

I N S T I T U T O D E E C O N O M Í A



T E S I S d e M A G Í S T E R

2016

Efecto Heterogéneo de la Luminosidad Ambiental en la Delincuencia: Evidencia a lo Largo de Chile

Manuel José Rodríguez R.

www.economia.puc.cl



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA**

**TESIS DE GRADO
MAGISTER EN ECONOMIA**

Rodríguez Rocca, Manuel José

Marzo, 2017



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA**

Efecto Heterogéneo de la Luminosidad Ambiental en la Delincuencia: Evidencia a lo Largo de Chile

Manuel José Rodríguez Rocca

Comisión

Claudio Sapelli
Gert Wagner

Santiago, Marzo de 2017

Efecto Heterogéneo de la Luminosidad Ambiental en la Delincuencia: Evidencia a lo Largo de Chile

Manuel José Rodríguez Rocca

Febrero 2017

Resumen

En este trabajo se explora cómo la actividad delictiva responde de manera heterogénea a cambios en la luz ambiental dependiendo del número de testigos y las características del delito. Para esto, se utilizan como shocks exógenos de luz solar las variaciones en husos horarios y el flujo peatonal para identificar el número de testigos en la vía pública. Luego, se analiza el efecto heterogéneo en las tasas de delincuencia para los distintos delitos entre localidades que difieren en flujo peatonal. A nivel nacional se observa una heterogeneidad por flujo peatonal, aunque exclusivamente durante la hora en que aumentó la luminosidad. Además se registran cambios favorables en el ámbito de la criminalidad al pasar a un horario que brinde una hora más de luz ambiental en la tarde por una hora más de oscuridad en la mañana. Sin embargo, estas disminuciones de la delincuencia total son explicadas por una caída de la actividad criminal en todos los momentos del día, incluso en los que la luz ambiental disminuyó o se mantuvo constante. Estos resultados cuestionan lo postulado por la literatura actual, ya que la explicación de que un cambio de horario influye la delincuencia únicamente a través de los cambios de luminosidad parece insuficiente.

1. Introducción

La prevención del crimen a través del diseño ambiental es una estrategia para combatir la delincuencia que ya cuenta con un historial de experiencias exitosas en el pasado (Clarke, 1997[1]). La intuición detrás de este enfoque, es que el comportamiento delictivo depende, al menos parcialmente, de las oportunidades que ofrece la configuración del espacio físico y del ambiente. De ser cierto este concepto, se podrían modificar algunos factores ambientales para poder reducir la probabilidad de ocurrencia del crimen. Las cámaras de seguridad, alumbrado público o arquitectura habitacional preventiva, son ejemplos de medidas que buscan disminuir la delincuencia alterando la oportunidad situacional que percibe el delincuente.

Sin embargo, la efectividad del diseño ambiental para reducir la delincuencia estará limitada por nuestra habilidad para modificar las condiciones físicas como un todo. En primer lugar, el control de factores naturales que afectan la configuración situacional, como el clima, la temperatura o las precipitaciones, aún se encuentran fuera de nuestro alcance. Segundo, todavía no existen soluciones que cuenten con un alcance ilimitado en términos de cobertura. Por ejemplo, el área que abarca una cámara de seguridad está acotada por la tecnología del lente. Mientras nuestra habilidad para transformar el ambiente continúe limitada, también lo será la prevención del crimen a través del diseño ambiental.

Excepcionalmente, la luz solar es el único de los factores naturales que sí ofrece un cierto grado de control. La literatura hasta el momento ha explorado la hipótesis de que una mayor luminosidad ambiental está vinculada con una menor delincuencia, debido a que sería más sencillo sorprender e identificar al delincuente por la víctima o terceros. A pesar de que la luz natural que diariamente recibe un lugar tiene una duración dada por su ubicación geográfica y la época del año, sí podemos escoger arbitrariamente que horario del día recibirá la dotación de luminosidad. Hasta el momento, la literatura solo ha encontrado evidencia parcial que sustenta la relación negativa entre luminosidad ambiental y delincuencia. Jennifer L. Doleac y Nicholas J. Sanders (2015)[2] y Kenzo Asahi y Patricio Domínguez (2016)[3], utilizando cambios de horario en Estados Unidos y Chile respectivamente, son los primeros en explorar el rol que cumple la luz solar en el crimen. Si bien ambos encuentran disminuciones durante las horas en que aumentó la luz ambiental, no obtienen aumentos significativos en horas en que disminuyó. Además, Doleac y Sanders (2015)[2] muestran que un cambio horario que desplace la luz una hora hacia la tarde genera disminuciones en la delincuencia total diaria, lo que podría ofrecer un enfoque alternativo en la prevención del crimen.

Sin embargo, si efectivamente disponemos del reloj como herramienta para combatir la delincuencia, es necesario comprender de mejor forma dos aspectos cruciales sobre cómo la luz ambiental afecta la delincuencia, tarea que intenta abordar el siguiente trabajo. Primero, la evidencia ha sido poco concluyente hasta el momento, lo que nos obliga a preguntar si las variaciones en delincuencia de trabajos anteriores se deben

exclusivamente a cambios en la luminosidad. Segundo, es necesario profundizar cómo opera el mecanismo por el cual la luz natural afecta la decisión del delincuente. Sobre el primero, busco poder brindar evidencia más completa para Chile sobre el horario escogido y la delincuencia. Por ejemplo, aún no existen estimaciones sobre el efecto final que tiene uno u otro huso horario sobre la delincuencia total diaria, habiendo solo mediciones para algunas horas del día. Además, tampoco hay estudios sobre lo que sucede en los períodos del día en que no varió la luminosidad ambiental. Puede ser cierto que los delincuentes sustituyan el crimen en la hora que ahora posee mayor luminosidad a otros momentos del día. Finalmente, también es prudente cuestionar si efectivamente un cambio de horario afecta la actividad delictiva únicamente a través de cambios de luz ambiental. Si la elección del huso horario es una herramienta eficaz para la prevención de la delincuencia, es necesario comprender de mejor forma cómo actúa este mecanismo y cuál es la naturaleza de su alcance.

Acerca del segundo tema antes mencionado, aún existen dudas acerca de como opera la relación negativa entre luz ambiental y delincuencia. La literatura lo atribuye a que mayor luminosidad mejora la identificación del delincuente por parte de testigos, lo que aumenta la probabilidad de fracaso y desincentiva al individuo a delinquir. Pero, ¿Qué sucede en un lugar en que no hay testigos, ya sea con o sin luminosidad? En ausencia de personas transitando, ¿Es este aumento en la percepción de captura tan evidente? La caída en delincuencia producida por la luz ambiental, ¿Está condicionada por la cantidad de gente que suele estar en la calle en un determinado lugar? Es precisamente este rol del testigo en la relación entre luminosidad y delincuencia el otro ámbito que se intenta esclarecer. Para comprender de mejor forma este último concepto, imagine que hay un delincuente que planea robar una bodega y que debe decidir si hacerlo durante el día o la noche. Primero, suponga que la bodega está ubicada en una calle por la que pasan muchos transeúntes de forma constante, sin importar la hora del día. Si realiza el robo de día, es más probable ser sorprendido por alguno de los muchos peatones que circulan y ser detenido, ya que los testigos cuentan con una buena visibilidad. De noche, en cambio, la oscuridad puede hacer que este pase desapercibido por los testigos y tener éxito. En conclusión, existe una ganancia de hacerlo a oscuras porque la probabilidad de captura es menor. Ahora, imagine el mismo escenario, pero esta vez la bodega se encuentra en una calle por la que no pasa ningún peatón. Luego, la diferencia entre robar en el día y la noche no es tan clara, puesto que la probabilidad de captura debiese aumentar con la luz ambiental, siempre y cuando existan testigos que puedan identificar el robo. Lo anterior ilustra que el número de testigos podría ser determinante en cómo la luminosidad afecta a la actividad delictiva, rol que este trabajo intenta demostrar.

Similar a la metodología utilizada por Doleac y Sanders (2015)[2] y Asahi y Domínguez (2016)[3], empleo una regresión discontinua alrededor de la fecha en que se produjo el cambio de huso horario. Los datos de denuncias fueron entregados por Carabineros de Chile y abarcan todo el territorio nacional entre los

años 2010 y 2014. Para comprobar si la delincuencia se ve afectada heterogéneamente por la luz ambiental, dependiendo del número de testigos que hay en el lugar como se ilustró anteriormente, se emplea una proxy para estimar esta relación. El número de testigos en la vía pública en un determinado lugar y momento está directamente relacionado con el flujo peatonal. Sin embargo, no cuento con información sobre flujo peatonal para todo el territorio, por lo que utilizo como proxy la tasa de accidentes que involucren peatones para poder identificarlo. Debido a esto, a lo largo del siguiente trabajo los términos número de testigos y flujo peatonal se refieren al mismo concepto, transeúntes en la vía pública capaces de identificar un robo o a un delincuente. Luego, estudio el efecto de su interacción con el cambio de horario para distintos delitos y momentos del día. Comunas con mayor flujo peatonal debiesen variar en mayor medida su delincuencia cuando alteramos la hora del atardecer, puesto que la discontinuidad en la probabilidad de fracaso se produciría en parte por la interacción entre mayor luz solar y testigos que identifiquen.

Por una parte, los resultados obtenidos concuerdan con los de la literatura previa, pero por otra, arrojan evidencia que cuestiona el mecanismo al cual se le atribuyen estos resultados. Las estimaciones para el efecto del cambio de horario sobre la delincuencia durante la hora que aumentó su luminosidad, están en línea con las de trabajos anteriores y reportan disminuciones similares a las existentes para el mismo intervalo. Ahora bien, los resultados difieren sustancialmente para el resto de los momentos del día. Reducciones considerables de delincuencia en momentos del día en que se mantuvo o incluso disminuyó la luminosidad, cuestionan que la luz ambiental sea el único medio por el cual el cambio de horario afecta el crimen. Sobre una heterogeneidad en la variación de delincuencia, se encontró evidencia que sustenta que el crimen varía en mayor medida en comunas con mayor cantidad de testigos en comparación con aquellas con menor, aunque los resultados son consistentes solo durante la hora en que aumentó la luminosidad y con estimaciones contradictorias o no significativas para el resto del día. Al incluir heterogeneidad, las estimaciones del efecto del cambio de horario nuevamente muestran disminuciones de delincuencia, no solo en la hora del día en que aumento la luminosidad, sino que también en aquellas en que se mantuvo o disminuyó. Además, comunas con mayor flujo peatonal están relacionadas con una mayor tasa de delincuencia. A modo general, los resultados obtenidos en este trabajo debilitan la hipótesis de un rol exclusivo de la luz solar en el mecanismo de prevención del crimen y cuestiona la forma en la que trabajos anteriores omiten análisis fundamental, como los efectos de esta política sobre la delincuencia en las horas en que no cambió la luz.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente forma: primero reviso la literatura y la información disponible sobre los husos horarios, delincuencia y diseño ambiental para sustentar mi desarrollo. Luego, postulo cual será mi metodología empírica con la que abordo mis objetivos. Posteriormente, en la antepenúltima y última sección discuto los datos y concluyo. Finalmente, se incluye un apéndice donde se discute la construcción de la base de datos, el origen de estos y la naturaleza de la muestra. A continuación se revisa la

literatura pertinente.

