

**CÁMARAS FISCALIZADORAS COMO MECANISMO PARA LA REDUCCIÓN DE
ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN BARRANQUILLA**

JOSÉ VILLAFANE



Asesor

JAIRO PARADA

División de Humanidades y Ciencias Sociales

Instituto de Estudios Económicos del Caribe

Departamento de Economía

Barranquilla, Colombia

2015

CÁMARAS FISCALIZADORAS COMO MECANISMO PARA LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN BARRANQUILLA

José Villafañe
Julio 2015

Resumen

Los accidentes de tránsito son una de las causas de muerte más comunes alrededor del mundo, debido a esto las autoridades encargadas se preocupan por reducir estas tasas. Existen diferentes tipos de mecanismos para reducir los accidentes y generar seguridad en las vías. Dentro de estas se encuentran las cámaras fiscalizadoras de velocidad. Los resultados de la evaluación de efectividad de las cámaras de velocidad para Barranquilla durante los años 2009-2014 fueron reducción de 4,8% y de 5,7% en accidentes simples y en accidentes con lesionados respectivamente; sin embargo y debido a ciertas limitaciones no es posible afirmar que esas reducciones de accidentes se deben a la implementación de la medida.

Clasificación JEL: H42, H43

Palabras claves: Bienes preferentes – Seguridad vial

Contenido

1. Introducción.....	4
2. Antecedentes	5
3. Revisiones Teóricas.....	9
4. Datos y Metodología	13
5. Resultados	19
6. Conclusiones y Limitaciones.....	21
7. Referencias	24

1. Introducción

Los accidentes de tránsito son una de las principales causas de muertes en el mundo, así mismo, la velocidad es una de las principales causas de accidentes de tránsito y por lo tanto las instituciones encargadas se concentran en disminuir la velocidad de los conductores. Existen diferentes mecanismos para la reducción de la velocidad: señales de tránsito, reductores de velocidad de distintos tipos y cámaras fiscalizadoras. Desde principios del año 2010 se implementó este mecanismo de cámaras fiscalizadoras en Barranquilla con la intención de hacer cumplir a los conductores las leyes de tránsito y reducir riesgo de accidente. Esta decisión se basó en estudios realizados por la liquidada entidad de tránsito Metrotránsito. Según este estudio el hecho de que los conductores no cumplieran las normas de tránsito era la principal causa de accidentes.

Las cámaras en la ciudad llevan más de cinco años en funcionamiento y se desconocen estudios que evalúen la efectividad de dicha medida, por tal motivo surgió esta idea de investigación. Como contextualización es importante resaltar que los encargados de la instalación, funcionamiento y mantenimiento de las cámaras no son una entidad estatal sino una empresa privada prestando un servicio público, una concesión; de igual manera la concesión se encarga de sancionar y cobrar una vez validado el video o la fotografía del infractor por la Secretaría de Movilidad de Barranquilla. Estas cámaras fiscalizadoras se han convertido en tema de debates y polémicas por las consecuencias fiscales que han desencadenado, ya que la estrategia de esta medida al ser sancionatoria ha impactado el recaudo por concepto de multas y comparendos para el Distrito, el cual debe repartir esos recaudos con la concesión (65% para el Distrito y 35% para la empresa privada).

La literatura muestra que la utilización de cámaras tiene efectos positivos en el comportamiento de los conductores, especialmente las cámaras con sistemas que retransmiten videos o fotos para luego sancionar al infractor. La mayoría de conclusiones convergen en que este mecanismo logra reducir la velocidad de los conductores y en consecuencia los accidentes.

El principal objetivo de este documento es responder la siguiente pregunta: ¿Es significativo el impacto que causa la instalación de cámaras fiscalizadoras en los accidentes de tránsito? Además se evaluará la efectividad de la medida en términos de accidentes simples, accidentes con lesionados y accidentes fatales para los puntos de la ciudad en donde se ubicaron las cámaras. Esta evaluación se realizará mediante un análisis empírico bayesiano, el cual muestra el comportamiento de los accidentes antes y después de la implementación de las cámaras. De esta forma se puede contrastar los niveles de accidentes y evaluar los resultados de la medida.

Además de esta sección introductoria, el documento cuenta con una revisión de literatura en donde se resaltan los estudios más relevantes del tema. Una tercera sección con un marco teórico que relaciona la implementación de la medida por parte del Estado con el análisis positivo del sector público y el concepto de bienes meritorios. Una cuarta sección dedicada a explicar los datos y la metodología. En la quinta sección se presentarán los resultados y finalmente las conclusiones y limitaciones de la investigación.

