

# Evaluación del Sistema de videovigilancia de Bogotá D.C.

Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos

Diciembre 2019

## Resumen

Este documento presenta los resultados de la evaluación de impacto del nuevo sistema de videovigilancia de Bogotá sobre indicadores de delincuencia, convivencia y operatividad policial. Se estudian dos intervenciones, la instalación de 2,378 cámaras y la instalación adicional de 709 señales que informan a la ciudadanía que están siendo videovigilados. Los procesos de instalación se dieron en momentos distintos en el tiempo, por lo que cada intervención se evalúa de manera independiente. Se utiliza un método quasi-experimentales, diferencias-en-diferencias, para estimar el impacto de las cámaras; y un diseño experimental aleatorio para estimar el impacto de los letreros. Los resultados indican que el sistema de videovigilancia reduce el agregado de los delitos contra la vida y el patrimonio. Este efecto es robusto estadísticamente y parece darse principalmente por una reducción en delitos contra el patrimonio. No se encuentra evidencia de desplazamiento del crimen o difusión de beneficios. Por otra parte, no se encuentra evidencia de algún efecto (positivo o negativo) de las señales; resultado que puede explicarse por la corta ventana de tiempo utilizada para la evaluación.

## 1. Introducción

El empleo de tecnologías para la atención de la seguridad ciudadana ha crecido alrededor del mundo desde hace aproximadamente 20 años. En Bogotá, la administración distrital ha optado, en los últimos cuatro años, por emplear herramientas tecnológicas para ayudar la gestión de la seguridad<sup>1</sup>. Entre esas herramientas, se encuentra la instalación de más de 4,000 cámaras de videovigilancia y la implementación de una plataforma tecnológica que responda al tamaño y las necesidades de la ciudad. De igual forma, se han empleado estrategias complementarias con el fin de potenciar el impacto del Sistema de videovigilancia. Entre esas estrategias se encuentra la instalación de señales que anuncian a los ciudadanos la presencia de la cámara y que están siendo monitoreados.

---

<sup>1</sup> La gestión de la seguridad se interpreta como la administración pública de la seguridad. Esto se traslada a la acción pública que pretende garantizar mejores condiciones de seguridad, desde la disuasión del delito, pasando por la judicialización de agresores, hasta la re-integración social de estos últimos.

La administración distrital 2016-2019 se propuso como meta modernizar y ampliar el sistema de videovigilancia de 378 cámaras existentes a 4,000 cámaras<sup>2</sup>, lo que equivale a incrementar 15 veces la capacidad inicial que cubría apenas el 3.3 % del área de la ciudad. Este proceso estuvo a cargo de la Secretaría de Seguridad, Convivencia y Justicia (SSCJ). Además, las cámaras existentes no estaban distribuidas de manera equitativa y su ubicación tampoco correspondía a criterios delictivos, estratégicos o de emergencias. Con el nuevo proceso de instalación, el sistema pasa de estar concentrado en tres localidades a distribuirse de manera que se garantiza una cobertura mayor de la ciudad; y que además responde a criterios de estadísticas delictivas, operación policial, estrategia de cubrimiento de posibles emergencias y solicitudes ciudadanas. El objetivo del nuevo sistema es la captación de información que contribuya a la prevención, reacción y atención de hechos en materia seguridad ciudadana, medio ambiente, servicios de emergencias, desastres y eventos masivos. Igualmente, pretende establecer comportamientos o hechos rutinarios en la ciudad y a partir de éstos identificar desviaciones, en materia de seguridad ciudadana, que puedan traducirse en alteraciones del orden público.

La instalación del nuevo sistema de videovigilancia hizo parte del proceso de modernización y creación del Centro de Comando, Control, Comunicaciones y Computo (C4), en el cual están centralizadas todas las entidades de respuesta a emergencias de la ciudad. En el C4 se centraliza la conexión, operación y almacenamiento de las cámaras, que luego se distribuye hacia las salas de video de los Centros Operativos de Seguridad Ciudadana (COSEC) de la Policía Metropolitana de Bogotá (MEBOG). En particular, es el Centro Automático de Despacho (CAD) de la MEBOG el encargado de la operación de las cámaras<sup>3</sup>. Adicional a la instalación de las cámaras, la SSCJ adquirió softwares de video-analítica que hicieran más eficiente el monitoreo y procesamiento de imágenes; también construyó tres COSEC nuevos y modernizó los cuatro existentes<sup>4</sup>. Como se mencionó anteriormente, la SSCJ decidió instalar 772 letreros o señales que comunicarán la presencia de las cámaras a los ciudadanos, con el propósito de que pudiera identificarse más fácil y de potenciar el posible efecto disuasorio del sistema de videovigilancia.

La SSCJ promueve la toma de decisiones basada en la evidencia y siempre hace seguimiento a las intervenciones que desarrolla. En este sentido, decidió evaluar el impacto del nuevo sistema de videovigilancia, específicamente sobre indicadores de delincuencia, convivencia y operatividad, para tener evidencia rigurosa del uso de esta herramienta en el contexto de

<sup>2</sup> A cierre de 2019 el sistema cuenta con 4,927 cámaras distribuidas en todas las localidades. Para profundizar más respecto al funcionamiento y al proceso de asignación de las cámaras puede mirar el documento realizado por la Secretaría OAIEE (2019).

<sup>3</sup> Aunque la Secretaría de Seguridad es la dueña del sistema de videovigilancia, la operación la realiza la Policía en el marco de sus funciones de prevención, control y vigilancia.

<sup>4</sup> Los cuatro COSEC que existía están ubicados en las localidades de Kennedy, Ciudad Bolívar, Puente Aranda y Chapinero. Los nuevos COSEC se ubicaron en Engativá, Barrios Unidos y Teusaquillo

Bogotá. Las evaluaciones de este tipo equipamientos suelen presentar problemas de identificación estadística de su impacto, entre ellos el más importante es el problema de endogeneidad. En este caso, el problema surge porque la instalación de las cámaras responde a un factor de delictividad (uno quisiera instalar las cámaras donde mayor crimen se concentra), que al mismo tiempo será afectado por las cámaras. Esto se conoce como doble causalidad. La consecuencia de estimar el impacto de las cámaras sin resolver este problema es que la magnitud del efecto que se encuentre puede ser mayor al verdadero, es decir, se sobreestima el impacto del programa y se concluye erróneamente que las cámaras tuvieron (estadísticamente) un “gran” efecto.

La mejor forma de solucionar el problema de endogeneidad es a través de un experimento aleatorio controlado en el que, a partir de un conjunto de sitios elegibles, se realiza una rifa para determinar en cuáles lugares se instala una cámara (denominado grupo de tratamiento) y en cuáles no (grupo de control). Una segunda opción es utilizar métodos cuasi-experimentales, en los que no hay propiamente un proceso de aleatorización, pero se puede identificar un grupo de comparación muy parecido en sus características al grupo de tratamiento lo que permite una comparación. Este estudio utiliza ambas metodologías. Primero, para estimar el impacto de las cámaras se utiliza un modelo de diferencias en diferencias, en el que se explota la variación exógena en las fechas de instalación ya que responden a procesos logísticos y técnicos y no delictivos. Segundo, se utilizó un experimento controlado para evaluar el impacto de las señales, de esta manera el efecto se estima como la diferencia en los resultados de los sitios que recibieron el letrero versus los que no. Aunque similares, los dos procesos de evaluación se realizan de forma independiente porque sucedieron en momentos del tiempo distintos.

Hasta donde conocemos esta es la primera investigación sobre el impacto de los sistemas de videovigilancia que utiliza métodos experimentales con un tamaño de muestra de más de dos mil cámaras y una ventana de tiempo de más de un año. Es la segunda investigación de este tema realizada en el país (luego de [\(Gómez, Mejía, Tobón, y cols., 2017\)](#)) y la primera en Bogotá. Adicionalmente, se utilizan datos con frecuencia diaria, distinto a la mayoría de estudios que cuentan con sólo dos mediciones en el tiempo. Este documento enriquece la literatura no sólo de los sistemas de videovigilancia, sino también del uso de señalética que publicita la presencia del mismo.

Los resultados de la evaluación indican que el nuevo sistema de videovigilancia generó una reducción del 4% en los delitos agregados; esto es una disminución de 0.001 delitos promedio diarios por cámara. Siguiendo la recomendación de Short y Ditton ([1995, 1996](#)), se analiza el impacto sobre los delitos desagregados; se encontró evidencia que indica que el efecto se da principalmente en los delitos contra el patrimonio. No se encontró evidencia de desplazamiento o difusión de beneficios. Por otra parte, no se encontró ningún efecto significativo de la instalación de la señalética.