2. Luz Natural y Delincuencia

La implementación de husos horarios diferenciados se creó con la intención de ahorrar energía durante el verano. En los meses más secos, las plantas hidroeléctricas disminuyen su capacidad generadora de energía, produciendo escasez en el suministro de electricidad. A pesar de que el principal argumento del sistema horario dual continua siendo la eficiencia energética, la literatura empírica no evidencia disminuciones en el consumo eléctrico. Para disminuir la dependencia de petróleo extranjero, en medio de los conflictos armados en Medio Oriente, Estados Unidos votó en 2005 para extender permanentemente el Daylight Saving Time (DST) a partir del 2007. Sin embargo, contrario a los objetivos de la medida, Kotchen y Grant (2011)[4] encuentran evidencia en el estado de Indiana indicando que el DST incluso aumentó el consumo energético. Kellog y Wolff (2008)[5] utilizan una política similar aplicada en Australia durante los juegos olímpicos del año 2000, donde tampoco identifican una reducción en este.

Aunque no exista un soporte empírico que vincule el sistema dual de husos horario con el ahorro energético, la aplicación de esta política ha impulsado el estudio de la relación entre la luz natural con otras áreas de alta importancia social, como la delincuencia, los accidentes de tránsito y la educación escolar. Sobre materia educacional, los trabajos de Wong(2012)[6] y de Carrel, Maghakian y West (2011)[7] exploran los efectos que tiene el horario de verano en el rendimiento escolar de los alumnos. Ambos estudio encuentran resultados negativos en el rendimiento de los estudiantes cuando utilizan un horario que traslada la luz natural hacia la tarde.

Contrario a los hallado sobre rendimiento académico, la literatura muestra que el horario de verano reduce los accidentes de tránsito totales, sin desplazamiento de estos hacia otros momentos del día. Ferguson et al.(1995)[8], Sood y Gosh (2007)[9] y Meyerhoff (1978)[10] encuentran una disminución en los accidentes de automóviles y de peatones durante las horas en que aumentó la luminosidad. Esto coincide con el trabajo de Herd et al. (1980) [11], que encuentra un mayor número de accidentes en vías urbanas y rurales durante las horas de mayor oscuridad. Esto evidencia que existen variadas facetas del comportamiento humano que son influenciadas cuando decidimos que horas del día reciben nuestra dotación de luz solar. Esto sugiere que la delincuencia también podría estarlo.

Becker (1968)[12] introduce un modelo teórico sobre la economía detrás del crimen, donde por primera vez el delincuente es considerado como un agente racional. La decisión de delinquir, es el resultado de un proceso de maximización de utilidad por parte de un individuo que toma decisiones en un ambiente riesgoso, y que considera los costos y retornos esperados de participar o no en la actividad delictiva. A partir de

Cameron (1988)[13] la utilidad esperada de delinquir se puede simplificar en la siguiente ecuación:

$$E(U_{crimen}) = p * U(Y - f) + (1 - p) * U(Y) \quad (1)$$

siendo Y el ingreso que se obtiene por delinquir, f es el castigo que experimenta la persona si es sorprendida por la policía y p es la probabilidad que percibe de ser capturado. El individuo cometerá el delito si la utilidad que le reporta trabajar en el sector legal es menor que la de trabajar en el mercado criminal, por lo que es posible influir esta decisión afectando f y p . Sin embargo, contrario a la intuición, Lee y McCrary (2005)[14] encuentran que los delincuentes no disminuyen la actividad criminal cuando aumenta la duración de la sentencia, relacionada con un aumento en f . Ellos lo atribuyen a que los individuos son impacientes, descontando a una tasa muy alta el costo de estar encarcelado.

En la misma línea, también es posible desincentivar la delincuencia aumentando la probabilidad percibida p . Dentro de los trabajos que estudian como reacciona la actividad delictiva ante aumentos de esta probabilidad, DiTella y Schargrodsky (2004)[15] además investigan sus posibles efectos indirectos. Luego de atentados terroristas realizados a algunas sinagogas de la ciudad de Buenos Aires, se experimentó un aumento de la presencia policial en las zonas cercanas a los ataques. Exógeno a la delincuencia de lugar, el mayor despliegue policial disminuyó el robo de vehículos motorizados en el área, sin un desplazamiento de estos hacia sectores aledaños. En Estados Unidos, Klick y Tabarrok (2005)[16] encuentran que cuando se enciende la alerta por ataque terrorista y se genera un despliegue de seguridad nacional, también disminuyen los delitos de robo y hurto. También es posible aumentar p con métodos alternativos al de aumentar la presencia policial. Brown (1995)[17] encuentra que la instalación de cámaras de seguridad en tres centros urbanos de Inglaterra disminuyeron la delincuencia en la zona. Otros ejemplos de políticas similares, es decir, como la configuración situacional y la percepción de p afectan la delincuencia, se pueden encontrar en la revisión de la literatura de Clarke (1997)[1] y Chalfin (2017)[18].

Si lo que un delincuente aprecia a su alrededor modifica su comportamiento criminal, la luminosidad ambiental también sería una herramienta para condicionar la probabilidad percibida p . El trabajo de Doleac y Sanders (2015)[2] es pionero en abordar la relación entre huso horario, luminosidad ambiental y delincuencia. Aprovechan el hecho de que un cambio de horario produce una variación discontinua de luz natural en ciertos momentos del día como estrategia de identificación. Luego, al trasladar la dotación de luminosidad en una hora hacia la tarde, estiman el efecto sobre la tasa de delincuencia diaria y sobre las horas cercanas al atardecer. Encuentran que durante la hora de la tarde que pasó a tener mayor luminosidad y la siguiente, hubo una disminución en un 27% de la tasa de robos, sin un aumento de esta durante las horas críticas de la mañana. Además, observan que la tasa de robos diarios también cae un 7%, sugiriendo que la actividad

delictiva en ambas horas funcionan de manera distinta, y que es posible obtener beneficios en materia de seguridad al escoger uno u otro huso horario.

A partir del trabajo anterior, Asahi y Domínguez (2016)[3] desarrollan una investigación similar en la región Metropolitana de Chile. Aquí también encuentran reducciones consistentes de hasta un 20 % durante la horas críticas de la tarde cuando comienza el horario de verano. Además, su investigación brinda información sobre un mayor número de categorías de delito, encontrando disminuciones de hasta un 30 % en el robo en inmuebles durante la tarde. Ambos trabajos dan luces sobre una nueva perspectiva del rol del huso horario en la prevención del crimen. Sin embargo, aún permanecen algunas interrogantes más específicas sobre su funcionamiento y alcance.

En primer lugar, ambos estudios atribuyen la disminución de la delincuencia a que un aumento de la luz ambiental mejora la identificación de los delincuentes por parte de la víctima y los testigos del lugar. Esto, aumenta la probabilidad de ser capturado por la policía y se disuade al individuo de delinquir. Entonces, es interesante comprender si el número de testigos juega algún rol en la transmisión de la luz solar a la probabilidad de captura, y si este incide o no en la reducción del delito. En lugares con mayor flujo peatonal, el cambio en la luminosidad podría afectar en mayor magnitud la probabilidad de captura, puesto son muchos los “testigos” que son tratados. En cambio, esta transmisión se puede entorpecer en ausencia de personas, lo que implicaría un efecto heterogéneo del mismo tratamiento en ambos escenarios.

Asahi y Domínguez (2016)[3] únicamente cuentan con información sobre la región Metropolitana, un área sumamente urbanizada, que concentra gran parte de la población y donde se halla la capital, Santiago. No obstante, las regiones del resto del país ofrecen una amplia heterogeneidad en ámbitos económicos, demográficos y culturales, donde la intensidad del movimiento urbano de Santiago no les es necesariamente característica. Cuento con una extensa base de datos sobre denuncias para todas las comunas del país, la que permite modificar la estrategia de identificación y poder verificar si la caída en la delincuencia depende del “testigo” (o del peatón) como mecanismo de transmisión de la luz ambiental.

En segundo lugar, aún no hay evidencia para nuestro país acerca lo que sucede con la delincuencia durante las horas en que no varió la luminosidad, o si existen cambio en la tasa de robos diarios. Si la luz ambiental es el único mecanismo por el cual se afectaría la delincuencia, es prudente analizar la posibilidad de una sustitución o un contagio de ésta desde las horas críticas hacia las intermedias. Si una caída en la delincuencia durante las horas de la tarde es sustituida por mayor delincuencia en otros momentos, o si esta caída no es lo suficientemente grande, podría ocurrir que trasladar la luminosidad hacia la tarde no tenga disminuciones netas significativas. Entonces, desde el punto de vista de las políticas públicas, es conveniente verificar si al escoger nuestro horario tenemos un efecto real sobre la delincuencia diaria y las intermedias y no solo sobre las horas críticas. Finalmente, en el contexto de un país sumamente centralizado política

y administrativamente, es importante corroborar si las disminuciones encontradas por Asahi y Domínguez (2016)[3] conservan su validez al incluir al resto del país. A continuación, presento la estrategia empírica con la cual identifiqué los efectos sobre la delincuencia durante todos los periodos del día y la heterogeneidad producida por el flujo peatonal.

3. Estrategia Empírica

El foco principal del análisis es para los delitos que cumplen con dos características esenciales. Primero, los delitos que considero son en su mayoría robos, los que están vinculados a una decisión con motivación económica, semejante en algún aspecto a la racionalidad de una decisión laboral y que se supone son más sensibles a cambios en las condiciones externas que otros tipos de delitos. Segundo, que su ejecución esté condicionada en alguna medida por la luz solar. Por lo tanto, estos delitos debiesen ser aquellos que están más expuestos a experimentar cambio antes variaciones de la luminosidad. Además, al igual que Doleac y Sanders (2015)[2], incluyo el delito de homicidio para verificar si crímenes de mayor seriedad también ven afectada su ocurrencia.

Para facilitar la comprensión de la estrategia de identificación, primero es necesario conocer la forma en la que se subdivide el día. Agrupo los delitos en 3 intervalos de tiempo según si experimentaron o no variaciones en la luminosidad: 1) el período del amanecer, que considera aquella hora del día que se encontraba iluminada con UTC-4 pero en oscuridad en horario de verano; 2) período del atardecer, intervalo de un hora que se encuentra a oscuras con horario de invierno pero iluminado con UTC-3; y 3) período intermedio, aquellas horas del día que no ven afectadas su luminosidad ambiental por cambios en el huso horario¹. Ésta es una primera diferencia en relación a la literatura previa, ya que anteriormente estudiaban el efecto no solo en la hora efectivamente tratadas por el aumento/disminución de la luz ambiental, sino que también incluían la siguiente². Por último, en el apéndice al final de este trabajo se discute la manera en la que se construye la base de datos, el origen de la información y la muestra que se considera.