2. Antecedentes

En la literatura se encuentran diferentes opiniones en lo que respecta a la efectividad de las cámaras fiscalizadoras. Sin embargo, en la mayoría de trabajos está demostrado que la utilización de este mecanismo logra disminuir las tasas de accidentes y la velocidad promedio de los vehículos Mountain et al, (2005, p.750). Estos autores con datos de accidentes y vías de Gran

Bretaña comparan la efectividad de distintos mecanismos para reducir la velocidad y afirman que la utilización de cualquier método tiene efectos positivos en la reducción de accidentes, sin embargo, resaltan que los mecanismos verticales -las placas fijadas sobre las vías que cumplen funciones preventivas, reglamentarias o informativas- para la reducción de velocidad son más efectivos que las cámaras de velocidad y que además son los únicos que tienen un efecto real sobre los choques más severos.

Por otro lado De Pauw et al (2013, p.170), encontraron que las cámaras de velocidad tenían un impacto favorable en la reducción de accidentes y que contrario a lo encontrado por Mountain et al (2005, p.750) dicho impacto era aún más importante en los choques severos que en los accidentes simples. Además, los autores en el estudio tienen en cuenta las diferentes distancias que hay entre la ocurrencia del accidente y la cámara para poder identificar los puntos en donde la cámara es más efectiva. Para el caso de choques severos una clara reducción existe entre 0-250 metros (27%), entre 250-500 metros una reducción de (23%) y entre 500-750 metros un aumento de accidentes del (14%) y un aumento de (27%) en la distancia entre 750-1000 metros. A pesar de que los resultados fueron no significativos, evidencian la existencia de los *kangaroo-jumps*, o salto canguro, término utilizado para describir los bruscos cambios de velocidad que se producen cuando los conductores desprevenidos identifican una cámara fiscalizadora e intentan detenerse bruscamente, pudiendo ocasionar accidentes. De Pauw y Daniels analizaron el efecto de 65 cámaras fijas instaladas entre 2002 y 2007 en la región de Flandes, Bélgica.

Dentro de la literatura, la metodología más utilizada para medir la efectividad de las cámaras fiscalizadoras es un análisis empírico bayesiano. Sin embargo, Li et al (2013, p.149) realizaron un trabajo en donde compararon la efectividad a través de dos metodologías distintas. Primero determinaron la efectividad por medio del análisis empírico bayesiano y luego midieron la

efectividad por el método de emparejamiento (Propensity score matching). Los resultados fueron similares y se sugirió que el método de emparejamiento se utilice como criterio de selección para los grupos contrafactuales. Con respecto al análisis de efectividad también se concluyó que la efectividad de las cámaras aumenta entre más cerca se esté de ella, es decir, las reducciones en accidentes entre 0 y 200 metros de la cámara fue superior que las reducciones entre 250-500 metros.

Shina et al (2008, p.395) también evaluaron el impacto de la SEP (Speed enforcement program) con tres distintos métodos: en primer lugar un análisis antes-después utilizando un grupo contrafactual, después un análisis antes-después con correcciones por el flujo de tráfico y por último un análisis empírico bayesiano. Las medidas de los impactos varían dependiendo del método utilizado, sin embargo, todas coinciden en que los accidentes disminuyen después de implementada la SEP. Además, estos autores como ejercicio de análisis económico cuantifican el ahorro por la implementación de las cámaras.

Jones et al (2008, p.105) También estudiaron los efectos de las cámaras en las carreteras utilizando una metodología más sencilla y obteniendo conclusiones similares. Los autores tomaron las tendencias de accidentes y accidentes severos para examinarlos gráficamente y luego realizar comparaciones con datos antes y después de la implementación de la medida. Concluyen que la introducción de cámaras de velocidad redujo el riesgo de accidentes en Norfolk, Inglaterra.

Otra de las metodologías utilizadas para la evaluación de impacto de las medidas de seguridad es un modelo estadístico de Poisson utilizado por Newstead et al (2003, p.26). Estos autores encontraron que hubo una reducción del 31% en hospitalizaciones, 39% en tratamientos médicos, 19% en otras lesiones y 21% en accidentes sin lesiones. Cifras que corresponden a una reducción

del 32% en accidentes con fatalidades y 26% en reducción de accidentes severos. Este estudio fue realizado en Queensland, Australia con datos recogidos desde mayo de 1997 hasta junio de 2001.

Una de las conclusiones destacadas dentro de la literatura, anotado por Chen et al (2000, p.129-138) tiene que ver con el efecto *spillover* que encontraron para un corredor de autopistas en Gran Bretaña. El efecto indica que las reducciones en accidentes no sólo se ven en las secciones de las carreteras con cámaras sino que se expanden a carreteras sin cámaras, reduciendo accidentes en toda la malla vial. Los autores realizaron el estudio con análisis empírico bayesiano.

Keall et al (1999, p.277) compararon la efectividad entre las cámaras fiscalizadoras visibles y las escondidas. Las visibles son las que alertan al conductor de su existencia algunos metros adelante, mientras que las cámaras escondidas capturan fotos o videos de infractores sin previo aviso. Los resultados demostraron efectos positivos localizados para las cámaras que alertaban, es decir, que la reducción de accidentes es mayor cerca de las cámaras y efectos generalizados en las carreteras con cámaras escondidas.