Lo que resta del documento está organizado de la siguiente forma: la sección 2 presenta la

literatura, la sección 3 describe el sistema de videovigilancia de Bogotá, la sección 4 describe los datos, la sección 5 describe la estrategia empírica, la sección 6 presenta los resultados, la sección 7 concluye.

## 2. Literatura

Los sistemas de videovigilancia son, entre las herramientas tecnológicas, los más usados para gestión de la seguridad ciudadana y la prevención del delito con resultados efectivos. Estos sistemas están enmarcados en la teoría de prevención situacional del delito (Clarke, 1995), la cual parte del supuesto que las personas que cometen un delito son agentes racionales que cuantifican los beneficios y los costos esperados tras realizar una acción delictiva. Estos agentes deciden, con la información disponible, realizar una acción criminal siempre y cuando los beneficios económicos esperados sean positivos y mayores a los costos (Becker, 1968; Ehrlich, 1968). La literatura ha clasificado los sistemas de videovigilancia como una herramienta que aumenta la percepción de riesgo de ser capturado, es decir, incrementa los costos de los agentes (Clarke, 1997). En términos prácticos, el incremento de los costos y del riesgo que generan las cámaras se debe a que éstas actúan como sustitutos de la presencia policial (Wells, Allard, y Wilson, 2006); además, entre otras cosas, sirven de insumo en el proceso judicial como material probatorio (Ashby, 2017).

Si bien los sistemas de videovigilancia han sido evaluados ampliamente en muchas ciudades, los resultados son mixtos y dependen del método de evaluación y del uso del sistema (Farrington, Gill, Waples, y Argomaniz, 2007). Dada la diversidad de resultados, no existe un consenso sobre el efecto de este tipo de sistemas sobre el crimen. La mayoría de estudios y meta análisis han encontrado reducción en los delitos contra el patrimonio (Hayes y Downs, 2011; King, Mulligan, y Raphael, 2008; Gómez y cols., 2017), específicamente, se han obtenido resultados significativos en la reducción de hurtos a vehículos en los alrededores de parqueaderos (Priks, 2015; La Vigne, Lowry, Markman, y Dwyer, 2011; Hayes y Downs, 2011). Por otra parte, las evaluaciones no han encontrado resultados significativos en lo que respecta a los delitos contra la vida, como el homicidio (Wells y cols., 2006; Gómez y cols., 2017). En contraste, existen estudios que no solo no han encontrado resultados (Gerell, 2016; Gill y Loveday, 2003; Gill y Spriggs, 2005) sino que han hallado aumentos del crimen (Brown, 1995; Farrington y cols., 2007; Winge y Knutsson, 2003).

Ante la diversidad de efectos, nuevos estudios han analizado distintas explicaciones para comprender la heterogeneidad de resultados; con particular énfasis en la percepción de los agentes (víctimas y victimarios) sobre los riesgos que generan las cámaras. Gill y Loveday (2003) muestran por medio de encuestas a distintos agresores, cómo estos no perciben algún riesgo ante la presencia de cámaras; mientras que Gannoni, Willis, Taylor, y Lee (2017) encuentran



que los agresores tienen una percepción de mayor riesgo, siendo disuadidos de ejecutar un delito; esto último sucede especialmente cuando se conoce del uso de los videos para ordenar capturas o proferir sentencias. Por otra parte, al estudiar la percepción de las víctimas, se encuentra que la presencia de las cámaras afecta positivamente su percepción de seguridad; lo que conduce a un incremento en el número de denuncias (Piza, Caplan, y Kennedy, 2014; Durlauf y Nagin, 2011; Honess y Charman, 1992; Gill y Spriggs, 2005; Blixt, 2003); sin embargo, esta mejora de la percepción conduce en ocasiones a menores medidas de seguridad personales por parte de las víctimas, lo cual en conjunto, lleva a incrementos en la victimización y denuncias.

En un metanálisis de 44 evaluaciones realizadas en Estados Unidos y el Reino Unido, Welsh y Farrington (2009) demuestra claramente la variabilidad de los resultados. Los autores aseguran que sólo es posible aseverar que los sistemas de videovigilancia logran disuadir el crimen alrededor de parqueaderos; además, que los resultados varían en función del sitio de instalación, tipos de delitos y bienes analizados, y de estrategias complementarias aplicadas. En este orden de ideas, se tiene evidencia poco robusta del impacto de los sistemas de videovigilancia, sensible al contexto y a los indicadores usados en cada evaluación.

Gómez, Mejía y Tobón (2017) identifican del estudio anterior que las evaluaciones analizadas carecen de un marco experimental o cuasi-experimental. Este tipo de investigaciones son escasas, pero de aplicarse con mayor frecuencia podría obtenerse una medición más adecuada del impacto de los sistemas de videovigilancia y una explicación de la heterogeneidad de los resultados en la literatura. Se identifican las siguientes evaluaciones que cuentan con un enfoque cuasi-experimental: evaluación de sistema de videovigilancia del metro de Estocolmo (Priks, 2015), los sistemas de las ciudades de Montevideo (Munyo y Rossi, 2018), Newark (Caplan, Kennedy, y Petrossian, 2011) y Medellín (Gómez y cols., 2017). Estos estudios aprovechan el hecho de que los sistemas son instalados en varias etapas, de modo que las unidades geográficas son intervenidas en tiempos distintos. Debido a esto es posible aislar el efecto de la instalación de las cámaras de dinámicas temporales y delictivas que puedan sesgar los resultados. Estos estudios coinciden en que la instalación de cámaras reduce el crimen, no obstante, es ambiguo si se genera un desplazamiento o una difusión de beneficios a zonas vecinas. En Estocolmo se evidenció un desplazamiento del crimen, en Montevideo y Newark difusión de beneficios, aunque en menor magnitud en esta última, y en Medellín no se evidenció ninguno de los dos fenómenos.

De manera paralela, se ha visto que emplear políticas de información (*information policies*) para modificar el comportamiento de los agentes ha sido una medida costo eficiente para afrontar problemas de política pública (Smith, Clarke, y Pease, 2002). En línea con esto, en la intervención de Estocolmo se acompañó la instalación del sistema con la instalación de señales; lo que pudo intensificar la efectividad de las cámaras. Otro ejemplo de este tipo de políticas es el de Nettle, Nott, y Bateson (2012), que evaluaron la efectividad de la instalación de carteles

en la Universidad de Newcastle para disuadir ladrones de bicicletas. Los carteles tenían una imagen de los ojos de una persona y un mensaje que decía «Ladrones de bicicletas los estamos observando». Los autores encontraron que los carteles reducen los hurtos a bicicletas y resaltan la relación costo-beneficio de este tipo de estrategias.

Finalmente, la efectividad de los sistemas de videovigilancia puede variar con el tamaño de la ciudad, pues altos volúmenes poblacionales garantizan a los posibles agresores un mayor nivel de maniobra y anonimidad. Glaesser (1999) sugiere que esto sucede en las ciudades de alta densidad poblacional que presentan problemas en la operatividad de la policía, dada la saturación de eventos registrados, así como la dificultad asociada a encontrar a un delincuente entre un sinnúmero de sospechosos. Adicionalmente, Piza y cols. (2014) advierte sobre la importancia del tamaño de los sistemas de videovigilancia ya que la capacidad de monitoreo de sistemas muy amplios es más compleja y, por lo tanto, conduce a la incorrecta operación de los mismos.

### 3. Datos

Esta investigación se enfoca en cuantificar el impacto del sistema de videovigilancia sobre indicadores de delincuencia, convivencia y operatividad. Para esto, se hace uso de dos fuentes de informaciones administrativas que contienen eventos georreferenciados con frecuencia diaria. El nivel de detalle de la información permite saber cuántos y que tipo de eventos han sucedido en una unidad geográfica y en un momento dado del tiempo.

La primera fuente es el Sistema de Información Estadístico Delincuencial de la Policía Nacional de Colombia (SIEDCO). De este sistema, como indicadores de criminalidad, se crean tres variables: delitos contra el patrimonio, delitos contra la vida y delito agregado. Los delitos contra el patrimonio equivalen a la suma de los siguientes tipos de hurtos: hurtos a personas, hurto a residencias, hurto a comercios, hurto a entidades financieras, hurtos a automotores y hurtos a motocicletas. Los delitos contra la vida son aquellos que afectan la integridad física de una persona, estos son: homicidios y lesiones personales. Adicionalmente, de esta fuente se crea un indicador de operatividad que equivale a la suma del total de las incautaciones, recuperaciones y capturas.

La segunda fuente de información es el sistema de llamadas al Número Único de Seguridad y Emergencias (NUSE). De esta fuente se construye un indicador de convivencia que equivale a la suma de tres tipos de llamadas: alteración del orden público, riñas y consumo de sustancias psicoactivas.