En las Figura 1, 2 y 3 se muestran las ocurrencias de delito por año según la hora del atardecer, del amanecer y por hora del día respectivamente. Todas las figuras muestran una acumulación del delito hacia las horas de la tarde y una menor actividad delictiva durante las primera horas del día, lo que nos habla que el crimen tiene una cierta estructura temporal. En un primer acercamiento, esto nos dice que no todas las horas del día son igual de atractivas para delinquir y que podrían no ser sustituibles entre ellas. Al contrastar la

¹Indistintamente, se utilizará el término horario crítico para referirse a las horas en que el cambio horario provocó un cambio discontinuo de la luminosidad y como horario intermedio a la agrupación de aquellas horas del día o la noche en no varió la luz ambiental.

²A pesar de poder identificar claramente cuáles fueron las horas en las que varió la luminosidad, en ambos trabajos incluyen las hora siguiente a esta sin mayores explicaciones.

ocurrencia de delitos según huso horario en la Figura 1, se aprecia una diferencia principalmente en las horas cercanas al atardecer, justamente donde se concentra la actividad criminal diaria. En el resto de las horas del día la diferencia es menos clara. Por ejemplo, durante el huso UTC-3, en comparación al periodo con horario de invierno, muestra una menor ocurrencia en las horas posteriores al atardecer pero una mayor durante las primeras horas del día, aunque durante estos intervalos la ocurrencia es relativamente baja respecto al resto del día. En la Figura 2, durante la hora “0” el periodo con huso UTC-4 también muestra una mayor ocurrencia del delito respecto al periodo con UTC-3, aunque este contraste es aún más claro entre 10 y 13 horas después del amanecer. Gráficamente, esto es consistente solo en parte con la intuición que ha seguido la literatura, que la cantidad de luz ambiental está relacionada negativamente con la delincuencia. El horario de verano tiene una menor frecuencia durante ambas horas críticas, a pesar de que durante el amanecer la luminosidad era menor. En la Figura 3, el horario de verano tiene una menor actividad que el huso UTC-4 en las horas donde esta se concentra, principalmente durante las 18 y 20 horas, sin variaciones sustanciales en otras horas del día.

En el Cuadro 1, se exponen las diferencias en la tasa de delincuencia promedio por delito y por momento del día, 24 días antes y 24 días después del cambio de horario. Al comparar los períodos con distintos horarios, es claro que la tasa promedio de victimización tiende a caer cuando se emplea el horario de verano. Solo en el delito de homicidio la tasa diaria es mayor durante el horario de verano que durante el de invierno. Luego, al subdividir el día en los intervalos mencionados, solo en el período intermedio y los delitos de homicidio y robo en lugar no habitado se aprecian mayores tasas con UTC-3 que con UTC-4. Esta información habla de una posible causalidad como la encontrada en la literatura anterior, aunque todavía existen importantes dudas sobre algunos aspectos, principalmente acerca de las menores tasa de delincuencia con horario de invierno en el intervalo intermedio y durante la hora del amanecer, momentos del día en que se mantuvo e incluso disminuyó la luminosidad respectivamente.

El resto de la estrategia empírica se organiza en tres secciones a continuación. En las dos primeras se desarrollan los dos objetivos del estudio y la forma en que se abordan. Primero, brindo por primera vez evidencia empírica sobre el rol que cumple el peatón o testigo en las disminuciones en delincuencia, a raíz de la evidencia obtenida en Doleac y Sanders (2015)[2] y en Asahi y Domínguez (2016)[3]. Segundo, entrego información sobre lo que sucede tanto con las tasas de delincuencia durante el día completo como en las horas en que no varió la luminosidad, para así aportar con mejor información sobre como el cambio de hora afecta la delincuencia al alterar la luminosidad. Finalmente, en la tercera y última sección, se explica la metodología econométrica a utilizar.

3.1. Flujo Peatonal

Específicamente, debemos identificar si el número de testigos cumple un rol en transmitir las variaciones de luz ambiental a cambios en la probabilidad de captura percibida. Como postula Doleac y Sanders (2015)[2], en general, un mayor flujo de peatones es atractivo para los delincuentes, puesto que disminuyen los costos de búsqueda de nuevas víctimas. Por ejemplo, Browning et al. (2010)[19] encuentran una relación positiva entre la densidad comercial y la cantidad de robos, debido a que un mayor comercio genera flujo peatonal y dinero en los bolsillos. A partir de esto, el flujo peatonal debiese estar relacionado positivamente con la actividad delictiva.

Sin embargo, si la delincuencia varía a causa de que los saltos discontinuos de luminosidad afectan la capacidad de identificación de delincuencia por parte de testigos, y que estos se traducen finalmente en cambios en la probabilidad de captura, debe ser cierto entonces que la cantidad de testigos cumple un rol en ese mecanismo. Como se ha argumentado anteriormente, si el número de testigos en la calle es muy bajo, los cambios en la luminosidad ambiental deberían producir solo pequeñas variaciones en probabilidad de captura, puesto que son menos los “guardias” o los “ojos” tratados con una mejor identificación de delincuentes. Por lo tanto, mientras se espera que el flujo peatonal esté vinculado con una mayor delincuencia, la interacción de este con el aumento abrupto en la luminosidad debiese estar relacionado en forma negativa.

Para poder estimar si la cantidad de testigos o peatones que transitan por la calle cumple un rol en la relación entre la luz solar y delincuencia, uno desearía disponer de información sobre la cantidad exacta de individuos en la vía pública en cada lugar y momento. En Chile, sin embargo, no existe un registro estable del flujo peatonal y la información con que se cuenta está disponible exclusivamente para algunas ubicaciones de la ciudad de Santiago y en períodos de tiempo limitados. En la realidad, al no contar con esta información, recorro como un proxy del flujo peatonal a la tasa de accidentes peatonales por comuna cada mil habitantes. No obstante, consciente de los resultados encontrados por Sood y Gosh (2007)[9], los accidentes de peatones podrían estar correlacionados con el cambio de horario, lo que sesgaría mis estimaciones.

Para evitar esto, en el cálculo de la tasa de accidentes de peatones, solo conservo aquellos que ocurrieron en las horas en que no varió la luminosidad, período del día en que las tasas de accidentes no debiesen haber sido afectadas por el cambio de horario. Para verificar que estas no experimentaron variaciones producto del cambio horario, en el Cuadro 2 muestro las estimaciones del horario de verano sobre los accidentes de peatones durante los distintos momentos del día. Además, se ofrecen las estimaciones con ventanas de tiempo diferente. Allí se aprecia que mientras sí existen efectos en el horario del atardecer, durante el horario intermedio no existen diferencias significativas. Se puede verificar que durante el período intermedio la tasa de accidentes de peatones no varió con el cambio de huso horario. Luego, por comuna acumulo la tasa total

de accidentes de peatones en el intervalo intermedio, durante 24 días antes y 24 días después del cambio horario. Con esto, construyo una tasa de “referencia” de los accidentes de peatones durante el período de estudio, la cual varía por año y por comuna.

Esta variable es limitante en la identificación de la cantidad de testigos en calle, ya que no permite capturar el flujo peatonal en cada momento del día. En cambio, lo que esta proxy me permite capturar, es un indicador general del flujo peatonal de la comuna durante la ventana de estudio. En términos simples, la relación que capta esta tasa de referencia es que las comunas con altas tasas de accidentes peatonales también son comunas que, entre otras cosas, tienen flujo alto de peatones. Aunque la estrategia empírica identifica como varía distintamente la delincuencia entre comunas con diferente nivel de testigos circulando (efecto “between”), no permite estimar una heterogeneidad dentro de la misma comuna (efecto “within”). En el Cuadro 3 se presenta cual es la tasa acumulada accidentes promedio, la tasa máxima y la tasa mínima, durante aproximadamente 6 semanas (24 días antes y 24 días después).

3.2. Sustitución Temporal del Delito

Lo único que sucede cuando se pasa de utilizar un huso horario en vez de otro, es que desplazamos la dotación de horas con luz solar, iluminando una hora del día que se encontraba de noche y oscureciendo otra que se encontraba iluminada. No estamos añadiendo luz a nuestro día, solo reubicándola en relación a las horas del reloj. El efecto del huso horario sobre la delincuencia diaria debiese ser nulo, en tanto el aumento de la probabilidad de captura percibida disminuye la delincuencia durante una hora del día, la menor luminosidad durante la otra debería aumentarla. Sin embargo, Doleac y Sanders (2015)[2] no encuentran efectos del cambio de horario sobre las horas del amanecer³, mientras que sí encuentra efectos positivos durante el día completo. Asahi y Dominguez (2016)[3] mientras sí observa caídas durante el atardecer, tampoco encuentran efecto en las horas del amanecer⁴. Este es un aspecto llamativo, puesto que el shock exógeno, aunque en dirección opuesta, genera exactamente el mismo tratamiento sobre ambas horas. A pesar de no tener certeza sobre el origen de este comportamiento, a continuación se discute que posiblemente se debe a la estructura temporal del delito antes mencionada, con mayor concentración durante las horas de la tarde.

Lo anterior sugiere que para la actividad delictiva ambas horas del día no son sustituibles perfectamente y que estructuralmente hay una mayor delincuencia en las horas cercanas al atardecer. Desde esta perspectiva, la sustitución imperfecta entre ambos momentos del día implica que se podrían obtener ganancias reales en materia de seguridad simplemente al ajustar la hora del reloj. La mayor ocurrencia durante la horas de la

³No publican sus estimaciones sobre las horas del amanecer. Solo mencionan en un pie de página que los resultados no eran significativos para aquel momento del tiempo.

⁴Curiosamente, a pesar de disponer de información sobre los totales de delincuencia diarios, nunca estiman el impacto que tiene el horario de verano en el total diario por delito.

tarde reflejan un especie de “hottime”⁵ de delincuencia. La evidencia empírica sobre “hotspot” espaciales, muestra que existen casos en que una focalización espacial de presencia policial no genera desplazamiento a otras áreas aledañas, puesto estas no son buenas sustitutas. En este caso, al focalizar la dotación de luminosidad en las horas que concentran mayoritariamente la delincuencia, podría explicar una caída de esta durante el ocaso pero sin un aumento durante el amanecer.

Para verificar aún más en detalle esta posibilidad, estimo el efecto que tiene el cambio horario sobre las horas en que no varió la luminosidad. Una alternativa es que los delincuentes podrían estar sustituyendo la menor delincuencia de la tarde con otras horas del día y no necesariamente con la hora del amanecer. En sentido contrario, Doleac y Sanders (2015)[2] postulan que la disminución de la delincuencia diaria se podría deber a que una mejor identificación de delincuentes en la tarde se traduce en mayores detenciones y que esta disminuye la delincuencia general. Por otra parte, y en la misma línea, también podría ocurrir que la caída de la delincuencia durante la tarde “contagie” a otras horas del día. Sin embargo, otra alternativa sería, por razones que se desconocen, que el cambio horario afecta la delincuencia en otras dimensiones más allá de la luminosidad, lo que significaría que la estrategia empírica seguida por la literatura no esteriliza correctamente la variación de la luz solar. Finalmente, agrupo todos los momentos del día en una única tasa diaria y estimo por primera vez para Chile si la elección de huso horario tiene algún efecto real en los niveles de delincuencia.