Si bien la mayoría de estudios coinciden en que el impacto de las cámaras es positivo, también se encuentran limitaciones en este tipo de investigaciones, especialmente la dificultad que surge por no tener variables suficientes o falta de grupos de comparación que permitan resultados robustos. Goldenbeld et al (2005, p.1135) realizan un análisis de la efectividad de las cámaras de velocidad en las carreteras de Friesland, Holanda. La metodología fue un análisis antes-después con grupos de comparación y los resultados arrojaron reducción de velocidad en 4km/h en las carreteras en donde utilizaron la medida y una velocidad de 1,5 km/h en las carreteras sin cámaras. Además se redujo el porcentaje de infractores de un 12% a un 5%. Sin embargo desde un punto de vista científico el estudio no brinda resultados estadísticos suficientes que permitan concluir que los

cambios de comportamiento de los conductores se deban al programa de cámaras de velocidad.

Una de las limitaciones de este trabajo se debió a la falta de un grupo control.

Así mismo Carnisa y Blais (2012, p.301) analizaron el efecto del ASEP *Automated speed enforcement program* en Francia. Utilizando series de tiempo los autores encontraron que los accidentes fatales y los accidentes con heridos disminuyeron 21% y 26.2% respectivamente. No obstante la información era muy generalizada y no fue posible crear un grupo control que controlara variables relacionadas con los accidentes.

Por último encontramos el trabajo realizado por Rizzi (2004, p.531), quien estudia por medio de un análisis empírico bayesiano la efectividad de fotorradars instalados en intersecciones en distintas comunas de Chile. De este trabajo se destaca la utilización de la medida dentro de la ciudad, puesto que no es común encontrar en las ciudades cámaras de velocidad instaladas en centros urbanos y en consecuencia se asemeja al estudio que se quiere realizar. El autor concluye que si bien existió reducción de accidentes, el resultado carece de variables y de contrafactuales, por consiguiente no se puede establecer causalidad, sólo contemporaneidad entre la instalación de las cámaras y la reducción de accidentes.

3. Revisiones Teóricas

El análisis del sector público se puede hacer desde dos perspectivas distintas, la economía normativa y la economía positiva. El análisis normativo del sector público se encarga del *deber ser*, es decir, las tareas que debería cumplir el Estado para contrarrestar los fallos de mercado, como también se encarga de hacer juicios de valor sobre la conveniencia de los distintos cursos de acción a la hora de tomar una decisión. En otras palabras, el análisis normativo del sector

público evalúa las diferentes medidas que podrían adoptarse. Por su parte el análisis positivo se encarga de describir la realidad y revisar las consecuencias de cierta medida, es decir, lo que *es*¹. En este orden de ideas, el análisis normativo depende en cierta medida del análisis positivo, ya que para hacer juicios de valor acerca de una política pública es necesario conocer la medida, sus alcances y consecuencias.

Desde una perspectiva de la economía positiva, se pretende analizar una iniciativa de política pública de movilidad adoptada en Barranquilla, específicamente una medida para controlar la velocidad de los conductores con cámaras fiscalizadoras, entendiendo además la seguridad vial como un bien preferente. En otras palabras se describirá el funcionamiento de cámaras fiscalizadoras en la ciudad como mecanismo para reducir los accidentes y a su vez se expondrán las consecuencias y el alcance de dicha política.

Los bienes preferentes es uno de los argumentos utilizados por economistas defensores de la intervención del Estado en la economía. Aún cuando los individuos posean información completa, la percepción que tiene cada individuo de su bienestar no es fiable para cuantificar el bienestar social, ya que los consumidores no siempre toman decisiones racionales. Es necesario pues, plantear la seguridad vial como un bien que el Estado obliga a consumir (bienes preferentes) debido a que los usuarios no siempre toman las decisiones más favorables para ellos. Es sabido que los consumidores no siempre toman las decisiones que más le convienen y el Estado debe intervenir para controlar aquellos fallos de mercado ocasionados por decisiones irracionales; la gente sigue fumando aún sabiendo que produce cáncer, tampoco utiliza el cinturón de seguridad, aún sabiendo que aumenta el riesgo de muerte en caso de accidente (Joseph Stiglitz, 1986).

¹ Joseph Stiglitz, 1986. La economía del sector público

Así mismo las cámaras de velocidad son un instrumento mediante el cual el Estado protege a los usuarios, ya que estos no actúan pensando en lo que más les conviene. Ir a altas velocidades eleva el riesgo de un accidente, en consecuencia el Estado debe intervenir con la instalación de las cámaras para disminuir el riesgo de accidentes. El concepto de bien preferente fue implementado por el economista Richard Musgrave y aunque el término es blanco de críticas y centro de discusiones académica es la mejor forma de explicar el hecho de que existen áreas en la economía en donde el Estado puede intervenir por encima de las preferencias individuales.