Cada una de estas variables se organiza en un panel de datos con una frecuencia temporal diaria y con unidad espacial a nivel de cámara. La unidad espacial corresponde a un radio de 120 metros alrededor del punto de la cámara; la dimensión de distancia se definió con base en

el alcance visual de las cámaras instaladas que es de aproximadamente 100 metros.

Todos los eventos ocurridos dentro de un radio de 120 metros alrededor de cada punto de cámara en un día se agregan para construir las variables de resultado sobre los que se evalúa el impacto del sistema de videovigilancia. En caso que un evento suceda en el área de influencia de dos cámaras, dicho evento se asigna al punto que recibió primero el tratamiento. Cabe mencionar que para ambas intervenciones (cámara o letrero) se excluyen los eventos que acontecieron al interior de espacios privados donde las cámaras no tienen ningún alcance o efecto de disuasión. Por ejemplo, un hurto a persona al interior de una *habitación de casa* o un caso de violencia intrafamiliar, son eventos para los que las cámaras pueden tener menor incidencia. Sin embargo, se incluyen delitos, que por su naturaleza, son reportados al interior de un lugar, como es el caso del hurto a comercio, a residencias y a entidades financieras; es posible que en la huida la cámara alcance a detectar lo que sucede en vía pública.

## 4. Estrategia Empírica

Este documento presenta la evaluación de dos intervenciones realizadas por la SSCJ. La primera corresponde a la instalación de cámaras de videovigilancia y la segunda a la instalación de letreros para publicitar el sistema. Aunque complementarios, estas intervenciones ocurrieron en momentos distintos del tiempo, por lo que se evalúan de manera independiente y con variaciones metodológicas. A continuación, se explica el método de evaluación utilizado para cada una.

### 4.1. Cámaras de videovigilancia

Para estimar el impacto de la instalación de las cámaras sobre los indicadores de seguridad, convivencia y operatividad explicados en la sección anterior, se utiliza el modelo de diferencias en diferencias. Siguiendo a [Gómez y cols. \(2017\)](#), este modelo explota la variación temporal en la fecha de instalación de cada cámara, por lo que se emplea una estructura de panel de datos diario con efectos fijos. Se utiliza una muestra de 2,387 cámaras instaladas durante el 1 de enero del 2017 y el 30 de marzo del 2019.

El modelo que se estima para cada punto geográfico  $i$  en el que se instala una cámara, de la localidad  $p$  en el día  $t$ , es el siguiente:

$$Y_{ipt} = \beta_0 + \beta_1 \text{Cámara}_{ipt} + \lambda_1 \text{Spillover}_{ipt} + \theta_i + \theta_t + \varepsilon_{ipt} \quad (1)$$

Donde  $\text{Cámara}_{ipt}$  denota si el punto geográfico de referencia con un área de influencia de



radio de 120 metros  $i$  recibió el tratamiento el día  $t$  y su parámetro asociado  $\beta_1$  captura el efecto de la intervención.  $Spillover_{ipt}$  toma el valor de 1 si la unidad geográfica no ha recibido el tratamiento (instalación de la cámara) en el momento  $t$  y se encuentra a una distancia de menos de 250 metros de otra unidad que ya recibió el tratamiento. En el momento del tiempo que se instala la cámara el indicador será igual a cero; el parámetro asociado recoge cualquier efecto de desplazamiento del crimen o difusión de beneficios desde las unidades tratadas hacia las no tratadas.  $\theta_t$  es el efecto fijo de cámara que controla por diferencias entre las zonas geográficas que no cambian en el tiempo, como por ejemplo variables socioeconómicas, densidad poblacional, factores de riesgo idiosincráticos del lugar y otros elementos que pueden tener incidencia en el efecto del tratamiento;  $\theta_i$  es el efecto fijo de tiempo (fecha) que controla por eventos que suceden a lo largo del tiempo de evaluación y que pueden incidir en los resultados. Un ejemplo es la entrada en funcionamiento de la plataforma *ADenunciar*<sup>5</sup>, la cual facilitó e incentivó la denuncia ciudadana de delitos, lo que naturalmente conllevó a un aumento en el número de casos reportados.

Con el propósito de identificar si el efecto de las cámaras varía en el tiempo, se estima una variación de la ecuación 1 en la que se incluye además el tiempo de exposición o intensidad del tratamiento. Con esto se utiliza la variabilidad temporal para identificar si con el paso de los días, luego de la instalación de la cámara, el efecto se intensifica o se atenúa. La siguiente ecuación captura esto:

$$y_{ipt} = \beta_0 + \beta_1 \text{Tratamiento}_{ipt} + \beta_2 \text{Intensidad}_{ipt} + \lambda_1 S_{ipt} + \theta_i + \theta_t + \varepsilon_{ipt} \quad (2)$$

Aquí  $\text{Intensidad}_{it}$  indica el número de semanas que la unidad  $i$  lleva tratada en el día  $t$ . El parámetro asociado  $\beta_2$  captura el efecto marginal de un día adicional de exposición, y el efecto total corresponde a la suma de éste y  $\beta_1$ . Por ejemplo, en caso de encontrar que el tratamiento tiene una reducción en el agregado de los delitos, entonces un  $\beta_2$  negativo y significativo describe que al pasar el tiempo el efecto del tratamiento se intensifica, pero en caso de ser positivo se atenúa.

Adicionalmente, con el objetivo de identificar si existen asimetrías del efecto del sistema de videovigilancia de acuerdo con el tipo sitio de instalación, se estima la ecuación 1 para una muestra condicionada al lugar donde se encuentran las cámaras. Específicamente se utilizan las cámaras ubicadas a 100 metros o menos de Colegios, Parques, Ciclo rutas o Estaciones de Transmilenio. Se estima una regresión para cada tipo de sitio.

<sup>5</sup> A nivel nacional entró en vigencia esta plataforma virtual que permite registrar denuncias ciudadanas por algunos delitos sin necesidad de acercarse a una estación de policía. Para mayor detalle revisar el documento de Rodríguez-Ortega, Mejía-Londoño, Caro-Zambrano, Romero-Hernández, y Campos-Méndez(2018).

Para que la estimación del impacto utilizando el modelo de diferencias en diferencias sea válido se debe cumplir el supuesto de tendencias paralela; que plantea la no existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las características del grupo de control y el grupo de tratamiento. En caso de no cumplirse, entonces las divergencias que se identifiquen en las variables de resultado posterior a la instalación de las cámaras no pueden ser atribuidas a la intervención. Este supuesto se convalida tradicionalmente por medio de un Estudio de Eventos (Autor, 2003), que consiste en analizar el comportamiento de las unidades tratadas antes y después del tratamiento, para identificar si hay cambios estadísticos a raíz de la intervención. Primero se define un conjunto de variables dicotómicas que toman el valor uno (1) para un periodo de tiempo específico antes o después del tratamiento y cero (0) durante el resto del periodo. La ecuación 3 captura esto:

$$Y_{ipt} = \beta_0 + \sum_{k=3}^{k-3} \beta_k \text{Cámaras}_{ipt-k} + \lambda_1 \text{Spillover}_{ipt} + \theta_i + \theta_t + \varepsilon_{ipt} \quad (3)$$

De este modo, los 6 niveles de  $\beta_k$  recogen las distintas etapas previas y posteriores a la instalación de las cámaras (en este caso semanas). Es decir, que existe un  $\beta_k$  para cada una de las semanas previas al tratamiento y uno para cada semana posterior a la instalación de las cámaras, y en caso de que uno de los  $\beta_k$  sea significativo debe ser estrictamente en los que están posterior a la instalación de cámaras; en caso de que un parámetro  $\beta$  previo a la instalación sea significativo entonces no se cumple el supuesto de tendencias paralelas.

Adicionalmente, se realiza una prueba adicional como complemento para verificar la exogeneidad de la fecha de la instalación de las cámaras al delito. Recuerde que por el problema de endogeneidad es posible que las fluctuaciones del crimen determinen la fecha de instalación, lo que en consecuencia generaría resultados sesgados. Aunque el proceso de instalación depende de factores técnicos y logísticos como personal disponible, condiciones climáticas, entre otros, se estima la ecuación 4 por Mínimos Cuadrados Ordinarios para verificar este hecho.

$$\Omega_{ipt} = \beta_0 + \beta_k \nu_{ipt-j} + \lambda_1 \text{Spillover}_{ipt} + \theta_i + \theta_w + \varepsilon_{ipt} \quad (4)$$

$$\nu_{ipt-j} = \frac{1}{t} \sum_j^{t-1} Y_{ipt-j} \quad (5)$$

Se construye la variable dependiente ( $\Omega_{ipt}$ ) que corresponde a la fecha de instalación de la

cámara y captura esta variabilidad. Como variables independientes se incluyen los indicadores de delictividad, convivencia u operatividad; también se incluye el *Spillover* y los efectos fijos, que guardan el mismo significado que para la ecuación 1. El subíndice  $j$  indica los rezagos diarios (1, 7 y 14 días) y  $Y_{ipt-j}$  es la variable que mide el delito, la convivencia o la operatividad. En línea con Gómez, Mejía and Tobón (2017)  $\Omega_{ipt}$  indica el día exacto de instalación de la cámara en el punto geográfico  $i$  y toma el valor de uno (1) ese día, cero (0) antes de la fecha de instalación y un valor faltante (.) a partir del día siguiente a la instalación. La variable  $\nu_{ipt-j}$  representa una media de la variable de interés en una ventana de  $j$ -días. Las distintas medidas de tiempo se usan para probar la robustez de los resultados.