3.3. Regresión Discontinua

Luego de haber definido cuáles son las variables a considerar y su rol en la identificación, podemos pasar a definir cuál es la herramienta estadística a utilizar. Similar a la estrategia de Doleac y Sanders (2015)[2] y de Asahi y Dominguez (2016)[3], empleo un diseño de regresión discontinua con heterogeneidad en torno a la fecha en que cambia el horario. En el momento en que trasladan la luminosidad una hora hacia la tarde (al pasar de un huso horario UTC-4 a uno UTC-3), se produce en dos horas del día una discontinuidad en la cantidad de luz solar que reciben. Mientras una hora cercana al amanecer ahora se encuentra oscura y anteriormente se hallaba iluminada, otra hora del día próxima al nuevo atardecer pasó de estar oscura a iluminada. Utilizo una ventana de tiempo de 24 días antes y 24 días después de la fecha en que cambió el horario. Este cambio es absolutamente exógeno, puesto que se produce de forma simultánea y uniforme en todo el territorio. La característica que permite inferir causalidad de la luz ambiental sobre la delincuencia, es que mientras el cambio en la luminosidad ocurre de forma abrupta, otros factores que influyen sobre el robo varían “suavemente” en el transcurso de los días.

⁵El término “hotspot” en su dimensión espacial es utilizado para describir lugares que por alguna u otra razón concentran mayor concentración de delincuencia. Alternativamente, “hottime” en su dimensión temporal lo utilizo para describir un particular momento del día que también concentra mayor delincuencia en relación a los otros.

La estrategia econométrica de este trabajo está basada en el estudio para Estados Unidos de Doleac y Sanders (2015)[2]. En dicho trabajo los autores emplean una regresión discontinua, usando como fuente de identificación la variación exógena de luz solar producida por el cambio de huso horario. Similarmente, me baso en sus herramientas empíricas para el caso de Chile, utilizando shocks idénticos. La variable que asigna el tratamiento son los días desde la fecha del cambio de horario. Tomará valores negativos entre [-24,-1] para los 24 días antes de la fecha del cambio, y positivos entre [0,23] para los 24 días después. El tratamiento, o llegada del horario de verano, toma el valor de 1 el día en que ocurre el cambio de horario (cuando la variable “día” toma el valor de cero). Posteriormente, se realizarán test con anchos de banda más extensos y reducidos. Las estimaciones fueron ponderadas por la población de cada comuna.

Sin embargo, debido a que los cambios de horario se producen principalmente durante los fines de semana, que es cuando la delincuencia tiende a ser menor, nuestra estimación podría estar sesgada. Será necesario entonces utilizar un efecto fijo por día de la semana para controlar este problema. A su vez, Jacob, Lefgren y Moretti (2007)[20] encuentran que las condiciones climatológicas afectan el comportamiento delictivo, por lo que utilizaremos un control de temperatura y lluvia diaria. También controlamos por efecto fijo año y comuna. Finalmente, al igual que Asahi y Domínguez (2016)[3], en la regresión también incluyo un polinomio al cuadrado para los días desde el cambio de horario. La regresión pertinente se expresa en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \log(TasaCrimen) = & \alpha + \beta_1 Día + \beta_2 UTC3 + \beta_3 Día \times UTC3 + \beta_4 Día^2 + \beta_5 Día^2 \times UTC3 + \beta_6 Flujo \\ & + \beta_7 Flujo \times UTC3 + \gamma Clima + \delta_1 DiaSemana + \delta_2 Año + \delta_3 Comuna \quad (2) \end{aligned}$$

En la Ecuación 2 existen tres coeficientes de interés, β_2 , β_6 y β_7 . El primero es la variación en delincuencia producida por la introducción del horario de verano. Luego, β_6 , es el coeficiente de cómo el flujo peatonal afecta en las tasa de delincuencia. Finalmente, y el de mayor interés, β_7 es el coeficiente para la interacción entre horario de verano y flujo peatonal. Si esta estimación es significativa, implicaría efectivamente que la cantidad de testigos en las calles sí afecta en el mecanismo por el cual la mayor luminosidad se traduce en una mayor probabilidad de captura.

En una primera etapa, para poder comparar con la literatura previa, estimo el efecto del horario de verano en las distintas categorías de delitos y momentos de día sin considerar la heterogeneidad producida

por el flujo. Los resultados se muestran en el Cuadro 4. Luego, en los Cuadros 5 y 6 muestro los resultados considerando el rol del flujo peatonal, tal como se describe en la Ecuación 2. La discusión sobre el resultado de estas estimaciones se lleva adelante en la siguiente sección. Finalmente, al igual que Doleac y Sanders (2015)[2] y Asahi y Domínguez (2016)[3], en el Cuadro 7 se presentan las estimaciones con heterogeneidad para el atardecer, considerando como intervalo de tiempo no solo la hora donde aumentó la luminosidad, sino que también la siguiente.

Para que las hipótesis planteadas anteriormente se sostengan, las estimaciones deben entregar una serie de resultados consistentes con estas. En primer lugar, para verificar si el número de peatones cumple un rol en esta variación de delincuencia, la interacción de flujo peatonal debiera tener un efecto negativo sobre la delincuencia en el atardecer y uno positivo durante el amanecer, puesto que la variación de luminosidad se produce en sentido contrario. Mientras tanto, esta interacción no debiese afectar las horas donde no varió la luminosidad, debido a que los testigos no son tratados durante aquellas horas. Por otra parte, cuando se agrega al intervalo de tiempo la hora siguiente a la que experimentó el cambio⁶, el efecto de la variable interacción debiese ser menor que el que considera solo la hora en que varió la luminosidad, ya que esta última fue tratada más intensamente. Si la variable interacción que captura la heterogeneidad es relevante en una variación de la delincuencia total diaria, esta debiese ser menos pronunciada que las que se genera en las horas críticas. Además, al incluir la heterogeneidad en el modelo, la magnitud del efecto individual del horario de verano debiese disminuir con respecto a la del modelo homogéneo en aquellos delitos en que esta interacción es relevante. Esto porque la estimación del coeficiente contendría información sobre la interacción entre número de peatones y variaciones en luz solar, sesgándolas con una mayor magnitud que la verdadera⁷.

En segundo lugar, si ambas horas críticas fuesen igual de atractivas para los delincuentes y el efecto del huso horario UTC-3 fuese de la misma misma magnitud pero en sentidos contrarios, no deberían haber variaciones en los totales diarios, puesto se contrarrestarían. Si lo anterior no fuese cierto y se observan variaciones en el total diario, debido a que una hora crítica varió con mayor magnitud que la otra, estas debieran ser de menor magnitud que las observadas durante las horas críticas que fueron tratadas. Esto se debe a que una variación de la tasa de victimización diaria debiese estar explicada por una fuerte variación durante una de las horas en que efectivamente cambió la luminosidad. En la misma línea, de no existir ni un efecto sustitución de la delincuencia hacia otras horas ni tampoco un contagio que desincentive a delinquir, el efecto del horario de verano debiese ser nulo para las horas donde no varió la luminosidad. Si

⁶Tal como lo hace Doleac y Nicholas J. Sanders (2015)[2] y por Asahi y Domínguez (2016)[3], que no incluyen exclusivamente la hora en que aumentó o disminuyó la luminosidad efectivamente, sino que también la siguiente a esta, utilizando intervalos críticos de dos horas en vez de uno.

⁷Por ejemplo, al no incluir la heterogeneidad, las estimaciones del huso horario UTC-3 para la hora crítica de la tarde estarían sesgadas hacia abajo. Estas reportarían mayores disminuciones en delincuencia que al incluir la heterogeneidad, ya que la variable interacción flujo peatonal y horario de verano deberían tener la misma dirección que la variable UTC-3 individual.

las estimaciones para este intervalo de tiempo arrojan valores positivos, podríamos estar en presencia de una sustitución temporal. De lo contrario, se podría estar produciendo un efecto incapacitación como postula Doleac y Sanders (2015)[2].

4. Resultados

Para comprender de forma más sencilla los resultados, realizo un análisis dependiendo de cual hipótesis es la que se quiere verificar. Primero, describo y relaciono aquellos coeficientes vinculados al principal objetivo de este trabajo, que es verificar si el número de peatones cumple un rol en la relación entre delincuencia y cambios de luminosidad durante aquellas horas críticas. Además, describo lo que sucede con las estimaciones durante el atardecer si agregamos una hora extra a este intervalo. En segundo lugar, explico los resultados relacionados con los intervalos de tiempo donde no varió la luminosidad y también lo que sucede con las tasas de delincuencia diaria.

4.1. Heterogeneidad durante Horas Críticas por Flujo Peatonal

Mientras los resultados que muestra el Cuadro 5 para el horario de verano individualmente (UTC-3) son similares a los de la literatura previa durante el tramo del atardecer, las estimaciones para la hora crítica del amanecer difieren. En la primera columna se observa que la mayoría de los delitos caen durante la tarde en presencia del horario de verano, resultados que van entre un 19% en el robo de lugar habitado hasta un 66% cuando se agrupan los delitos. Estas disminuciones, aunque similares, son mayores a las estimadas previamente en Asahi y Domínguez (2016)[3]. Durante el atardecer además caen los delitos de hurto, robo con violencia e intimidación y robo de artículo de vehículo en un 32%, 50% y 25% respectivamente. Finalmente y de forma sorprendente, la estimación para el crimen de homicidio es un aumento de un 1.4%, en contraposición al efecto nulo que uno hubiese esperado en crímenes sin motivación económica. Sin embargo, mientras es poco razonable suponer que el cambio de hora aumentó los homicidios, este resultado al menos no responde en la misma dirección que el resto de delitos, lo que fortalece la hipótesis que los crímenes con motivación económica son más sensibles antes cambios en la configuración ambiental.

No obstante, las estimaciones que se obtienen para el horario de la mañana son contraintuitivas y sustancialmente diferentes a las encontradas por la literatura previa. En la cuarta columna del Cuadro 5 se muestran las estimaciones individuales para el efecto del horario de verano sobre la delincuencia en la hora crítica del amanecer. Allí se muestra, en primer lugar, que las estimaciones para UTC-3 son estadísticamente diferentes de cero para algunos delitos y para la delincuencia total, resultado divergente a lo encontrado tanto por Doleac y Nicholas J. Sanders (2015)[2] como por Asahi y Domínguez (2016)[3]. Luego, además de

la significancia, el signo de los resultados es contrario al esperado. El horario de verano, que oscurece esta hora de estudio, genera una caída de un 46% en los delitos agrupados y de un 12% y 15% en los delitos de robo de artículo de vehículo y robo en lugar no habitado respectivamente. Si el mecanismo por el cual disminuye la delincuencia durante la tarde es el aumento de la luz solar, una disminución de la luminosidad debiera estar acompañada de un aumento de ésta. Este resultado estaría vinculando una menor luminosidad con una caída en la delincuencia, contrario a lo que postula la hipótesis de esta investigación.