Antes de entrar a explicar otra de las teorías pertinentes en esta investigación, la cual tiene que ver con la Regulación, específicamente visto desde el enfoque del interés privado, es necesario explicar la razón por la cual la regulación de los mercados es necesaria en el ámbito económico y social.

Las regulaciones (de cualquier tipo) se hacen necesarias en tanto el mercado se ha demostrado incapaz de ofrecer las mejores condiciones posibles a los consumidores. Las diferentes fallas de mercado son la razón que obliga al Estado a intervenir. Dentro de las fallas más conocidas se resaltan: monopolios, externalidades y la información asimétrica.

Al hablar de regulaciones es necesario aclarar que existen varios enfoques regulatorios: el enfoque del interés público, el enfoque del interés privado y el enfoque institucional. Para los fines prácticos de esta tesis interesa las dinámicas que surgen en las regulaciones desde el interés privado, sin embargo se hará una breve descripción de los otros enfoques.

El enfoque del interés público se caracteriza básicamente por la existencia de un regulador benevolente interesando en maximizar una función de bienestar social, es decir, se interesa por el

deber ser –enfoque normativo- y sus críticas tradicionales tienen que ver con la falta de incentivos para la eficiencia.

El enfoque institucional revisa la regulación desde el problema de la agencia, siendo el Estado el principal y la empresa prestadora de servicio el agente. En esta relación, los intereses de las partes son divergentes y en consecuencia lo que delega el principal (Estado) no se cumple en su totalidad, ocasionando pérdida de eficiencia.

Por último se encuentra el enfoque del interés privado, éste enfoque es el que mejor se adapta a lo que se quiere proponer en esta tesis. En el enfoque del interés privado –enfoque positivo- se considera la captura del regulador y los grupos de interés.

Como lo explica (Ramírez F, 1993) la captura regulatoria se refiere a la colusión entre el regulador y la empresa que regula. En este modelo la empresa que regula se beneficia de ventajas que consigue a través de decretos y legislaciones producto de la relación con el regulador. Es por esto que los grupos de interés ejercen presión e intentan establecer relaciones con el regulador. La razón por la que éste enfoque se adapta mejor a la situación que pretende estudiar este trabajo de grado tiene que ver con la figura de concesión que existe entre la empresa que presta el servicio de las cámaras fiscalizadoras y el Distrito de Barranquilla.

La regulación vista desde cualquier enfoque es válida siempre y cuando se tenga evidencia de que: i) existe un problema, ii) la intervención gubernamental está justificada y iii) la regulación es la mejor alternativa que el gobierno tiene. En este orden de ideas, la regulación vale la pena cuando los costos de la regulación sean menores a los beneficios recibidos por la regulación.

4. Datos y Metodología

En esta sección se presentará la metodología y los datos que fueron utilizados para responder la pregunta que se planteó en la introducción. Los datos utilizados en el modelo se obtuvieron de la Secretaría de Movilidad de Barranquilla, específicamente el número de accidentes simples, el aforo vehicular y los puntos en donde se ubicaron las cámaras con sus respectivas fechas de funcionamiento. Así mismo, los registros de accidentes con lesionados y muertos se obtuvo de Medina Legal Barranquilla. Por otro lado se escogió el análisis empírico bayesiano (EB) Antes y después como metodología debido a que es la más utilizada para evaluar la efectividad de las medidas de seguridad vial. Este procedimiento consiste en calcular las diferencias entre las frecuencias promedio de accidentes para el periodo anterior a la instalación del mecanismo de seguridad y para el periodo posterior al mecanismo. El resultado se obtiene como porcentaje del cambio de accidentes para todos los puntos estudiados. Sin embargo, es posible revisar la efectividad individual de cada segmento. El procedimiento consiste en los siguientes pasos²:

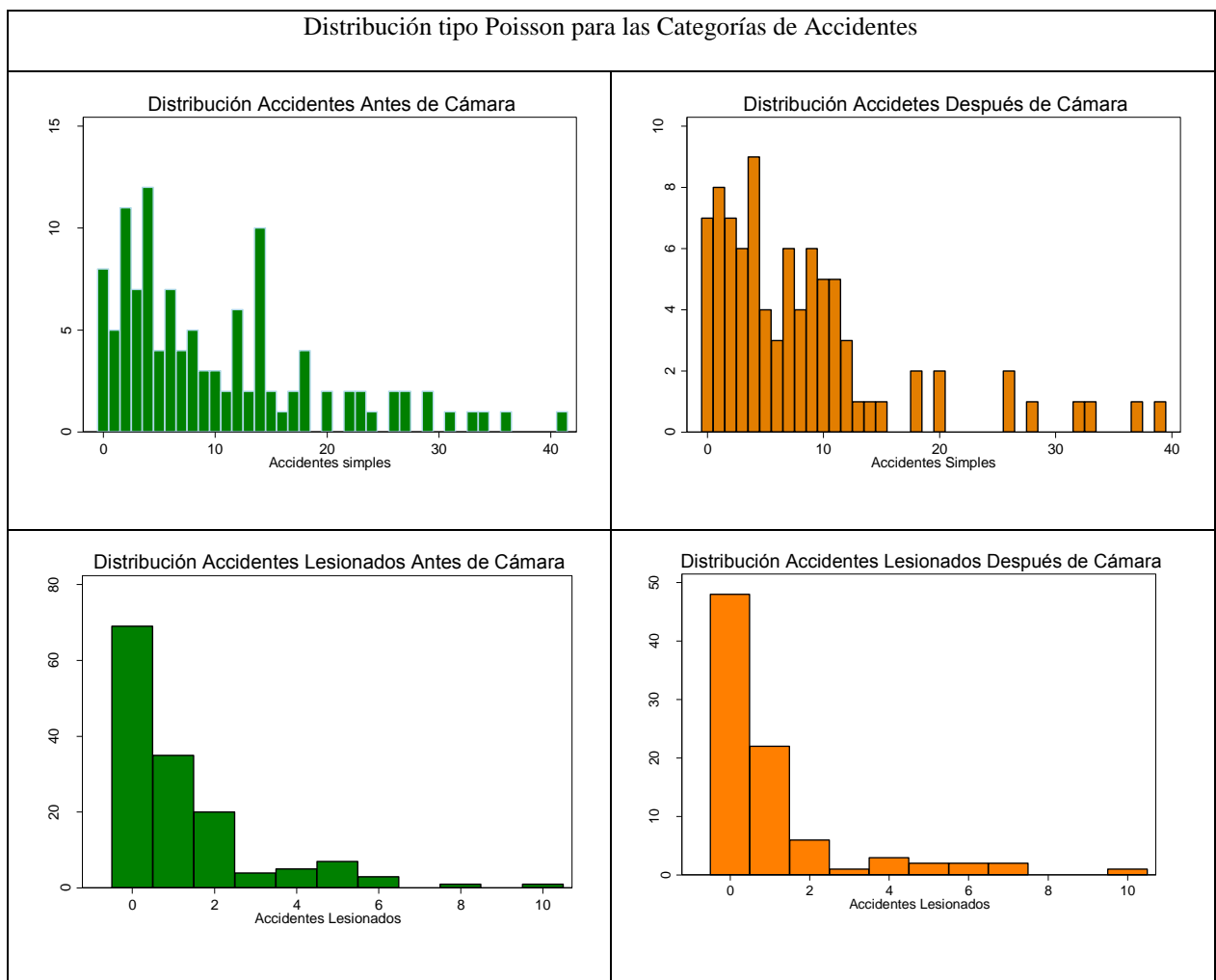
- Paso 1: Calcular la frecuencia de accidentes predichos para cada año del periodo anterior a la implementación de la medida utilizando una SPF (Safety Performance Function).

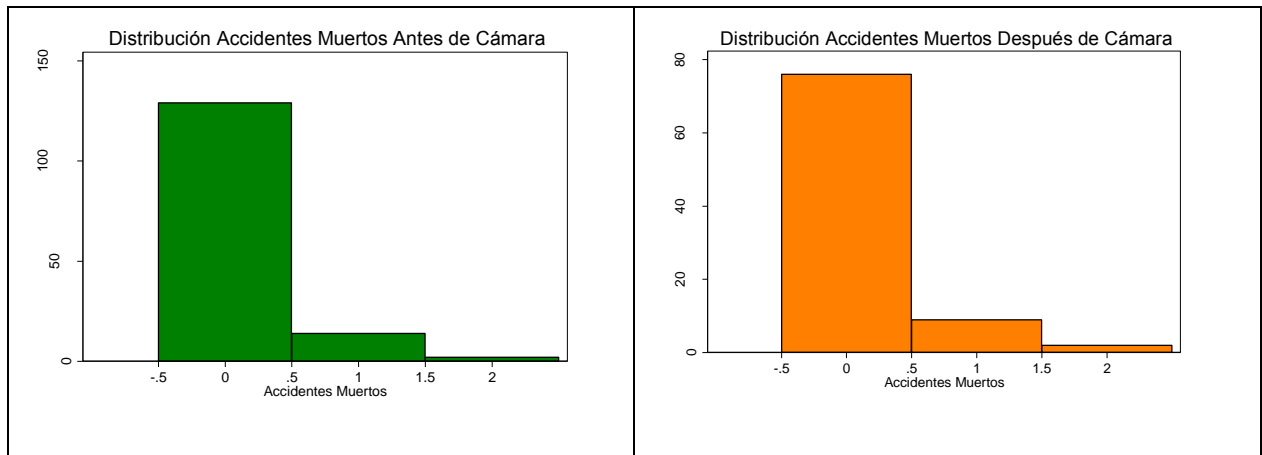
En donde $S_{x,y}$ es la Safety Performance Function para cada tipo de segmento x y α y β son factores para calibrar la SPF para un específico año o un tipo específico de calle, es decir, características propias del segmento que se quiere estudiar. Estas calibraciones no siempre son necesarias, por lo que no se utilizaran durante esta

² La metodología se tomó del texto Highway Safety Engineering

metodología. En consecuencia, nuestro λ será igual a la λ . Ya que todos los segmentos son del mismo tipo.