Finalmente se realizan dos pruebas de robustez. La primera consiste en variar el radio de influencia alrededor de las cámaras; se utilizan áreas de 80 y 150 metros para estimar la ecuación 1 y verificar si los resultados cambian o no. La segunda es una prueba de falsificación que pretende mostrar que los resultados corresponden efectivamente al período de tratamiento y que no están causado por una relación al azar; siguiendo a Gómez y cols. (2017) se estima la ecuación 1 utilizando datos para un período de tiempo en el que no existía el tratamiento, entre enero 1 del 2013 y marzo 31 del 2015.

## 4.2. Señalética

Se utiliza la metodología de experimento aleatorio controlado que permite estimar el impacto de las señales o letreros como la diferencia de las variables de resultado (delitos, convivencia y operatividad) entre las unidades asignadas al grupo de tratamiento y las del grupo de control.

En total se instalaron 772 letreros, de los cuales 709 fueron asignados de manera aleatoria dentro de la muestra de cámaras instaladas; el letrero se instaló sobre el poste que sostiene cada cámara. Para realizar el proceso de aleatorización, primero se definió el universo de cámaras elegibles para recibir un letrero: se parte de 2,693 cámaras instaladas con corte a marzo 1 de 2019; de este universo se excluyen (449) cámaras internas de colegios, del Centro de Traslado por Protección (CTP) y del sistema Transmilenio. Además, se descartan 63 cámaras que fueron preseleccionadas a recibir el tratamiento porque hacen parte de un plan de renovación del centro de la ciudad; también se excluyen 19 cámaras que están en un radio de 100 metros alrededor del área del plan centro para evitar contaminación entre unidades. Por último, se descartan las cámaras ubicadas en la fachada del Estadio Nemesio Camacho el Campín ya que no es posible instalar letreros ahí. Se tienen entonces 2,162 cámaras elegibles para el proceso de asignación aleatoria. Este proceso se realizó estratificando a nivel de localidad y manteniendo la proporcionalidad de la cantidad de cámaras instaladas en cada localidad con respecto al total de la ciudad. Así se garantizó que todas las localidades recibieran el tratamiento, evitando

desproporciones en las localidades con mayor número de cámaras. Durante el proceso de instalación de los letreros, se identificaron problemas técnicos para realizar el proceso, por lo que la cámara tuvo que ser reemplazada por una nueva; el reemplazo se seleccionó utilizando el mismo método de aleatorización en la misma localidad. Finalmente se cuenta con una muestra de 2,096 cámaras, 709 asignadas al grupo de tratamiento y 1,387 al grupo de control.

El proceso de instalación se llevó a cabo en abril de 2019. Para la evaluación se utilizan datos posteriores a esta fecha, específicamente del 15 de mayo y hasta el 31 de agosto de 2019; por cuestiones de tiempos administrativos de la SSCJ fue necesario cortar luego de tres meses de finalizada la instalación, por lo que consideramos estos resultados de corto plazo. Igual que se hizo para la intervención de las cámaras, se define la unidad geográfica en un radio de influencia de 100 metros. El siguiente fue el modelo estimado:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Tratamiento}_i + \lambda_1 \text{Spillover}_i + \beta_2 \text{Dist\_Transmilenio}_i + \beta_k \text{Localidad}_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

La variable  $\text{Tratamiento}_i$  es indicativa de si la una unidad geográfica recibió o no el tratamiento y su parámetro asociado  $\beta_1$  captura la efectividad de la instalación de las señales; la variable  $\text{Spillover}_i$  toma el valor de 1 si una unidad asignada al grupo de control se encuentra a menos de 250 metros de una unidad asignada al grupo de tratamiento;  $\text{Localidad}_i$  es un control de localidad y  $\text{Dist\_Transmilenio}_i$  de distancia a la estación de Transmilenio más cercana.

Vale mencionar que si bien la naturaleza experimental de la intervención permite que se estime un modelo de corte transversal<sup>6</sup>, como ejercicio de comparación se estimó también la ecuación 1 con el mismo modelo de diferencias en diferencias con efectos fijos utilizado para la evaluación de las cámaras. Igualmente se verifica el supuesto de tendencias paralelas y se realizan las mismas pruebas de exogeneidad y robustez.

## 5. Resultados

### 5.1. Instalación de cámaras de videovigilancia

Como se explicó en la sección 5 de estrategia empírica, para que los resultados de la evaluación sean válidos se debe cumplir el supuesto de tendencias paralelas; la tabla 1 presenta la estimación de la ecuación 6 que verifica esto. En la columna (2) se presenta la estimación para los delitos contra la vida, en la columna (3) los delitos contra la propiedad, en la columna

<sup>6</sup> Un único periodo de tiempo donde se comparan el grupo de control y tratamiento.

(4) las llamadas a la línea 123 que reportan comportamientos contrarios a la convivencia (NUSE), en la columna (5) los resultados operativos y en la columna (6) el agregado de todos los delitos. En esta tabla el interés está en los parámetros correspondientes a las variables *timetbt\_minus3*, *timetbt\_minus2*, y *timetbt\_minus1*; para demostrar tendencias paralelas los coeficientes asociados a éstas no deben presentar significancia estadística. En este orden, solo se encuentran diferencias significativas en las tendencias en las columnas (4) y (5) que se refieren a la medida de convivencia y de operatividad. Respectivamente, esto significa que cualquier resultado obtenido sobre estas dos variables será sesgado. En el caso de NUSE (convivencia) las llamadas venían disminuyendo antes de la instalación de las cámaras, entonces, si se encuentra un efecto negativo podría estar sobreestimado. Para la operatividad se tendría un parámetro subdimensionado ya que el grupo tratamiento tiene una tendencia de crecimiento mayor que la del grupo de control previo a la ejecución del tratamiento. Los resultados de estas dos medidas se reportan en las tablas de manera informativa, pero su interpretación debe ser tomada con cautela. Para el resto de variables de interés se cumple el supuesto de tendencias paralelas.

Tabla 1: Cámaras de videovigilancia: Estudio de eventos

VARIABLES	Crimen vida (2)	Crimen propiedad (3)	NUSE (4)	Operatividad (5)	Delitos Agregados (6)
time-3	0.000494 (0.000522)	0.00109 (0.00170)	-0.00465 (0.00516)	0.00187 (0.00123)	0.00159 (0.00174)
time-2	-0.000232 (0.000526)	-0.00192 (0.00170)	-0.00854* (0.00510)	-0.00133 (0.00103)	-0.00215 (0.00176)
time-1	0.000606 (0.000569)	-0.000830 (0.00179)	-0.00996* (0.00559)	0.00208* (0.00125)	-0.000224 (0.00189)
time+1	3.36e-05 (0.000517)	-0.00161 (0.00158)	0.0114** (0.00554)	-0.00174* (0.000970)	-0.00158 (0.00168)
time+2	-0.000313 (0.000504)	-0.00200 (0.00163)	-0.000486 (0.00525)	0.000751 (0.000980)	-0.00231 (0.00171)
time+3	0.000353 (0.000543)	-0.00159 (0.00164)	0.00401 (0.00512)	0.000751 (0.00113)	-0.00123 (0.00173)
Constant	0.0240*** (0.00381)	0.0123*** (0.00457)	1.397*** (0.0552)	2.589*** (0.120)	0.0363*** (0.00595)
Observations	1,611,744	1,611,744	1,611,744	1,611,744	1,611,744
R-squared	0.001	0.001	0.047	0.152	0.001
Number of codEncoded	1,956	1,956	1,956	1,956	1,956

Nota: cada una de las variables explicativas de tiempo toman el valor de 1 durante el mes antes o después del tratamiento, según corresponda, y 0 en resto de la muestra. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$

La tabla 7 del anexo presenta las estadísticas descriptivas de las variables de interés y en la tabla 8 los resultados de la prueba de exogeneidad. El panel A presenta los resultados para el tratamiento de instalaciones de cámaras, las columnas (2), (3) y (4) corresponden a los distintos rezagos de la variación del crimen: un día antes, una semana antes y dos semanas

antes de la fecha de instalación. Se puede ver que ninguno de estos parámetros es significativo para las fechas de instalación de las cámaras. Con esto, se comprueba que no hay endogeneidad, siendo la fecha de instalación determinada por hechos distintos al delito. Esto es consistente con el proceso de instalación que depende de procesos técnicos de los contratistas y empresas encargadas de la conectividad y energización de cada punto.