Luego, para ver si nuestra principal hipótesis se sostiene, debemos observar qué sucede con la variable que identifica la heterogeneidad en esta disminución. En el Cuadro 5 se puede verificar que, dependiendo del tipo de delito, el número de peatones sí cumple un rol en la variación de la delincuencia producida por cambios discontinuos en la luz solar. Sin embargo, este efecto se aprecia casi exclusivamente durante la hora del atardecer, con resultados contraintuitivos en la hora de la mañana. En la segunda columna del Cuadro 5 se puede comprobar que la variable interacción, entre horario de verano y flujo peatonal, cobra significancia para los delitos de hurto, robo de artículo de vehículo, robo a lugar habitado y robo en lugar no habitado. Las estimaciones para la hora en que aumentó la luminosidad van desde una disminución del 3.3% para el delito de robo en lugar no habitado hasta un 9.3% en el robo a un lugar habitado. A nivel de delito agregado el efecto sobre la delincuencia total durante la hora de la tarde no es distinguible de cero, lo que debilita la hipótesis de que el flujo de peatones es un determinante para disminuir la delincuencia a través de la elección del huso horario.

Durante la hora crítica de la mañana, en cambio, las estimaciones no son igual de consistentes que su contrapartida de la tarde. Como se observa en la quinta columna del Cuadro 5, la única significancia que se obtuvo para la variable interacción no solo adquiere un signo negativo, sino que también es de mayor magnitud a la observada para el mismo delito durante el atardecer (una disminución de 6.5% durante el amanecer comparado con la de 3.3% estimada para la tarde). Este resultado, contraintuitivo a la que planteaba la hipótesis, no permite concluir satisfactoriamente la existencia de un efecto heterogéneo de la luz ambiental sobre el crimen, puesto que si la interacción es negativa (disminución del crimen) en la hora en que aumentó la luz, uno esperaría un estimación en dirección contraria durante la hora en que la luminosidad disminuyó. Al igual que para el coeficiente individual del horario de verano, para el coeficiente interacción también encontramos resultados que van en la dirección opuesta a lo que planteaba la hipótesis.

Al analizar los resultados individuales de la variable de flujo peatonal, estos son estadísticamente significativos casi exclusivamente para la hora de la tarde, ya que durante los otros tramos horarios solo se obtuvo significancia en el delito de robo en lugar habitado en la hora de la mañana. Esto va en línea con los planteado previamente, ya que un mayor flujo peatonal debiese ser atractivo para la actividad delictiva. Sin embargo, llama la atención que esta variable sea relevante solo para un momento del día e indistinguible de

cero para el resto. Adicionalmente, en la segunda columna del Cuadro 7, se muestran las estimaciones para la variable interacción cuando incluimos una hora extra en el intervalo crítico de la tarde. Allí se aprecia que al añadir la hora siguiente a la que aumentó su luminosidad la significancia de las estimaciones desaparece. Estos resultados son consistentes con la propuesto por el modelo, puesto que el efecto de la interacción debiese estar presente durante aquella hora en que efectivamente aumentó la luminosidad y ausente durante aquellas horas en que se mantuvo constante⁸.

Finalmente, para comparar lo que sucede con las estimaciones durante el atardecer y amanecer cuando se pasa de un modelo que no incluye el efecto heterogéneo a uno que sí, debemos dirigirnos al Cuadro 4 y 5. Si consideramos el intervalo de tiempo de la tarde y exclusivamente los delitos de hurto, robo de artículo de vehículo, robo de lugar habitado y robo en lugar no habitado⁹, la estimaciones del coeficiente individual UTC-3 disminuyen cuando se incluye la heterogeneidad, en comparación a lo obtenido en el Cuadro 4. Las estimaciones para el efecto del horario de verano durante la hora de la tarde del Cuadro 4 para aquellos delitos son caídas del 34 %, 28 %, 22 % y 2 % respectivamente. Luego, al incluir la heterogeneidad, en el Cuadro 5, la magnitud de estas disminuciones cae un 3 % en los delitos de robo de artículo de vehículo y robo de lugar habitado, un 2 % en el hurto y un 1 % en robo en lugar no habitado respecto al model que la omite. Sin embargo, debe considerarse que el coeficiente UTC-3 para el robo en lugar no habitado no muestra significancia en ninguna de las dos estimaciones. Esto es consistente con la teoría, ya que si el coeficiente del horario de verano del modelo homogéneo contiene información sobre esta variable interacción, las estimaciones durante la hora de la tarde tendrán un sesgo al alza. Nuevamente, no se observa una consistencia durante el horario de la mañana.

4.2. Delincuencia durante el Intervalo Intermedio y Diaria

Primero se describe lo que sucede con la delincuencia en el horario intermedio¹⁰. Luego, habiendo discutido las estimaciones para los tres intervalos de tiempo por separado, se procede a explicar los efectos sobre el crimen diario. Segundo, se estudia la variable interacción en ambos intervalos. Si consideramos lo que sucede con la delincuencia durante el horario intermedio, debemos dirigirnos a la cuarta columna del Cuadro 6. En desacuerdo con lo que postulaba el modelo, que en ausencia de un contagio o una sustitución no deberían existir efectos durante las horas en que no varió la luminosidad, se encuentran efectos significativos del horario de verano sobre delincuencia. En este intervalo, de las estimaciones estadísticamente distinguibles de

⁸Sin embargo, nuevamente llama la atención que al realizar una estimación equivalente para la hora del amanecer, ninguna estimación para la variable interacción fue distinguible de cero. Los resultados no se incluyeron en este trabajo debido a la baja significancia de esta estimación cuando se utilizaba únicamente la hora en que disminuyó la luminosidad en la quinta columna del Cuadro 5 y también por ahorros de espacio

⁹Se comparan únicamente los delitos cuyas estimaciones obtuvieron significancia para la variable interacción en el Cuadro 5, es decir, los en que el número de peatones sí cumple un rol en la variación de la delincuencia.

cero para el coeficiente individual UTC-3, solamente se obtienen caídas con signo negativo y no se observa aumento alguno. Estas disminuciones son de un 40 %, 31 %, 27 % y 17 % para los delitos de robo con sorpresa, hurto, robo de artículo de vehículo y robo de vehículo respectivamente. Al agrupar los delitos, se registra una caída de un 12 % durante este intervalo. Estos resultados descartan una posible sustitución de la actividad delictiva, desde la hora crítica de la tarde hacia otras horas del día, ya que la estimación del coeficiente UTC-3 no obtiene en ninguna caso un valor positivo¹¹.

Debido a la magnitud de estas estimaciones, la posible explicación de estas disminuciones a través de un efecto contagio, como plantea Doleac y Sanders (2015)[2], no parece plausible. Por ejemplo, la caída que genera el UTC-3 en el robo de artículo de vehículo durante el intervalo intermedio es incluso de mayor proporción que la experimentada durante la hora crítica de la tarde. Además, los delitos agrupados y el de hurto caen un 12 % y un 31 % respectivamente, disminuciones que difícilmente pueden ser explicadas por un contagio de la hora de la tarde hacia otras horas del día¹². Más llamativo aún es lo que ocurre con los delitos de robo con sorpresa y robo de vehículo, que mientras experimentan caídas durante este intervalo producidas por el horario de verano de un 40 % y 17 % respectivamente, no se registraron disminuciones significativas durante la hora crítica de la tarde. Estos resultados cuestionan que el único medio por el cual el cambio de huso horario afecta la delincuencia es la luminosidad ambiental, ya que de ser cierto, incluso ante posibles efectos contagios, las variaciones durante la horas críticas debiesen ser de mayor magnitud que durante el intervalo intermedio.

Se aprecia que el horario de verano también produce caídas en la delincuencia total diaria, debido a que en ningún intervalo se registró aumentos de la actividad, con caídas de ésta incluso cuando disminuyó la luminosidad. En la primera columna del Cuadro 6 se muestran las estimaciones del efecto del huso UTC-3 sobre la delincuencia diaria por delito y agrupada. El cambio de horario generó caídas 36 % en robo con sorpresa, 29 % en hurto, 29 % robo de artículo de vehículo, 20 % en robo de vehículo, 18 % en robo en lugar habitado y un 24 % en robo en lugar no habitado. Al agrupar los delitos, el horario de verano individualmente produce una caída del 12 %. De forma llamativa se observa una caída de mayor magnitud en el robo de artículo de vehículo durante este intervalo que la experimentada durante la hora que aumentó la luminosidad. En desacuerdo a lo que planteaba el modelo, en los delitos de robo con sorpresa, robo de vehículo y robo de lugar no habitado se registraron importantes caídas significativas en la agrupación diaria, mientras que en los mismos delitos durante la hora en que efectivamente aumentó la luminosidad no se obtuvo efecto alguno.

¹⁰Cuando se agrupan los delitos que ocurrieron en momentos del día en que no varió la luz ambiental, tanto los del día como los de la noche.

¹¹Excluyendo la estimación de UTC-3 durante la hora crítica del atardecer para el delito de homicidio, el cuál fue un aumento del 1.4 %.

¹²A pesar de que las durante la hora crítica de la tarde es donde se acumulan la mayor cantidad de delitos como muestra la Figura 1, es poco probable que una fuerte disminución en ese intervalo desincentive la actividad en esta proporción durante el intervalo intermedio y en la hora del amanecer.

Nuevamente los resultados nos muestran que a pesar de que el horario de verano tiene efectos positivos en delincuencia, difícilmente pueden ser explicados exclusivamente por las variaciones de luminosidad y la distribución temporal del crimen.

Las estimación de la variable interacción para el horario intermedio y para el total diario muestran resultados menos relevantes en comparación a lo que sucede en el horario de la tarde. Esto se muestra en las tercera y quinta columna del Cuadro 6. Para el horario intermedio la variable interacción adquiere significancia y un signo positivo para los delitos de hurto (4.5%) y homicidio (1.7%). Por una parte, esto sugiere que en aquellas comunas con un mayor flujo de peatones, los delincuentes están sustituyendo el delito de hurto y que por otra, el homicidio nuevamente se comporta de manera diferente que los otros delitos. Mientras el resultado para el hurto es intuitivo¹³, el de delito de homicidio es menos razonable, ya que mientras se esperaba un efecto nulo, se observan aumentos de la actividad, tanto en la variable interacción durante el horario intermedio como en la estimación de la primera columna del Cuadro 5. Sin embargo, como se menciono anteriormente, esto confirma que no existen sesgos en las estimaciones para los otros delitos. Luego, al agrupar los delitos en totales diarios la variable interacción no adquiere ninguna significancia, lo que debilita la hipótesis de un rol fundamental de la relación entre flujo de peatones y horario de verano sobre la actividad criminal. Esta interacción pareciera solo ser relevante durante el horario de la tarde, mientras su efecto se diluye al analizar los totales diarios, restándole protagonismo.

5. Discusión de los Resultados

Por una parte, los resultados descritos anteriormente avalan la hipótesis sobre el rol del número de peatones en la variación de delincuencia, mientras que por otra, la ponen en tela de juicio. La significancia de la variable interacción para algunos delitos durante la tarde (aunque no para el agregado) sugiere que efectivamente los testigos cumplen un rol en traducir la mayor luminosidad en un aumento en la probabilidad de captura que perciben los delincuentes. Sin embargo, el efecto nulo de esta interacción durante la mañana para la mayoría de los delitos impide concluir satisfactoriamente la relevancia y consistencia de esta relación. Si ya se estimaron caídas durante el período en que aumentó la luminosidad y la hipótesis se sostuviera con firmeza, se deberían haber registrado alzas durante la hora en que ésta disminuyó. Además, no se encontraron estimaciones significativamente diferentes de cero para ningún delito al agrupar en totales diarios. La nula significancia de las estimaciones durante el amanecer implicarían que el efecto sobre los totales diarios sería nulo por una baja relevancia del mecanismo, más que porque se contrarresten los efectos en dirección opuesta durante las horas críticas. Las hipótesis planteadas en esta investigación muestran continuamente

¹³Puesto que la misma interacción durante la hora de la tarde se estimó con signo negativo y diferente de cero, por lo que los delincuentes estarían sustituyendo la actividad durante otros momento del día.

una consistencia de éstas para el horario en que aumentó la luminosidad, pero un bajo soporte durante los otros momentos.