Las SPF son regresiones que relacionan el promedio de accidentes para cada año y unas características del segmento que se pretende estudiar. Antes de comenzar con la metodología, se recomienda revisar cómo se distribuyen los datos, de tal manera que se pueda establecer una regresión que se ajuste a estos. Teniendo en cuenta que la distribución de los accidentes de tránsito se asume de tipo Poisson, se realizó primero un análisis gráfico que confirmara la distribución para correr una regresión de este tipo. Los resultados gráficos se muestran a continuación:





Fuente: Elaboración del autor

Una vez confirmada la distribución tipo Poisson de los accidentes de tránsito para Barranquilla antes y después de la instalación de las cámaras se procede con la metodología.

Las variables utilizadas para la predicción de accidentes son los aforos vehiculares conocido también como tránsito promedio diario (TPD), la longitud del segmento, número de carriles y dos dummies. La primera dummy será igual a 0 en caso de que la restricción de velocidad sea inferior o igual a 40 km/h y la segunda variable dummy será 1 en caso de ser un segmento de una sola vía. En consecuencia, la SPF que a su vez será la quedará de la siguiente forma:

- Paso 2: En el paso dos se debe calcular el promedio esperado de accidentes para cada segmento en el periodo anterior (Before) a la instalación de las cámaras.

En donde el w representa el peso que se le da a cada segmento en la ponderación entre los accidentes observados para el período anterior (Before) contra los predichos, los cuales fueron hallados en el primer paso. La w se calcula con la siguiente formula:

En esta fórmula la k es el parámetro de dispersión que se obtiene luego de calcular la SPF (Safety Performance Function).

- Paso 3: Predecir los accidentes con una SPF para los datos registrados luego de la implementación de las cámaras fiscalizadoras. Este paso es similar al primero, sólo que con datos posteriores a la instalación de la cámara (After).
- Paso 4: se calcula un factor de ajuste, el cual es necesario para corregir las variaciones que existen en el periodo antes y después, tales como la duración de la medida y el volumen de tráfico. Este factor de ajuste también es propio para cada segmento i y se calcula con la razón entre la sumatoria de los accidentes predichos para el período posterior (After) y la sumatoria de los accidentes predichos para el periodo anterior (Before):

- Paso 5: Una vez obtenido el factor de ajuste, se calcula el valor esperado para cada segmento (After) asumiendo que el tratamiento no fue implementado.

- Paso 6: Calcular la razón entre los datos observados y los esperados para el periodo posterior (After). Esta razón se calcula para cada segmento i y es una indicación de la efectividad del tratamiento en cada sitio. En caso de que este resultado se encuentre entre 0 y 1 significará que la medida tuvo algún grado de efectividad. En caso de que la razón sea mayor a 1, significará que la medida no fue efectiva para ese segmento.
-

- Paso 7: Una vez encontrada la razón se calcula la efectividad de la seguridad en cada segmento estudiado. Este resultado dará un porcentaje de la efectividad de la medida, en términos de reducción de accidentes.

- Paso 8: Se calcula la efectividad del tratamiento para todos los segmentos combinados.
-

- Paso 9: Calcular la efectividad de la medida con ajuste para evitar sesgo. El ajuste se aplica utilizando la varianza de los accidentes esperados en el periodo posterior a la implementación de la medida (After) y la ponderación que se halló en el paso 2.
-
-

En donde la varianza se expresa

- Paso 10: Calcular la efectividad insesgada del tratamiento. Este procedimiento es similar al paso 7, con la diferencia que ahora utilizaremos el indicador insesgado encontrado en el paso anterior.

- Paso 11: Se calcula la varianza de la efectividad estimada

$$\frac{\frac{\sum (E_i - \bar{E})^2}{n-1}}{\frac{\sum (E_i - \bar{E})^2}{n-1}}$$

- Paso 12: Se calcula el error estándar

$$\sqrt{\frac{\sum (E_i - \bar{E})^2}{n-1}}$$

- Paso 13: Se determina el error estándar de la efectividad

- Paso 14: Por último se evalúa la significancia estadística de la efectividad calculada para las cámaras fiscalizadoras. Esta significancia es determinada por el ratio de la efectividad (hallada en el paso 10) y el error estándar de la efectividad (hallada en el paso 13). Si el resultado obtenido es menor de 1,7 significa que el tratamiento no es estadísticamente significativo al 90%. Si la razón obtenida es mayor o igual a 1,7 el

tratamiento es estadísticamente significativo al 90%. En caso de que la razón sea mayor o igual a 2,0 el tratamiento será estadísticamente significativo al 95%.

5. Resultados

En esta sección se presentarán los resultados obtenidos después de haber aplicado el método empírico bayesiano.