En la tabla 2 se presentan los resultados de los efectos del sistema de videovigilancia en Bogotá. Entre las columnas (2) a la (6) se ven que todas las variables de interés presentan signo negativo, lo que indica un efecto disuasivo en los lugares donde fueron instaladas las cámaras. Sin embargo, sólo el crimen agregado (columna 6) es estadísticamente significativo al 10 %. En particular, se encuentra una reducción de 0.001 delitos promedio diario por cámara, lo que equivale a una disminución del 4 %. Por otro lado, al analizar la variable *Spillover*, cuyo parámetro captura la difusión de beneficios o el desplazamiento del delito, se observa que para ninguna variable los resultados son significativos. Estos resultados son similares a los encontrados por Gómez, Mejía y Tobón (2017) en Medellín.

En segundo lugar, en la sección derecha de la tabla 2 se presentan los resultados de incluir la variable de intensidad (*intensidad*), cuyo parámetro captura si a medida que pasa el tiempo desde la instalación, se tienen mejores resultados del tratamiento. Entre las columnas (7) y (11) se presentan los resultados de la ecuación 2. Se puede ver que una vez se tiene en cuenta el tiempo de ejecución del tratamiento, se tiene una reducción significativa del 6 % en el delito contra el patrimonio, consistente con lo encontrado en la mayoría de la literatura sobre la efectividad de estos sistemas (Hayes y Downs, 2011; King y cols., 2008; Gómez y cols., 2017; Priks, 2015; La Vigne y cols., 2011).

Simultáneamente, se presenta una reducción del efecto a medida que pasa el tiempo, es decir, la efectividad de la estrategia se difumina; paralelamente no se presenta desplazamiento de beneficios ni difusión del crimen de manera significativa. Por otra parte, los delitos contra la vida siguen teniendo una relación negativa, pero no se presenta significancia estadística. Esta falta de significancia en este tipo de delitos es acorde con los estudios de Wells y cols. (2006) y Gómez y cols. (2017). Ahora, bajo esta especificación con intensidad, los delitos agregados, continúan con el signo negativo pero su significancia aumenta al 5 %. Respecto a la intensidad, se encuentra que el efecto se difumina al paso del tiempo de instalarse la cámara. Finalmente, no se presentan cambios en la difusión de beneficios y al desplazamiento del delito.

Tabla 2: Cámaras de videovigilancia: Resultados

VARIABLES	<i>Resultados ecuación (1)</i>					<i>Resultados ecuación (1) con Intensidad</i>				
	Crimen Vida (2)	Crimen Propiedad (3)	NUSE (4)	Operatividad (5)	Delitos Agregados (6)	Crimen Vida (7)	Crimen Propiedad (8)	NUSE (9)	Operatividad (10)	Delitos Agregados (11)
Tratamiento	-0.000499 (0.000348)	-0.00103 (0.000807)	0.00207 (0.00433)	-0.00326*** (0.00109)	-0.00153* (0.000877)	-0.000411 (0.000351)	-0.00145* (0.000812)	0.00106 (0.00429)	-0.00280*** (0.000982)	-0.00186** (0.000884)
Intensidad						-1.93e-06 (1.28e-06)	9.21e-06*** (3.35e-06)	2.22e-05 (1.94e-05)	-1.01e-05* (5.34e-06)	7.28e-06** (3.59e-06)
Spillover	-9.35e-05 (0.000392)	0.000882 (0.000810)	0.00634 (0.00473)	4.98e-05 (0.000960)	0.000788 (0.000902)	-0.000154 (0.000393)	0.00117 (0.000811)	0.00704 (0.00477)	-0.000268 (0.000983)	0.00102 (0.000905)
Constante	0.0235*** (0.00351)	0.00670** (0.00262)	1.335*** (0.0487)	2.452*** (0.102)	0.0302*** (0.00438)	0.0235*** (0.00351)	0.00670** (0.00262)	1.335*** (0.0487)	2.452*** (0.102)	0.0302*** (0.00438)
Observations	1,966,888	1,966,888	1,966,888	1,966,888	1,966,888	1,966,888	1,966,888	1,966,888	1,966,888	1,966,888
R-squared	0.001	0.001	0.047	0.149	0.001	0.001	0.001	0.047	0.149	0.001
Número de Cámaras	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387

Nota: la variable dependiente es el número diario de delitos que ocurren en un radio de 120 metros alrededor de la cámara. Las columnas 2 a 6 presentan los resultados del modelo excluyendo la variable de intensidad del tratamiento; las columnas 7 a 11 sí incluyen dicha variable. Todas las estimaciones incluyen efectos fijos de cámara y de tiempo. Los errores estándar están corregidos por clúster a nivel de cámara.

Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$ .

Adicionalmente, se estudia qué efectos tiene el sistema de videovigilancia en áreas priorizadas como Colegios, Parques, Ciclo rutas y Estaciones de Transmilenio. El objetivo de este ejercicio es verificar si hay un impacto asimétrico por zonas. En la tabla 3 se muestran estos resultados. Sólo se encuentra un efecto significativo en los alrededores del sistema Transmilenio, sin embargo, en las demás zonas el efecto negativo se mantiene, pero no de manera significativa.

Tabla 3: Cámaras de videovigilancia: Efectos heterogéneos por tipo de sitio de instalación

VARIABLES	Parque (2)	Colegio (3)	Transmilenio (4)	Cicloruta (5)
Tratamiento	-0.00157 (0.00106)	-0.00146 (0.00144)	-0.00852** (0.00430)	-0.00301 (0.00231)
Spillover	0.000157 (0.00107)	0.00252* (0.00149)	-0.00252 (0.00375)	1.06e-05 (0.00229)
Constante	0.0239*** (0.00432)	0.0389*** (0.00834)	0.0170* (0.00926)	0.00539 (0.00337)
Observaciones	1,378,552	613,880	243,080	458,968
Número de cámaras	1,673	745	295	557
R-squared	0.001	0.002	0.005	0.003

Nota: la variable dependiente es el número diario de delitos que ocurren en un radio de 120 metros alrededor de la cámara. Solo se seleccionan para cada regresión las cámaras que se encuentran a menos de 100 metros del descrito como Colegio, Transmilenio, Parque o Ciclo ruta. Los errores estándar están corregidos por clúster a nivel de cámara. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$

Finalmente, se realizan las pruebas de robustez. La tabla 9 del anexo presenta los de estimar la especificación utilizando radios de 150 y 80 metros alrededor de los puntos de cámaras. En general, los resultados se mantienen con el área de influencia de 150 metros, sin embargo, con un área de 80 metros, el efecto del sistema deja de ser estadísticamente significativo, aunque el signo permanece igual. Por último, la tabla 10 del anexo se presentan los resultados del test de falsificación. En las columnas (2) a la (5) se pueden observar los parámetros de esta regresión, todos sin significancia estadística. Como se mencionó, el test de falsificación intenta demostrar que el tratamiento corresponde a un hecho real y no a una correlación espuria entre variables. En este orden de ideas, se puede ver que ante un pseudo-tratamiento entre enero del 2013 y agosto del 2015 no hay efectos significativos sobre ninguna de las variables de interés que se está interpretando.

## 5.2. Instalación de señalética

Esta subsección presenta los resultados del experimento aleatorio que se utilizó para la instalación de letreros en la ciudad que publicitan el sistema de videovigilancia. La tabla 4 presenta la prueba de diferencia de medias entre los grupos de tratamiento y control; no se tienen diferencias estadísticamente significativas en los indicadores de delictividad previo a la



asignación, lo que indica que el proceso de aleatorización funcionó. En cuanto a las variables de control, se tiene una diferencia significativa en la distancia a la estación de Transmilenio más cercana; esta variable se incluye en la regresión para controlar por este hecho.