Una posible causa de esta inconsistencia es que la variable que se quiere tener, flujo peatonal, es reemplazada por un proxy con error de medición, constante por comuna y año, que captura incorrectamente la cantidad de peatones. Debido a que durante el atardecer sí se registraron efectos de esta relación sobre la delincuencia, tal vez con una mejor medición del flujo peatonal se obtienen estimaciones más precisas que sustenten este mecanismo. Este error de medición también podría explicar la inconsistencia de las estimaciones para la variable flujo peatonal individual, las que también fueron confusas y con significancia estadística únicamente para ciertos delitos durante la tarde. Para poder comprobar esta interacción de forma más adecuada y obtener resultados más concluyentes, sugiero perfeccionar la manera en que se identifica la variable flujo peatonal de forma diferenciada para cada intervalo horario. Debido a que la hipótesis principal es consistente con las estimaciones durante el horario de punta de la tarde, pero con resultados confusos durante el resto de los períodos, esta no es ni descartada ni comprobada. Para concluir con conocimiento fundamentado si el número de testigos influye o no en la relación entre luz solar y delincuencia, se requiere una mayor profundización del tema y nuevas estimaciones.

Sin embargo, las disminuciones o insignificancias obtenidas en la hora crítica del amanecer y en el intervalo intermedio hacen parecer insuficiente la explicación que ha dado la literatura para la relación entre huso horario y delincuencia. Hasta ahora, ha primado la idea de que los cambios de huso horario varían los niveles de delincuencia exclusivamente a través de la distribución de la luz solar en el horario y que la existencia de un horario punta o “hottime” que puede ser focalizado permite disminuir incluso la delincuencia total diaria. Pero las disminuciones de la delincuencia durante la hora en que disminuyó la luminosidad, caídas de mayor magnitud en el intervalo intermedio que durante el horario del atardecer para ciertos delitos y disminuciones de la delincuencia observadas exclusivamente durante el horario intermedio, demuestran que el huso horario afecta la delincuencia en una dimensión más profunda que simplemente a través de la luminosidad. A pesar de que el mayor número de delitos se producen cercano a la hora crítica que aumentó la luminosidad, un efecto contagio de la aquella hora hacia el resto de esta proporción no parece plausible. Por ejemplo, no parece sensato suponer que el delito de hurto durante el período intermedio cayó un 31 % al ser desincentivado por una disminución de un 32 % durante la hora crítica del atardecer. Además, para algunos delitos se estimaron disminuciones únicamente durante el intervalo intermedio y indistinguibles de cero en las horas en que si varió la luminosidad.

Aunque pareciera que existe una ganancia en términos de seguridad al utilizar el horario de verano, desde el punto de vista de las políticas públicas aun no se cuenta con la información necesaria para confirmar esta afirmación, debido a que el mecanismo por el cual este interactúa con la delincuencia no queda del todo claro.

La focalización de la luz solar hacia un “hottime” asumiendo la pérdida de luminosidad durante un horario menos atractivo para delinquir, no logra explicar claramente caídas de hasta un 40 % durante las horas del intermedio. Sin embargo, pasar de un huso horario UTC-4 a uno UTC-3 tiene amplias disminuciones en los nivel de delincuencia diaria el vía pública, las que llegan hasta un 36 % en el robo con sorpresa. Aunque el mecanismo por el cual el horario de verano impacta la delincuencia aún deja muchas interrogantes, en términos de eficiencia existen pocas medidas al alcance de un gobierno que contraigan la actividad criminal de esta manera. De todas las estimaciones, el horario de verano solo produjo disminuciones en los crímenes con motivación económica, registrando un leve aumento exclusivamente para el delito de homicidio, aunque parece poco razonable suponer de forma seria que este aumentó producto del cambio de horario.

Desde la perspectiva de la literatura existente, estos resultados aportan nueva información relevante sobre el mecanismo y a su vez cuestionan algunas estrategias previas para identificar el efecto de la luz solar sobre la delincuencia. Primero, se puede apreciar que las comunas con menor flujo peatonal, para algunos delitos en la tarde, se ven beneficiadas en menor medida que las con mayor tránsito cuando se combate la delincuencia a través de la elección de un huso horario. La exploración de este rol del peatón se realiza por primera vez en este trabajo, despejando algunas interrogantes que dejaban los trabajos previos. En segundo lugar, Doleac y Sanders (2015)[2] y en Asahi y Domínguez (2016)[3] utilizan el método de diferencias en diferencias para la estimación del efecto de la luminosidad la delincuencia, que asume que el grupo de control no es afectado por el tratamiento. En aquellos trabajos utilizan el horario intermedio como este grupo y las horas críticas donde varió la luz como el grupo de tratamiento. Ya que ambos estudios contaban con a información necesaria, pareciera que en ambos trabajos omiten con algún grado de intencionalidad las estimaciones para las horas en que la luminosidad se mantuvo y durante el amanecer. Además, luego de obtener variaciones importantes durante las horas en que no varió la luminosidad, la técnica de diferencias en diferencias utilizada en ambos trabajos sesga el verdadero efecto a estimar. Por lo tanto, es necesario abordar esta estimación a través de otras estrategias empíricas que permitan limpiar completamente el efecto deseado. Las disminuciones obtenidas en la hora del amanecer y durante el intervalo intermedio y una estrategia de identificación inadecuada, desacreditan las conclusiones de Doleac y Sanders (2015)[2] y Asahi y Domínguez (2016)[3] sobre el efecto de la luz natural sobre la delincuencia.

6. Conclusiones

Que al retrasar el atardecer se influye en la actividad delictiva no es una noticia nueva. Tanto Doleac y Sanders (2015)[2] como Asahi y Domínguez (2016)[3] concluyen que la luz natural disminuye la actividad delictiva, aunque no definen específicamente a través de que canal esta opera. A modo de explicación,

sostienen que la mayor luminosidad mejora la identificación por parte de testigos y que esto aumenta la probabilidad de captura, disminuyendo así la delincuencia. Doleac y Sanders (2015)[2] expresan que el número de potenciales víctimas genera dos efectos en direcciones contrarias. Mientras un mayor número de testigos debiese disminuir los costos de búsqueda por parte del delincuente, al poseer este más opciones, un mayor número de peatones también implica una mayor número ojos observando potenciales agresores, por lo que el efecto es incierto. Utilizando un proxy para el flujo peatonal, este es el primer estudio que testea el rol que cumple el número de testigos en esta disminución de la delincuencia, encontrando un rol significativo del flujo peatonal en esta reducción durante la tarde. Se concluye, como intuía Doleac y Sanders (2015)[2], que un mayor flujo peatonal genera una mayor delincuencia. Sin embargo, dependiendo del tipo de delito, la caída de la delincuencia en la hora crítica de la tarde es mayor en aquellas comunas con mayor flujo peatonal. Es decir, a pesar de no tener efectos en los totales diarios, la reducción de la delincuencia durante la hora punta de la tarde a través de la luminosidad ambiental es más efectiva en aquellas comunas que tienen mayor flujo peatonal, a pesar de que las tasa de victimización promedio son mayores en estas.

Esta heterogeneidad en la disminución, generada por el flujo peatonal o número de testigos, evidencia la racionalidad del delincuente en este tipo de delitos. La reducción, provocada por el aumento en la probabilidad de captura, no se produce únicamente por el cambio en la luminosidad, sino que lo hace por su interacción con el flujo peatonal de referencia de la comuna. El delincuente percibe que la probabilidad de captura crece por un aumento en la luz solar, pero lo hará en mayor medida si el flujo peatonal es mayor. Como se planteó anteriormente, en las comuna con mayor movilidad peatonal un mayor número de individuos mejoran su identificación y mayor es el aumento en la probabilidad de captura. Esto muestra que el delincuente, al menos en crímenes con motivación económica, calcula racionalmente la probabilidad de éxito percibida y que toma la decisión sobre delinquir en base a esta. Sin embargo, una estimación más precisa para el flujo peatonal daría una mayor validez a esta conclusión, dejándose como un trabajo pendiente para el futuro.

Otro aspecto importante en el que aporta esta investigación, es la estimación del impacto que tiene el cambio de horario sobre la delincuencia total diaria y durante las horas intermedias. Como se mencionó anteriormente, pareciera que ambos trabajos han omitido una parte importante del análisis sobre el tema, posiblemente porque las estimaciones durante estos intervalos desacreditan sus conclusiones y el alcance del modelo. Mientras Doleac y Sanders (2015)[2] realizan la estimación sobre el crimen total diario para Estados Unidos, Asahi y Domínguez (2016)[3] no la llevan a cabo para el caso chileno. Por primera vez para Chile, se encuentran disminuciones de la delincuencia diaria al utilizar un horario de verano en vez de uno de invierno. Aunque aparentemente el horario de verano está vinculado con una menor actividad, la luz natural como único canal está descartada. En este trabajo, se concluye que el huso horario afecta la delincuencia de manera importante, pero que lo hace través de más factores que la luz ambiental, desestimando el alcance de las

conclusiones obtenidas por trabajos previos.

Un posible explicación es que la distribución de la actividad delictiva a lo largo del día posee una estructura en específico, con una mayor densidad de ella en la hora punta de la tarde. Esto sugiere que si la delincuencia se distribuyera homogéneamente a lo largo de las horas del día, es de esperar que un cambio horario disminuirá la delincuencia durante una hora, pero que la aumentará exactamente en la misma cantidad durante otra. Esta estructura particular de la delincuencia podría explicar que sea posible generar una disminución total diaria al desplazar la luz hacia la tarde, puesto que estaría facilitando la focalización de la luminosidad durante su el “hotspot” temporal. Al iluminar las horas de la tarde, el delincuente disminuye su actividad delictiva pero es incapaz de sustituirla durante otras horas, cayendo la delincuencia total diaria. Sin embargo, las disminuciones de gran magnitud durante el periodo intermedio ponen en tela de juicio un contagio tan extenso como el estimado, ya que los delincuentes no solo no están sustituyendo con mayor actividad durante otras horas, sino además está disminuyendo la actividad durante todos los intervalos del día. Las disminuciones estimadas sugieren que la prevención del delito a través del diseño ambiental podría tener como efectiva herramienta la elección del huso horario, aunque quedan numerosas interrogantes sobre como realmente opera. El alcance ilimitado del cambio horario y la incapacidad de escapar a su tratamiento, hacen de esta alternativa una eficiente medida de seguridad, especialmente en aquellos lugares con mayor movilidad urbana.