En la tabla 1, se observa los resultados de cada segmento estudiado. Estos datos corresponden al paso 7 de la metodología. Se observa que 13 de los 30 puntos con cámaras fiscalizadoras no fueron efectivas durante el tiempo estudiado en la categoría de accidentes simples. En otras palabras el dato de accidentes observados para cada uno de estos segmentos fue mayor que el dato de accidentes esperados calculado con la ecuación Poisson.

Así mismo, para los accidentes lesionados fueron 9 puntos de los 30, mientras que en accidentes con muertes fueron 12 de 30. Es importante resaltar que las casillas que se encuentran con las siglas ND – no disponible- se deben a que no se encontró ningún accidente en el periodo anterior ni tampoco en el periodo posterior. Los resultados son presentados como porcentaje de reducción de accidentes, por ejemplo: en el segmento de la calle 61 con carrera 35 se observó una reducción de accidentes con lesionados del 62,31%; en el segmento de la Circunvalar con Cordialidad se observó un aumento de accidentes simples del 49%.

Se resalta que solo el 33% de las cámaras fiscalizadoras estudiadas resultaron ser efectivas en todas sus categorías –accidentes simples, lesionados y muertos-. Sin embargo, cuando no se incluyen los segmentos que tienen ND en sus categorías el único segmento de los 30 instalados

que tuvo un impacto en las tres categorías fue la cámara ubicada en el segmento de la calle 84 con carrera 59B.

Tabla 1. Resultados de Efectividad por Categoría

Segmento	Efectividad Accidentes simples	Efectividad Accidentes lesionados	Efectividad Accidentes muertes
Calle 61 carrera 35	62,54	62,31	ND
Calle 82 carrera 55	16,94	-156,26	ND
Calle 72 carrera 54	13,16	39,91	ND
Calle 76 carrera 38D	72,20	55,29	ND
Calle 30 carrera 8	-74,68	-26,33	-18,61
Calle 72 carrera 38	34,97	8,63	ND
Carrera 51B calle 98	-27,70	-2136,08	100,00
Calle 45 carrera 1	-48,10	-62,84	-56,24
Carrera 51B calle 103	24,71	80,72	ND
Circunvalar con cordialidad	-49,02	70,94	100,00
Carrera 51B calle 79	-51,24	-106,24	ND
Carrera 53 calle 86	10,24	ND	ND
Carrera 44 calle 45	-79,41	100,00	-248,95
Calle 45 carrera 38	29,20	53,31	ND
Carrera 38 calle 45	17,55	51,22	-103,10
Calle 19 carrera 3D y 4D	5,76	-23,06	-23,33
Carrera 46 calle 100	-33,57	100,00	-1487,65
Vía 40 calle 79 y 73	-31,60	-35,50	-54,91
Calle 84 carrera 59	66,55	100,00	100,00
Calle 45 carrera 21	61,04	79,92	-204,11
Circunvalar carrera 31	73,43	-216,72	ND
Circunvalar carrea 9G	29,97	100,00	-57,65
Carrera 6 calle 72	59,64	46,14	-214,65
Vía 40 calle 85	-93,09	-1390,24	-1385,49
Carrera 6 calle 99B	66,71	3,52	ND
Carrera 53 calle 104	-51,26	ND	ND
Carrera 43 calle 74	-56,03	100,00	100,00
Calle 76 carrera 58	-17,86	100,00	ND
Calle 98 carrera 58	-35,21	100,00	-703,02
Carrera 21 calle 87	100,00	100,00	ND

Fuente: Elaboración del autor

Al analizar el resultado del tratamiento en general (tabla 2), es decir, involucrando todos los segmentos, se observó que durante el periodo estudiado hubo una reducción aproximada del 4,8% en accidentes simples y una reducción de 5,7% en accidentes con lesionados. Por el lado de los accidentes con muertes se observó un aumento del 38,5%, sin embargo, los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos.

Tabla 2. Resultados Efectividad Cámaras Fiscalización Barranquilla

Ítem	Acc Simples	Acc Lesionados	Acc Muertos
Índice efectividad para todos los sitios	0,953	0,952	1,397
Índice insesgado	0,951	0,943	1,385
Efectividad insesgada del tratamiento para todos los sitios	4,878	5,721	-38,545
Var (OR)	0,006	0,038	0,281
Error estándar	0,074	0,195	0,530
Error estándar de la efectividad	7,425	19,538	53,023
Significancia estadística de la efectividad del tratamiento	0,657	0,293	0,727

Fuente: Elaboración del autor

6. Conclusiones y Limitaciones

Desde la instalación de las cámaras fiscalizadoras se observó reducción en accidentes simples de 4,8% y una reducción en accidentes con lesionados de 5,7% para los segmentos en donde fueron instaladas las cámaras. Estos resultados en comparación con los resultados internacionales (cerca del 25%) son bastante bajos y no habla muy bien de la efectividad de la medida. Además en la categoría de accidentes con muertos hubo un aumento cerca del 40% lo que permite inferir que las cámaras no fueron efectivas para los accidentes más severos.