Tabla 4: Señalética: prueba de medias de la asignación experimental

Variable	Tratado	Control	Diferencia
<b>Delitos 2018</b>			
Delitos Agregados	64.3	63.9	0.34
Delitos contra la vida	4.6	4.8	-0.21
Delitos contra patrimonio	59.6	59.1	0.55
<b>Distancia a equipamientos</b>			
Distancia Centro Comercial	896.6	928.2	-31.6
Distancia Colegio	192.3	199.3	-7.02
Distancia Estación Policía	1792.5	1839.1	-46.53
Distancia CAI	594.5	601.2	-6.74
Distancia URI	3655.2	3695.6	-40.4
Distancia Casa de Justicia	2158.2	2215.7	-57.53
Distancia Iglesia	510.5	533.6	-23.11
Distancia Hospital	1197.2	1254.4	-57.2
Distancia estacion TM	981.0	1054.5	-73.43*
Distancia SITP	103.5	108.3	-4.83
<b>Otras variables de entorno</b>			
Estrato	2.0	2.1	-0.03
Densidad poblacional (hab/ha)	240.7	241.9	-1.24

Nota: los datos corresponden al agregado de registros durante el año 2018. Los datos de crímenes registrados acontecieron adentro de un área definida de 120 metros alrededor del lugar de instalación de la cámara. Crímenes a la propiedad incluyen todas las clases de robos. Significancia: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$

La tabla 5 presenta los resultados para la evaluación de esta intervención. No se encuentra evidencia de que letreros tuvieran algún efecto sobre el crimen, la convivencia o la operatividad en las zonas en las que se instalaron en comparación con las zonas en las que no. Tampoco se encuentra evidencia de difusión o desplazamiento del delito. La única variable que presenta significancia estadística es *Dist\_Transmi*, que era lo esperado dado el resultado del balance de la muestra; esto significa que ante mayor sea la distancia a una estación de Transmilenio los crímenes contra la vida, crímenes contra la propiedad y de manera agregada los crímenes tienden a disminuir.

Por otra parte, se estima el impacto de los letreros utilizando la misma metodología usada para la evaluación de las cámaras. En consistencia con los ejercicios anteriores y por rigurosidad de la investigación, se realiza el respectivo estudio de eventos y la prueba de exogeneidad. Los resultados del estudio de eventos se presentan en la tabla 11 del anexo; se encuentran diferencias significativas en las tendencias de los indicadores de operatividad y llamadas de emergencia. Esto significa que los resultados que se encuentren son únicamente válidos para el

Tabla 5: Señalética: Resultados

VARIABLES	Crimen vida (2)	Crimen propiedad (3)	NUSE (4)	Operatividad (5)	Delitos Agregados (6)
Tratamiento	0.0808 (0.0668)	0.202 (0.310)	2.459 (3.022)	0.0262 (0.181)	0.282 (0.327)
Spillover	0.0811 (0.0739)	-0.0634 (0.293)	1.099 (1.994)	-0.0834 (0.199)	0.0177 (0.311)
Dist_Transmi	-7.89e-05** (3.06e-05)	-0.000220* (0.000132)	-0.00116 (0.00151)	-3.91e-06 (8.28e-05)	-0.000299** (0.000141)
Constante	0.619*** (0.122)	5.290*** (0.577)	30.17*** (3.412)	0.632** (0.265)	5.908*** (0.591)
Observaciones	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096
R-squared	0.067	0.079	0.042	0.043	0.059

Nota: la variable dependiente es el número de delitos que ocurren en un radio de 120 metros alrededor de la cámara durante el 15 de mayo y el 31 de agosto del 2019. Los errores estándar están corregidos por clúster a nivel de cámara. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$

delito agregado, los crímenes contra la vida y el patrimonio. Los resultados de la prueba de exogeneidad se presentan en el panel B de la tabla 8; entre las distintas especificaciones de rezago se nota que no hay significancia estadística del agregado de los delitos como una causa de la instalación de las señales. En este sentido, se verifica que el cronograma de instalación de las señales obedece a procesos propios de los contratistas o de la logística de las empresas que intervienen en el tema.

La tabla 6 presenta los resultados de la estimación de la ecuación 1, cambiando el tratamiento por la instalación de letreros. Se puede ver en las columnas (2) a la (6) que ninguno de los parámetros para las distintas variables de interés son significativos estadísticamente. Tampoco hay evidencia de difusión de beneficios ni desplazamiento del delito. De manera similar, al integrar la intensidad del tratamiento en el modelo, tal que se recoja la heterogeneidad en el tiempo del mismo, tampoco se encuentran resultados estadísticamente significativos. Análogamente, no se presenta efectos heterogéneos en el tiempo y la variable *Spillover* permanece sin significancia estadística.

Estos resultados son robustos al tamaño del área de influencia definido alrededor de las cámaras. Tanto para áreas de influencia de 80 metros (tabla 12 en el anexo) como para el área de 150 metros (tabla 13 en el anexo) ninguno de los parámetros presenta cambios significativos luego de la instalación del letrero. Sin embargo, se obtiene que, en un área de influencia de 150 metros, los delitos contra la vida se desplazan hasta 250 metros; esto es un hecho no registrado en la literatura hasta el momento. Este resultado puede explicarse por un aprendizaje y planeación previa de los agresores, ya que delitos de alto impacto como el homicidio, pueden ser planeados, de manera que al identificar que un lugar es videovigilado, estas personas son disuadidas hacia lugares sin monitoreo.



Para terminar, en el segundo panel de la tabla 10 del anexo, se presentan los resultados del test de falsificación para esta intervención. Este es realizado con datos del 2015, desde enero a agosto del mismo año. De manera similar a la evaluación de solo las cámaras, no se encuentra algún hecho relevante que indique que los resultados responden a una correlación espuria.

Tabla 6: Señalética: Resultados utilizando método de diferencias en diferencias

VARIABLES	<i>Resultados ecuación (1)</i>					<i>Resultados ecuación (1) con Intensidad</i>				
	Crimen Vida (2)	Crimen Propiedad (3)	NUSE (4)	Operatividad (5)	Delitos Agregados (6)	Crimen Vida (7)	Crimen Propiedad (8)	NUSE (9)	Operatividad (10)	Delitos Agregados (11)
Tratamiento	0.000991 (0.000687)	0.00160 (0.00254)	-0.0124 (0.00818)	0.00119 (0.00122)	0.00259 (0.00265)	0.000291 (0.000919)	0.000296 (0.00355)	-0.00736 (0.0104)	0.00236 (0.00167)	0.000587 (0.00369)
Intensidad						1.16e-05 (1.02e-05)	2.16e-05 (3.91e-05)	-8.34e-05 (0.000104)	-1.93e-05 (1.91e-05)	3.31e-05 (4.06e-05)
Spillover	0.00132* (0.000721)	0.00187 (0.00263)	-0.00152 (0.00794)	0.000653 (0.00126)	0.00319 (0.00275)	0.00137* (0.000725)	0.00196 (0.00264)	-0.00186 (0.00793)	0.000575 (0.00127)	0.00332 (0.00276)
Constante	0.0200*** (0.00411)	0.0258*** (0.00732)	1.077*** (0.0435)	0.00716*** (0.00220)	0.0458*** (0.00847)	0.0200*** (0.00411)	0.0258*** (0.00732)	1.077*** (0.0435)	0.00716*** (0.00220)	0.0458*** (0.00847)
Observations	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328
R-squared	0.001	0.002	0.034	0.001	0.001	0.001	0.002	0.034	0.001	0.001
Número de Cámaras	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096

Nota: la variable dependiente es el número diario de delitos que ocurren en un radio de 120 metros alrededor de la cámara. Las columnas 2 a 6 presentan los resultados del modelo excluyendo la variable de intensidad del tratamiento; las columnas 7 a 11 incluyen dicha variable. Todas las estimaciones incluyen efectos fijos de cámara y de tiempo. Los errores estándar están corregidos por clúster a nivel de cámara. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$



## 6. Conclusiones

Se encuentra evidencia que el nuevo sistema de videovigilancia de Bogotá es una estrategia efectiva para la reducción del crimen agregado, principalmente para los delitos contra el patrimonio. Sin embargo, este efecto se debilita a medida que pasa el tiempo luego de la instalación de las cámaras. No se encuentra evidencia de que la estrategia complementaria de instalar señales informando a la ciudadanía que están siendo videovigilados tenga algún impacto sobre el delito, la convivencia o la operatividad. Este es un resultado de corto plazo ya que se utilizó un período de tres meses para el análisis; a futuro se puede pensar en hacer nuevamente la estimación con una ventana de tiempo más amplia que permita identificar si existe alguna adaptabilidad de los agresores una vez se enteran de la existencia del sistema. Tampoco se encuentra evidencia de desplazamiento del crimen o de difusión de beneficios para ninguna de las intervenciones.

Aunque estos resultados van en línea con la evaluación realizada en Medellín por [Gómez y cols. \(2017\)](#), así como con la literatura internacional que muestra resultados efectivos especialmente en delitos contra el patrimonio, se esperaban identificar mayores magnitudes.