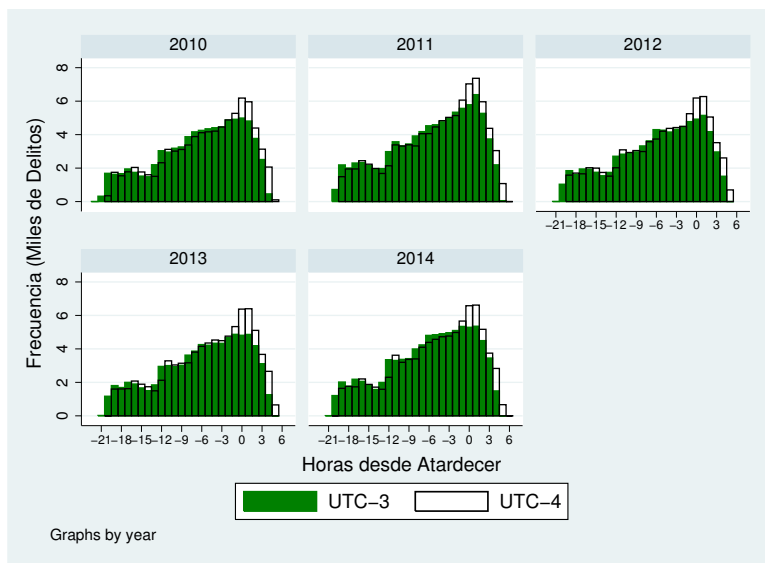
Finalmente, en un contexto nacional de gran preocupación por la delincuencia y de gobiernos que continúan enfocados en reducirla a través de un mayor de efectivos policiales, el anterior trabajo ofrece nueva evidencia sobre el diseño ambiental en la prevención del crimen. Además de los costos y beneficios encontrados por la literatura sobre el horario de verano, deben incluirse además en la discusión su efecto heterogéneo sobre la delincuencia. Año a año se invierten cuantiosos recursos públicos en combatir el crimen, por lo que una mínima reducción de éste es tremendamente beneficiosa. Adoptar políticas para combatir la delincuencia más eficientes, naturales y de corto plazo como la expuesta anteriormente, ofrece una alternativa razonable al costoso aumento en la presencia policial, aunque lamentablemente aún existe información inconclusa sobre cómo opera este mecanismo.

Referencias

- [1] R. V. Clarke. *Situational Crime Prevention: Successful Case Studies*. NY: Harrow and Heston, 2 edition, 1997.
- [2] J.L. Doleac and N.J. Sanders. Under the cover of darkness: How ambient light influences criminal activity. *The Review of Economics and Statistics*, 2015.
- [3] K. Asahi and P. Domínguez. Daylight and criminal behavior: Evidence from chile. *Working Paper*, 2016.
- [4] M.J. Kotchen and L.E. Grant. Does daylight saving time save energy? evidence from a natural experiment in indiana. *Review of Economics and Statistics*, 93(4):1172–1185, 2011.
- [5] R. Kellogg and H. Wolff. Daylight time and energy: Evidence from an australian experiment. *Journal of Environmental Economics and Management*, 56(3):207–220, 2008.
- [6] J. Wong. Does school start too early for student learning? *Mimeo*, 2012.
- [7] S.E. Carrel, T. Maghakian, and J. E. West. A’s from zzzz’s? the causal effect of school start time on the academic achievement of adolescents. *American Economic Journal: Economic Policy*, 3:1–22, 2011.
- [8] S.A. Ferguson, D.F Preusser, A.K. Lund, P.L. Zador, and R.G. Ulmer. Daylight saving time and motor vehicle crashes: The reduction in pedestrian and vehicle occupant fatalities. *American Journal of Public Health*, 85(1):92–95, 1995.
- [9] N. Sood and A. Gosh. The short and long run effects of daylight saving time on fatal automobile crashes. *The BE Journal of Economic Analysis Policy*, 7(1), 2007.
- [10] N.J. Meyerhoff. The influence of daylight saving time on motor vehicle fatal traffic accidents. *Accident Analysis Prevention*, 10(3):207–221, 1978.
- [11] D.R. Herd, K.R. Agent, and R.L. Rizenbergs. Traffic accidents: Day versus night. *Transportation Research Record*, 753:25–30, 1980.
- [12] G. S. Becker. Crime and punishment: An economic approach. *Journal of Political Economy*, 76:169–217, 1968.
- [13] S. Cameron. The economics of crime deterrence: A survey of the theory and evidence. *Kylos*, 41(2):301–323, 1988.
- [14] D. S. Lee and J. McCrary. Crime, punishment and myopia. *NBER Working Paper No. 11491*, 2005.

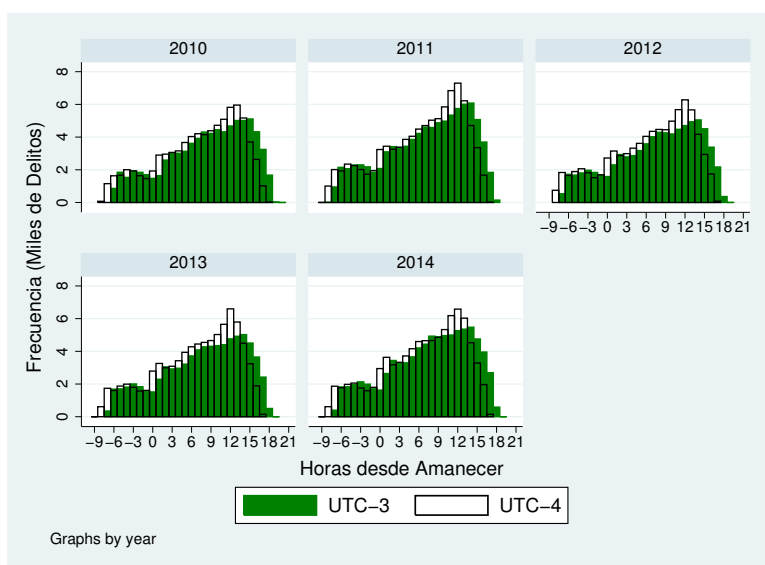
- [15] Rafael Di Tella and Ernesto Schargrotsky. Do police reduce crime? estimates using the allocation of police forces after a terrorist attack. *American Economic Review*, 94:115–133, 2004.
- [16] J. Klick and A. Tabarrok. Cusing terror alert levels to estimate the effect of police on crime. *Journal of Law and Economics*, 48:267–279, 2005.
- [17] B. Brown. Cctv in town centres: Three case studies. *Crime Detection and Prevention*, 68, 1995.
- [18] A. Chalfin and J. McCrary. Criminal deterrence: A review of the literature. *Journal of Economic Literature*, forthcoming 2017.
- [19] Browning et al. Commercial density, residential concentration, and crime: Land use patterns and violence in neighborhood context. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 47:329–357, 2010.
- [20] B.A. Jacob, L. Lefgren, and E. Moretti. The dynamics of criminal behavior evidence from weather shocks. *Journal of Human Resources*, 42(3):489–527, 2007.

Figura 1: Frecuencia de Delitos por Horas desde el Atardecer



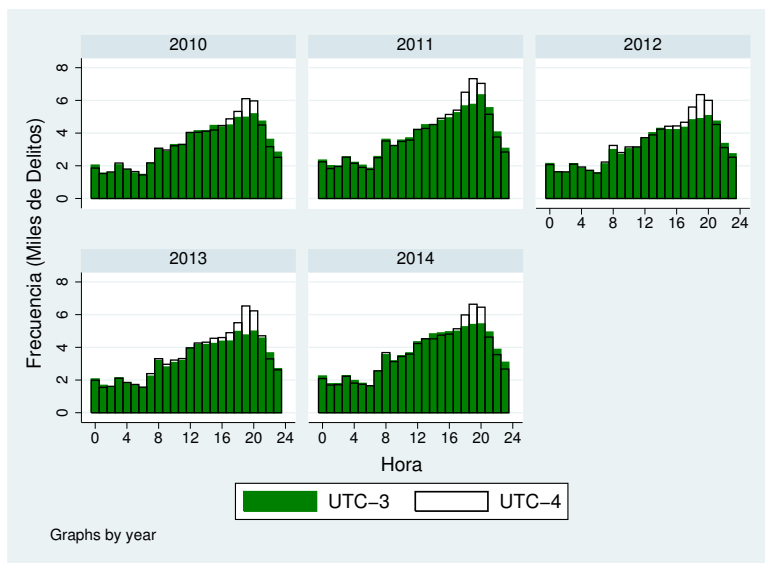
Notas: El histograma incluye información para 9 semanas antes y 9 semanas después del cambio de huso horario. En el eje horizontal se se agrupa la ocurrencia de delito por horas desde el atardecer. La hora “0” es la hora del día que con UTC-4 estaba oscuras, pero que se encuentra iluminada con un el huso UTC-3.

Figura 2: Frecuencia de Delitos por Horas desde el Amanecer



Notas: El histograma incluye información para 9 semanas antes y 9 semanas después del cambio de huso horario. En el eje horizontal se se agrupa la ocurrencia de delito por horas desde el amanecer. La hora "0" es la hora del día que con UTC-4 estaba iluminada, pero que se encuentra a oscuras con un el huso UTC-3.

Figura 3: Frecuencia de Delitos por Hora del Día



Notas: El histograma incluye información para 9 semanas antes y 9 semanas después del cambio de huso horario. En el eje horizontal se se agrupa la ocurrencia de delito por hora del día. La hora “0” corresponde a la primera hora del día y la hora “24” la última

Cuadro 1: Tasa de Victimización Promedio cada 100,000 Habitantes

	Total	Todas Horas				Atardecer		Amanecer		Intermedio	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Todos los Delitos	7.666 (5.346)	7.876 (5.422)	7.456 (5.260)	0.600 (0.864)	0.482 (0.766)	0.229 (0.553)	0.172 (0.446)	7.046 (4.926)	6.800 (4.874)		
Robo con Sorpresa	0.494 (0.809)	0.505 (0.811)	0.483 (0.806)	0.043 (0.185)	0.033 (0.161)	0.010 (0.088)	0.008 (0.078)	0.450 (0.751)	0.440 (0.757)		
Hurto	2.857 (2.660)	2.962 (2.696)	2.753 (2.619)	0.267 (0.542)	0.226 (0.496)	0.036 (0.242)	0.023 (0.191)	2.658 (2.480)	2.502 (2.431)		
Robo con V. y/o I.	0.965 (1.133)	0.975 (1.137)	0.954 (1.129)	0.065 (0.236)	0.044 (0.204)	0.028 (0.151)	0.038 (0.185)	0.881 (1.062)	0.871 (1.065)		
Robo de Art. de Veh.	0.986 (1.476)	1.030 (1.520)	0.941 (1.429)	0.081 (0.263)	0.060 (0.229)	0.032 (0.180)	0.021 (0.152)	0.916 (1.391)	0.860 (1.338)		
Robo de Vehículo	0.524 (0.814)	0.541 (0.815)	0.507 (0.813)	0.037 (0.166)	0.028 (0.144)	0.020 (0.134)	0.016 (0.112)	0.484 (0.752)	0.462 (0.761)		
Robo Lugar Hab.	1.088 (1.457)	1.109 (1.449)	1.067 (1.465)	0.081 (0.341)	0.065 (0.311)	0.051 (0.247)	0.036 (0.203)	0.976 (1.349)	0.964 (1.388)		
Robo Lugar No Hab.	0.704 (1.146)	0.705 (1.158)	0.703 (1.134)	0.020 (0.164)	0.020 (0.168)	0.047 (0.288)	0.026 (0.196)	0.637 (1.093)	0.657 (1.094)		
Homicidio	0.008 (0.118)	0.007 (0.110)	0.009 (0.125)	0.000 (0.018)	0.000 (0.041)	0.000 (0.019)	0.000 (0.019)	0.006 (0.106)	0.008 (0.116)		
Año				2010	2011	2012	2013	2014			
Población Cubierta		16,607,693	16,794,646	16,982,036	17,167,108	17,353,100					

Notas: las tasas de delincuencia fueron ponderadas por población comunal. Las desviaciones estandar se reportan entre paréntesis. “Todas Horas” corresponde a la tasa de victimización diaria. “Atardecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el atardecer y una hora antes de este con UTC-3, “Amanecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el amanecer y una hora antes de este con UTC-3, e “Intermedio” corresponde a los delitos que ocurrieron durante las horas restantes del día. Las estimaciones para “Invierno” y “Verano” son los promedios ponderados para el período con huso horario UTC-4 y UTC-3 respectivamente. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartil poblacional y el período de estudio comprende desde 24 días antes del cambio horario hasta 24 días después.