Otra conclusión importante tiene que ver el diagnóstico previo que se le debe realizar a los segmentos antes de instalar una cámara. Como se dijo anteriormente sólo una cámara tuvo

resultados positivos en las tres categorías. Surge entonces la pregunta ¿Están siendo bien ubicadas las cámaras fiscalizadoras?

Teniendo en cuenta que el principal objetivo de este documento era responder la pregunta: ¿Es significativo el impacto que causa la instalación de cámaras fiscalizadoras en los accidentes de tránsito? Hay que decir que en comparación con estudios internacionales el impacto de la medida no ha sido significativo en la reducción de accidentes de tránsito. Sin embargo, hay que tener en cuenta las limitaciones del estudio que se presentan a continuación.

Las principales limitaciones de este trabajo de investigación surgen por la calidad de los datos. Se tuvo que realizar una suposición importante para poder llevar a cabo el estudio. Ésta suposición se debió a que muchos segmentos estudiados son bulevares de doble sentido y sólo hay cámara fiscalizadora en uno de los sentidos; el problema de los bulevares con esta condición radica en que los registros de accidentes no son lo suficientemente específicos para determinar en qué orientación cardinal ocurrió el accidente. No saber en qué sentido ocurrió el accidente podría subestimar la efectividad de la medida, ya que a una cámara que trabaje fiscalizando los vehículos que circulen en sentido norte-sur se le sumarán los accidentes ocurridos en sentido sur-norte aun cuando no exista presencia de la medida en ese sentido. Este inconveniente además de obligarnos a utilizar un supuesto, significa que es imposible evaluar rigurosamente la efectividad de esta política de seguridad vial.

Así mismo hechos coyunturales como el cambio de ley concerniente a los conductores en estado de ebriedad conocido como “Ley Merlano” impactó el comportamiento de los conductores y esto no fue tenido en cuenta en esta investigación.

De igual forma, la construcción del Transmetro Barranquilla afectó la dinámica de las calles lo cual generó modificaciones en el comportamiento de los usuarios que no fue tomada en cuenta para nuestro estudio. Las calles cerradas durante la construcción obligaban a los conductores a utilizar vías alternas, aumentando el aforo vehicular en otras calles de la ciudad. Tampoco fue posible controlar otras medidas de intervención en seguridad vial como señalizaciones o reductores físicos que pudieron contribuir en la reducción de accidentes.

Estas fueron las principales limitaciones que se presentaron a lo largo de la investigación y debido a estas limitaciones no se puede establecer conexión de causalidad entre la instalación de las cámaras y la reducción del 4,8% de accidentes simples y de 5,7% de accidentes con lesionados sólo es posible establecer contemporaneidad entre la instalación de la cámara y la reducción en los accidentes de tránsito.

7. Referencias

- Carnis, L., & Blais, E. (2012). An assessment of the safety effects of the French speed camera program.
- Chen, G., Meckle, W., & Wilson, J. (2000). Speed and safety effect of photo radar enforcement on a highway corridor in British Columbia.
- De Pauw, E., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E., & Wets, G. (2013). An Evaluation of the traffic Safety Effect of Fixed Speed Cameras.
- Eecke, W. (1998). The concept of a "Merit Good" the ethical dimension in economic theory and the history of economic thought or the transformation of economics into Socio-Economics. *Journal of Socio-Economics, volume 27*, pp. 133-153.
- Frith, W., Keall, M., & Povey, L. (1999). The relative effectiveness of a hidden versus a visible speed camera program.
- Goldenbeld, C. e. (2005). The effects of speed enforcement with mobile radar on speed and accidentes: An evaluation study on roral roads in the Dutch province Friesland.
- Hoel, L., & Garber, N. (n.d.). *Highway Safety Engineering*.
- Jones, A. S. (2007). The effects of mobile speed camera introduction on road traffic crashes and casualties in rural country of England.
- Li, H., Graham, D., & Majumdar, A. (2013). The impacts of speed cameras on road accidentes: An application of PSM methods.
- Mountain, L., Hirst, W., & Maher, M. (2005). Are speed enforcement cameras more effective than other speed management measures? The impact of speed management schemes on 30 mph roads.
- Newstead, S., & Cameron, M. (2003). Evaluation of the crash effects of the Queensland speed camera program.
- Pedro Paez, J. S. (2010). Las teorías de la regulación y privatización de los servicios públicos. *Administración & Desarrollo*, 39-54.
- Ramirez, F. (2010). Las teorías de la regulación y la privatización de los servicios públicos. In F. Ramirez. México.
- Rizzi, L. (n.d.). Fotorradares y seguridad vial: Un análisis empírico Bayesiano.
- Shin, K., Washington, S., & van Schalkwyk, I. (2008). Evaluation of the Scottsdale Loop 101 speed enforcement demostration program.

Stiglitz, J. (1986). *Economía del Sector Público*. Madrid: Antonio Bosch.