* (CXX), 253-281.

Friedman, L. y Sinuany-Stern, Z. (1998). Combining ranking scales and selecting variables in DEA context: The case of industrial branches. *Computers and Operations Research*, *25* (9), 781-791.

García, I. M. (2007). Evaluating the effectiveness of the Spanish police force through data envelopment analysis. *European Journal of Law and Economics*, *23* (1), 43-57.

Gobernación de Cundinamarca. (2009). *Plan Departamental de Desarrollo 2008-2012*. Bogotá D.C.

Gobernación de Cundinamarca. (2011). *Estadísticas de Cundinamarca 2010*. Bogotá: Panamericana Formas e impresos S.A.

Gorman, M. F. y Ruggiero, J. (2008). Evaluating US state police performance using data envelopment analysis. *International Journal of Production Economics*, *113*, 1031-1037.

Hernández, Á. R. (2004). Aplicación del método de optimización DEA en la evaluación de la eficiencia técnica de las seccionales de la Fiscalía. *Documentos CEDE*, *25*.

Johnson, R. y Wichern, D. (2007). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Maldonado, N. y Tamayo, A. (2007). Estudio integral de eficiencia de los hospitales públicos. *Archivos de Economía*, *338*.

Moreno, P. M. (2008). *Política de defensa y seguridad democrática: la recuperación del territorio nacional, una evaluación de impacto* (tesis inédita). Universidad de los Andes, Bogotá.

Nupia, Ó., Sánchez, F. y Urdinola, P. (2000). Gasto público: eficiencia y cobertura sector salud. En *Misión de reforma institucional de Bogotá, calidad de la inversión en capital humano*. Bogotá: Alfaomega.

Nyhan, R. C. y Martin, L. L. (1999). Assessing the Performance of Municipal Police Services Using Data Envelopment Analysis: An Exploratory Study. *State and Local Government Review*, *31* (1), 18-30.

Pérez, Y. O., Quijano, D. R. y Bermúdez, J. F. (2003). La eficiencia relativa en los colegios distritales de Bogota: una aplicación del análisis envolvente de datos. *Cuadernos de Administración*, *16* (26), 35-60.

Pérez Bernal, J. F. (2004). *Evaluación de la eficiencia de los departamentos en Colombia mediante Análisis Envolvente de Datos-DEA* (tesis inédita). Universidad de los Andes, Bogotá.

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*, *245*, 80.

Policía Nacional de Colombia (2007a). *Política estratégica operacional y del servicio de Policía* (vol. II). Bogotá: Imprenta Nacional.

Policía Nacional de Colombia (2007b). *La Policía Nacional, por el camino de la eficiencia, la transparencia y el buen uso de la fuerza*. Bogotá: Imprenta Nacional.

Policía Nacional de Colombia (24 de junio, 2009). Comunicado de prensa. Disponible en http://oasportal.policia.gov.co/portal/pls/portal/JOHN.NOTDET_DIRECCION_GENERAL.SHOW?p_arg_names=identificador&p_arg_values=231641.

Ramos., M. C. (2003). Evaluación de la eficiencia en instituciones hospitalarias públicas y privadas con Data Envelopment Analysis (DEA). *Cuadernos de Economía*, *244*, 39.

Redshaw, J. y Bunt, P. (1997). Evaluating core policing in Britain: the views of police and consumers. *Evaluating Core Policing in Britain: The Views of Police and Consumers*, *25* (3), 283-301.

Resolución 9960 (13 de noviembre, 1992). *Reglamento de Vigilancia Urbana y Rural para la Policía Nacional*. Ministerio de Defensa Nacional, República de Colombia.

Rocha, R. y Martínez, H. (2003). Pobreza, crimen y crecimiento regional en Colombia. *Archivos de Economía*, *230*.

Ruiz, A. (2004). Aplicación del método de optimización DEA en la evaluación de la eficiencia técnica de las seccionales de la Fiscalía. *Documento CEDE, 12*.

Sarmiento, A., Castellanos, W., Nieto, A., Alonso, C. y Pérez, C. (2007). Análisis de la eficiencia técnica de la red pública de prestadores de servicios dentro del Sistema General de Seguridad Social en Salud. *Archivos de Economía*, *298*.

Sun, S. (2002). Measuring the relative efficiency of police precincts using data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, *36* (1), 51-71.

Thanassoulis, E. (1995). Assessing police forces in England and Wales using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, *87* (3), 641-657.

Varian, H. (1999). *Micoeconomía intermedia.* Barcelona: Antoni Bosh.

Verma, A. y Gavirneni, S. (2006). Measuring police efficiency in India: An application of data envelopment analysis. *Police Strategies and Management*, *29* (1), 125-145.

Wu, T.-H., Chen, M.-S. y Yeh, J.-Y. (2009). Measuring the performance of police forces in Taiwan using data envelopment analysis. *Evaluation and Program Planning*, *33* (3), 246-254.

Documentos de Investigación Economía

N.º 1
Análisis de la integración energética en América Latina y de su importancia para Suramérica
Agosto de 2009

N.º 2
Análisis de competitividad de las apuestas productivas departamentales 1995-2006
Septiembre de 2009

N.º 3
China en el siglo XXI: su efecto en los mercados de metales industriales y las implicaciones para América Latina
Octubre de 2009

N.º 4
Más allá del ingreso: convergencia en servicios públicos. Colombia 1938-2005
Noviembre de 2009

N.º 5
Políticas públicas y uso de bienes públicos: su provisión e impacto en el caso de los Centros de Desarrollo Comunitario en Bogotá
Diciembre de 2009

N.º 6
El mito del subsidio a la gasolina y al ACPM
Enero de 2010

N.º 7
Inclusión social: un propósito nacional para Colombia
Diciembre de 2010

N.º 8
El control social y su relación con los procesos de formación de capital social y movilidad social: algunos indicios a partir de experiencias en Bogotá y Cundinamarca
Febrero de 2011

N.º 9
Tendencias de la inserción internacional de Suramérica: el caso de la Unasur
Marzo de 2011

N.º 10
Testing for spatial location patterns of Bogotá's small and medium size manufacturing firms (2006-2008
Diciembre de 2011

N.º 11
Aproximación no tradicional a los flujos internacionales de conocimiento colombiano
Agosto de 2012

N.º 12
Estudio comparativo de algunos sistemas financieros en América Latina 1988-2008
Octubre de 2012

N.º 13
*Una lectura no walrasiana del equilibrio general con demanda efectiva restringid*a
Noviembre de 2012

N.º 14
Las contribuciones de Joan Robinson a la teoría económica y su vigencia
Septiembre de 2013

DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

ECONOMÍA

UNIVERSIDAD CENTRAL
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, ECONÓMICAS Y CONTABLES
Departamento de Economía

Carrera 5 n.° 21-38
PBX: 323 98 68, exts. 3852 y 3854
Bogotá D. C. Colombia

www.ucentral.edu.co