Tres posibles explicaciones de por qué esto no sucedió son las siguientes. Primero, se da un proceso de aprendizaje rápido por parte de los agresores para evitar ser identificados por las cámaras; esta hipótesis supone que la cámara no aumenta la percepción de riesgo de ser detectado. Segundo, el sistema de videovigilancia no mejora la efectividad de la Policía en cuanto a prevención u operatividad; esto también afecta la percepción de riesgo del agresor, quién al ver que comete un delito y no hay respuesta operativa inmediata entiende que la cámara no representa una amenaza real. Tercero y relacionado con el segundo punto, puede que no se tenga un monitoreo efectivo de las cámaras en el sentido que no exista una coordinación entre los policías que visualiza el sistema y las patrullas de vigilancia de la ciudad; como lo explica [Piza y cols. \(2014\)](#), esto hace que los agresores identifiquen la baja efectividad del sistema y, por lo tanto, hagan caso omiso del mismo. Adicionalmente, en una ciudad con cerca de 9 millones de habitantes, como lo es Bogotá, la amplitud del sistema de monitoreo debe corresponder con la capacidad de personal de monitoreo y reacción en terreno.

Con esto en mente, la SSCJ decidió tomar acciones para mejorar la operación del sistema de videovigilancia. En cuatro años el número de cámaras en la ciudad creció en 1,203 % pero el personal de monitoreo no y tampoco hubo un proceso de visualización que respondiera al nuevo tamaño del sistema previo. Se definió entonces un mapa de procesos de la operación del sistema, con un direccionamiento y coordinación interinstitucional en el que participan la Secretaría de Seguridad, las entidades de atención a emergencias, la policía y la fiscalía. Se decidió también que, ante el escaso recurso humano para el monitoreo de las cámaras, era necesario priorizar la visualización de aquellas más estratégicas; todas las cámaras del sistema tienen programado un



tour de los sitios más importantes dentro de su rango de imagen y un almacenamiento continuo de hasta tres meses, además, cuentan con herramientas de videoanalítica que generan alertas de posibles situaciones problemáticas. Para realizar el proceso de priorización, se construyó un plan de trabajo en el que, para cada estación de policía, se ordenan las cámaras desde la más prioritaria a monitorear hasta la menos prioritaria. Este ejercicio es realizado por una mesa técnica en la que participan las entidades previamente mencionadas, y cuyo punto de partida es un listado ordenado generado a partir de un modelo predictivo de crimen (aplicado por la Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos OAIEE de la SSCJ). El plan de trabajo constituye un insumo adicional para la planeación del servicio de policía y su operación del sistema con el objetivo de obtener información que permita prevenir, controlar y mitigar cualquier situación adversa que pueda presentarse.

Por último, se recomienda realizar un estudio que evalúe el efecto del nuevo sistema de videovigilancia en resultados de tipo judicial. La aproximación de este documento no aborda este análisis, por lo que se requiere evidencia rigurosa al respecto.

## Referencias

- Ashby, M. (2017). The value of cctv surveillance cameras as an investigative tool: An empirical analysis. *European Journal on Criminal Policy and Research Volume 23, Issue 3.*
- Autor, D. H. (2003). Outsourcing at will: The contribution of unjust dismissal doctrine to the growth of employment outsourcing. *Journal of labor economics, 21(1)*, 1–42.
- Becker, G. S. (1968). Crime and punishment: An economic approach. *The economic dimensions of crime (pp. 13-68)*. Palgrave Macmillan, London..
- Blixt, M. (2003). The use of surveillance cameras for the purpose of crime prevention. *National Council for Crime Prevention (BRÅ), Sweden, Report, 11.*
- Brown, B. (1995). *Cctv in town centres: Three case studies*. Citeseer.
- Caplan, J. M., Kennedy, L. W., y Petrossian, G. (2011). Police-monitored cctv cameras in newark, nj: A quasi-experimental test of crime deterrence. *Journal of Experimental Criminology, 7(3)*, 255–274.
- Clarke, R. V. (1995). Situational crime prevention. *Crime and justice. 19, 91-150.*
- Clarke, R. V. (1997). Situational crime prevention: Successful case studies. *Harrow and Heston. New York, USA.*
- Durlauf, S. N., y Nagin, D. S. (2011). Imprisonment and crime: Can both be reduced? *Criminology & Public Policy, 10(1)*, 13–54.
- Ehrlich, I. (1968). Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation. *Journal of political Economy, 81(3)*, 521-565..
- Farrington, D. P., Gill, M., Waples, S. J., y Argomaniz, J. (2007). The effects of closed-circuit television on crime: Meta-analysis of an english national quasi-experimental multi-site evaluation. *Journal of Experimental Criminology, 3(1)*, 21–38.
- Gannoni, A., Willis, M., Taylor, E., y Lee, M. (2017). Surveillance technologies and crime control: Understanding police detainees' perspectives on police body-worn video (bwv) and cctv cameras.
- Gerell, M. (2016). Hot spot policing with actively monitored cctv cameras: Does it reduce assaults in public places? *International Criminal Justice Review, 26(2)*, 187–201.
- Gill, M., y Loveday, K. (2003). What do offenders think about cctv? *Crime prevention and community safety, 5(3)*, 17–25.
- Gill, M., y Spriggs, A. (2005). *Assessing the impact of cctv* (Vol. 292). Home Office Research, Development and Statistics Directorate London.
- Glaeser, E. L., y Sacerdote, B. (1999). Why is there more crime in cities? *Journal of political economy, 107(S6)*, 225–258.
- Gómez, S., Mejía, D., Tobón, S., y cols. (2017). *The deterrent effect of public surveillance cameras on crime* (Inf. Téc.). Universidad de los Andes-CEDE.
- Hayes, R., y Downs, D. M. (2011). Controlling retail theft with cctv domes, cctv public view

- monitors, and protective containers: A randomized controlled trial. *Security Journal*, 24(3), 237–250.
- Honess, T., y Charman, E. (1992). *Closed circuit television in public places: Its acceptability and perceived effectiveness*. Home Office Police Research Group.
- King, J., Mulligan, D. K., y Raphael, S. (2008). Citris report: The san francisco community safety camera program-an evaluation of the effectiveness of san francisco's community safety cameras. *Available at SSRN 2183381*.
- La Vigne, N. G., Lowry, S. S., Markman, J. A., y Dwyer, A. M. (2011). Evaluating the use of public surveillance cameras for crime control and prevention. *Washington, DC: US Department of Justice, Office of Community Oriented Policing Services*.
- Munyo, I., y Rossi, M. A. (2018). *Police-monitored cameras and crime* (Inf. Téc.).
- Nettle, D., Nott, K., y Bateson, M. (2012). 'cycle thieves, we are watching you': Impact of a simple signage intervention against bicycle theft. *PloS one*, 7(12), e51738.
- OAIEE. (2019). Sistema de videovigilancia de bogotá. *Oficina de Análisis de la Información y Estudios Estratégicos*, <https://scj.gov.co/es/oficina-oaiee/documentos-politica>.
- Piza, E. L., Caplan, J. M., y Kennedy, L. W. (2014). Is the punishment more certain? an analysis of cctv detections and enforcement. *Justice Quarterly*, 31(6), 1015–1043.
- Priks, M. (2015). The effects of surveillance cameras on crime: Evidence from the stockholm subway. *The Economic Journal*, 125(588), F289–F305.
- Rodríguez-Ortega, J. D., Mejía-Londoño, D., Caro-Zambrano, L. d. P., Romero-Hernández, M., y Campos-Méndez, F. (2018). Implicaciones del proceso de integración de los registros administrativos de criminalidad entre el spoa de la fiscalía general y el siedco de la policía nacional de colombia, y la puesta en marcha del aplicativo “¡ adenunciar!” sobre las cifras de criminalidad. *Revista Criminalidad*, 60(3), 9–27.
- Short, E., y Ditton, J. (1995). Does cctv affect crime. *cctv Today*, 2(2), 10–12.
- Short, E., y Ditton, J. (1996). Does closed circuit television prevent crime. *An evaluation of the use of CCTV surveillance cameras in Airdrie town centre*.
- Smith, M. J., Clarke, R. V., y Pease, K. (2002). Anticipatory benefits in crime prevention. *Crime prevention studies*, 13, 71–88.
- Wells, H. A., Allard, T., y Wilson, P. R. (2006). *Crime and cctv in australia: Understanding the relationship*. Bond University.
- Welsh, B. C., y Farrington, D. P. (2009). Public area cctv and crime prevention: an updated systematic review and meta-analysis. *Justice Quarterly*, 26(4), 716–745.
- Winge, S., y Knutsson, J. (2003). An evaluation of the cctv scheme at oslo central railway station. *Crime Prevention and Community Safety*, 5(3), 49–59.



## Anexos

Tabla 7: Cámaras de videovigilancia: Estadísticas Descriptivas

Variables	Cámaras	Media	St. Dev.	Min	Max
Delitos agregados	2,387	0.033	0.026	0	0.379
Delitos contra la vida	2,387	0.009	0.008	0	0.083
Delitos contra la propiedad	2,387	0.023	0.022	0	0.297
Nuse	2,387	0.387	0.485	0.000	16.214
Operatividad	2,387	0.022	0.036	0	0.450
Homicidios	2,387	0.0004	0.001	0.000	0.010
Lesiones personales	2,387	0.009	0.008	0.000	0.080
Hurto a personas	2,387	0.012	0.016	0.000	0.272
Hurto a comercio	2,387	0.005	0.008	0.000	0.163
Hurto a residencias	2,387	0.0003	0.001	0.000	0.013
Hurto automotores	2,387	0.003	0.004	0.000	0.039
Hurto motocicletas	2,387	0.003	0.004	0.000	0.034
Hurto a entidades financieras	2,387	0.000004	0.0001	0.000	0.002
Alteración orden público	2,387	0.151	0.169	0.000	2.32
Sustancias psicoactivas	2,387	0.038	0.060	0.000	1.73
Riñas	2,387	0.198	0.327	0.000	13.12

Nota: Las estadísticas descriptivas corresponden al promedio diario de cada punto geográfico de la muestra. La muestra incluye datos desde enero 1 de 2017 hasta abril 9 del 2019. Los datos son agregados de un área de influencia de 120 metros alrededor del lugar de instalación de la cámara con frecuencia diaria.

Tabla 8: Cámaras de videovigilancia: Prueba de fecha instalación exógena

	Rezago del crimen agregado		
	$\beta_{t-1}$	$\beta_{t-7}$	$\beta_{t-14}$
<b>Panel A. Cámaras</b>			
Fecha Instalacion	0.000191 (0.000386)	-0.00177 (0.00214)	-0.00351 (0.00352)
Constante	-0.00520*** (0.000372)	-0.00534*** (0.000384)	-0.00549*** (0.000401)
Observaciones	1,309,853	1,295,531	1,278,829
Rcuadrado	0.123	0.123	0.123
Numero de camaras	2,387	2,387	2,386
<b>Panel B. Señalización</b>			
Fecha Instalacion	-0.000295 (0.000394)	-0.00101 (0.00234)	0.00347 (0.00405)
Constante	-0.00975*** (0.000777)	-0.0106*** (0.000825)	-0.0119*** (0.000904)
Observaciones	419,371	406,795	392,123
Rcuadrado	0.084	0.084	0.084
Numero de camaras	2,096	2,096	2,096

Nota: La tabla presenta los resultados de estimar la ecuación 5. Cada columna corresponde a una regresión independiente.  $\beta_{t-1}$  es un día antes de la instalación,  $\beta_{t-7}$  siete días antes y así sucesivamente. El panel A presenta los parámetros estimados para el tratamiento de cámaras y el panel B para la señalización. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$

Tabla 9: Cámaras de videovigilancia: variación de radios con 80 y 150 metros

VARIABLES	Delitos agregados80	Delitos agregados150
Tratamiento	-0.000300 (0.000857)	-0.00317** (0.00160)
Spillover	0.00109 (0.000912)	0.00253* (0.00148)
Constante	0.0209*** (0.00438)	0.0519*** (0.00659)
Observaciones	1,966,888	1,966,888
Número de cámaras	2,387	2,387
R-squared	0.001	0.001

Nota: la variable dependiente es el número diario de delitos que ocurren en un radio de 80 y 150 metros alrededor de la cámara. Los errores estándar están corregidos por clúster a nivel de cámara. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$

Tabla 10: Cámaras de videovigilancia: Test de falsificación

VARIABLES	Panel A: Resultados ecuación (1) cámaras				Panel B: Resultados ecuación (1) señales				
	Crimen Vida	Crimen Propiedad	Operatividad	Delitos Agregados	Crimen Vida	Crimen Propiedad	NUSE	Operatividad	Delitos Agregados
Pre.Tratamiento	-2.93e-05 (0.000317)	-0.00101 (0.00114)	0.00982 (0.00706)	-0.00104 (0.00129)	0.000249 (0.000518)	0.00158 (0.00177)	0.0122* (0.00735)	-0.00793 (0.0187)	0.00183 (0.00186)
Constante	0.0323*** (0.00493)	0.00922*** (0.00352)	0.0804*** (0.00759)	0.0415*** (0.00626)	0.0196*** (0.00308)	0.00668* (0.00352)	1.228*** (0.0481)	0.0520*** (0.00951)	0.0262*** (0.00496)
Observaciones	1,966,888	1,966,888	1,966,888	1,966,888	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328
R-squared	0.001	0.001	0.006	0.001	0.001	0.001	0.039	0.004	0.001
Numero de cámaras	2,387	2,387	2,387	2,387	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096

Nota: la variable dependiente es el número diario de delitos que ocurren en un radio de 120 metros alrededor de la cámara con frecuencia diaria. Esta estimación es realizada para registros desde enero del 2013 hasta Abril del 2015 entre las columnas 2 a 5; para las columnas 6 a 10 se usan datos de crímenes entre enero del 2015 hasta Agosto del mismo año. Los errores estándar están corregidos por clúster a nivel de cámara. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$





Tabla 11: Señalética: Estudio de eventos

VARIABLES	Crimen vida	Crimen propiedad	NUSE	Operatividad	Delitos Agregados
timetbt_minus3	-0.000227 (0.000960)	-0.00317 (0.00362)	0.0228** (0.00988)	-0.00506*** (0.00192)	-0.00339 (0.00374)
timetbt_minus2	-0.00127 (0.00103)	-0.00436 (0.00385)	-0.00387 (0.0102)	-0.00453** (0.00197)	-0.00563 (0.00393)
timetbt_minus1	-0.00139 (0.000987)	-0.000795 (0.00371)	0.0109 (0.00913)	-0.00536*** (0.00191)	-0.00219 (0.00383)
timetbt_plus1	-2.23e-05 (0.000955)	-0.00374 (0.00374)	-0.000278 (0.00977)	-0.00451*** (0.00175)	-0.00376 (0.00387)
timetbt_plus2	0.000983 (0.000967)	0.000106 (0.00374)	-0.00243 (0.00964)	-0.00369** (0.00172)	0.00109 (0.00390)
timetbt_plus3	-0.000227 (0.000980)	0.00261 (0.00351)	0.00399 (0.00913)	-0.00271 (0.00170)	0.00238 (0.00358)
Constant	0.0200*** (0.00411)	0.0258*** (0.00732)	1.077*** (0.0435)	0.00716*** (0.00220)	0.0458*** (0.00847)
Observations	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328
R-squared	0.001	0.002	0.034	0.001	0.001
Number of codEncoded	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096

Nota: cada una de las variables explicativas de tiempo toman el valor de 1 durante el mes antes o después del tratamiento, según corresponda, y 0 en resto de la muestra. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$

Tabla 12: Señalética: Resultados radio de 80 metros

VARIABLES	Crimen Vida	Crimen propiedad	NUSE	Operatividad	Delitos Agregados
Tratamiento	0.000239 (0.000526)	0.00130 (0.00188)	-0.00706 (0.00645)	-9.54e-06 (0.000870)	0.00154 (0.00195)
Spillover	0.000498 (0.000542)	0.00169 (0.00207)	0.00140 (0.00637)	0.000257 (0.000967)	0.00219 (0.00216)
Constante	0.0124*** (0.00335)	0.00859*** (0.00296)	0.528*** (0.0262)	0.00477*** (0.00182)	0.0210*** (0.00457)
Observaciones	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328
R-squared	0.001	0.001	0.017	0.001	0.001
Número de cámaras	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096

Nota: la variable dependiente es el número diario de delitos que ocurren en un radio de 80 metros alrededor de la cámara. Los errores estándar están corregidos por clúster a nivel de cámara. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$



Tabla 13: Señalética: Resultados radio de 150 metros

VARIABLES	Crimen Vida	Crimen propiedad	NUSE	Operatividad	Delitos Agregados
Tratamiento	0.000606 (0.000810)	0.00194 (0.00301)	-0.00956 (0.00938)	0.000869 (0.00143)	0.00254 (0.00313)
Spillover	0.00162** (0.000816)	0.00306 (0.00304)	0.00102 (0.00921)	0.000696 (0.00143)	0.00468 (0.00318)
Constante	0.0234*** (0.00440)	0.0286*** (0.00753)	1.489*** (0.0558)	0.00811*** (0.00234)	0.0520*** (0.00879)
Observaciones	509,328	509,328	509,328	509,328	509,328
R-squared	0.001	0.002	0.045	0.002	0.002
Número de cámaras	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096

Nota: la variable dependiente es el número diario de delitos que ocurren en un radio de 150 metros alrededor de la cámara. Los errores estándar están corregidos por clúster a nivel de cámara. Significancia estadística: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.1$