Cuadro 2: Efecto de Cambio de Horario sobre Tasa de Accidentes

Intervalo	Amplitud Ventana		
	6 Semanas	3 Semanas	2 Semanas
Intermedio	0.091 (0.065)	-0.12 (0.098)	-0.007 (0.135)
Atardecer	-0.052** (0.025)	-0.080** (0.038)	-0.103** (0.047)
Amanecer	0.022 (0.014)	0.033 (0.023)	-0.003 (0.031)
Obs.	214,202	107,100	71,400

Notas: *** p0.01, ** p0.05, * p0.1. Errores estándar robustos entre paréntesis. La variable dependiente es el logaritmo de la tasa de accidentes peatonales cada 100,000 habitantes y las estimaciones fueron ponderadas por población comunal. “Atardecer” corresponde a los accidentes que ocurrieron entre el atardecer y una hora antes de este con UTC-3, “Amanecer” corresponde a los accidentes que ocurrieron entre el amanecer y una hora antes de este con UTC-3, e “Intermedio” corresponde a las accidentes que ocurrieron durante las horas restantes del día. El coeficiente estimado corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 en presencia de UTC-3 y 0 si no. Todas las regresiones incluyen control por clima, efecto fijo por día de la semana, efecto fijo por comuna y efecto fijo por año. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartíl poblacional.

Cuadro 3: Tasa de Accidentes cada 100,000 Personas Acumulada

	2010	2011	2012	2013	2014
Tasa Acumulada Promedio	178.94 (105.56)	192.19 (112.05)	175.92 (107.65)	207.01 (100.04)	214.99 (114.09)
Tasa Acumulada Máxima	490.28	506.72	474.36	566.04	540.21
Nº de Comunas sin Accidentes	3	3	8	2	2

Notas: Errores estándar robustos entre paréntesis. La tasa acumulada corresponde al total de accidentes que ocurrieron durante el intervalo de tiempo intermedio entre 24 días antes y 24 días después del cambio horario. La estimación del promedio fueron ponderadas por población comunal anual. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartil poblacional.

Cuadro 4: Efecto Homogéneo del Horario de Verano en Delincuencia

	Atardecer	Todas Horas	Amanecer	Intermedio
Todos los Delitos	-0.658*** (0.122)	-0.120*** (0.017)	-0.495*** (0.126)	-0.116*** (0.018)
Robo con Sorpresa	-0.066 (0.059)	-0.355*** (0.102)	0.012 (0.032)	-0.395*** (0.105)
Hurto	-0.343*** (0.105)	-0.285*** (0.045)	-0.06 (0.045)	-0.298*** (0.046)
Robo con V. y/o I.	-0.489*** (0.112)	-0.039 (0.084)	-0.014 (0.055)	0.025 (0.082)
Robo de Art. de Veh.	-0.275*** (0.066)	-0.299*** (0.071)	-0.128*** (0.041)	-0.280*** (0.068)
Robo de Vehículo	-0.079 (0.069)	-0.206** (0.091)	-0.024 (0.048)	-0.177** (0.089)
Robo Lugar Hab.	-0.220*** (0.074)	-0.161** (0.074)	-0.155** (0.076)	-0.101 (0.075)
Robo Lugar No Hab.	-0.021 (0.04)	-0.241*** (0.091)	-0.074* (0.043)	-0.155 (0.098)
Homicidio	0.013* (0.008)	0.02 (0.028)	0.007 (0.005)	0 (0.027)
Obs.	19,550	19,550	19,550	19,550

Notas: *** p0.01, ** p0.05, * p0.1. Errores estándar robustos entre paréntesis. La variable dependiente es el logaritmo de la tasa de delincuencia cada 100,000 habitantes y los coeficientes fueron ponderados por población comunal. “Atardecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el atardecer y una hora antes de este con UTC-3, “Amanecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el amanecer y una hora antes de este con UTC-3, e “Intermedio” corresponde a las delitos que ocurrieron durante las horas restantes del día. El coeficiente estimado corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 en presencia de UTC-3 y 0 si no. Todas las regresiones incluyen control por clima, efecto fijo por día de la semana, efecto fijo por comuna y efecto fijo por año. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartil poblacional y el período de estudio comprende desde 24 días antes del cambio horario hasta 24 días después.

Cuadro 5: Efecto Heterogéneo del Horario de Verano en Delincuencia

	Atardecer			Amanecer		
	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo
Todos los Delitos	-0.660*** (0.124)	0.007 (0.048)	0.132** (0.056)	-0.463*** (0.135)	-0.099 (0.061)	0.108 (0.066)
Robo con Sorpresa	-0.057 (0.064)	-0.028 (0.03)	-0.013 (0.034)	0.011 (0.031)	0.004 (0.019)	-0.035 (0.022)
Hurto	-0.318*** (0.102)	-0.073* (0.043)	0.143** (0.063)	-0.044 (0.045)	-0.049 (0.031)	0.023 (0.034)
Robo con V. y/o I.	-0.502*** (0.115)	0.041 (0.037)	-0.034 (0.03)	-0.01 (0.054)	-0.011 (0.024)	0.002 (0.022)
Robo de Art. de Veh.	-0.253*** (0.059)	-0.066* (0.037)	0.077* (0.045)	-0.117*** (0.043)	-0.032 (0.022)	0.037 (0.028)
Robo de Vehículo	-0.081 (0.07)	0.006 (0.021)	0.055 (0.044)	-0.035 (0.05)	0.033 (0.026)	0.039 (0.026)
Robo Lugar Hab.	-0.189*** (0.066)	-0.093** (0.044)	0.100** (0.039)	-0.150* (0.08)	-0.015 (0.031)	0.025 (0.033)
Robo Lugar No Hab.	-0.01 (0.04)	-0.033** (0.016)	-0.003 (0.027)	-0.052 (0.047)	-0.065** (0.028)	0.081*** (0.025)
Homicidio	0.014* (0.008)	-0.002 (0.002)	0.002 (0.002)	0.007 (0.005)	0.001 (0.002)	0 (0.002)
Obs.	19,550	19,550	19,550	19,550	19,550	19,550

Notas: *** p0.01, ** p0.05, * p0.1. Errores estándar robustos entre paréntesis. La variable dependiente es el logaritmo de la tasa de delincuencia cada 100,000 habitantes y los coeficientes fueron ponderados por población comunal. “Atardecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el atardecer y una hora antes de este con UTC-3, “Amanecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el amanecer y una hora antes de este con UTC-3, e “Intermedio” corresponde a las delitos que ocurrieron durante las horas restantes del día. “UTC-3” corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 en presencia de UTC-3 y 0 si no. “Flujo” corresponde a la desviación con respecto a la media nacional de la tasa de accidentes peatonales que ocurrieron durante el período intermedio cada 100,000 durante todo el período de estudio. Todas las regresiones incluyen control por clima, efecto fijo por día de la semana, efecto fijo por comuna y efecto fijo por año. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartil poblacional y el período de estudio comprende desde 24 días antes del cambio horario hasta 24 días después.

Cuadro 6: Efecto Heterogéneo del Horario de Verano en Delincuencia

	Todas Horas			Intermedio		
	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo
Todos los Delitos	-0.123*** (0.018)	0.009 (0.009)	0.005 (0.013)	-0.118*** (0.018)	0.009 (0.01)	0.003 (0.015)
Robo con Sorpresa	-0.356*** (0.101)	0.004 (0.034)	-0.064 (0.057)	-0.402*** (0.103)	0.021 (0.035)	-0.068 (0.058)
Hurto	-0.294*** (0.046)	0.027 (0.02)	0.031 (0.029)	-0.313*** (0.048)	0.045** (0.02)	0.021 (0.032)
Robo con V. y/o I.	-0.043 (0.085)	0.01 (0.028)	0.036 (0.043)	0.026 (0.083)	-0.004 (0.03)	0.052 (0.046)
Robo de Art. de Veh.	-0.285*** (0.075)	-0.044 (0.032)	0.049 (0.052)	-0.266*** (0.072)	-0.042 (0.031)	0.023 (0.051)
Robo de Vehículo	-0.196** (0.087)	-0.03 (0.036)	0.087 (0.058)	-0.169* (0.086)	-0.024 (0.038)	0.064 (0.063)
Robo Lugar Hab.	-0.175** (0.076)	0.041 (0.039)	0.006 (0.06)	-0.116 (0.077)	0.044 (0.039)	0.009 (0.061)
Robo Lugar No Hab.	-0.236** (0.097)	-0.015 (0.044)	0.007 (0.066)	-0.156 (0.103)	0.006 (0.046)	-0.016 (0.066)
Homicidio	0.015 (0.028)	0.016 (0.01)	0 (0.013)	-0.005 (0.027)	0.017* (0.009)	-0.004 (0.012)
Obs.	19,550	19,550	19,550	19,550	19,550	19,550

Notas: *** p0.01, ** p0.05, * p0.1. Errores estándar robustos entre paréntesis. La variable dependiente es el logaritmo de la tasa de delincuencia cada 100,000 habitantes y los coeficientes fueron ponderados por población comunal. “Atardecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el atardecer y una hora antes de este con UTC-3, “Amanecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el amanecer y una hora antes de este con UTC-3, e “Intermedio” corresponde a las delitos que ocurrieron durante las horas restantes del día. “UTC-3” corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 en presencia de UTC-3 y 0 si no. “Flujo” corresponde a la desviación con respecto a la media nacional de la tasa de accidentes peatonales que ocurrieron durante el período intermedio cada 100,000 durante todo el período de estudio. Todas las regresiones incluyen control por clima, efecto fijo por día de la semana, efecto fijo por comuna y efecto fijo por año. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartil poblacional y el período de estudio comprende desde 24 días antes del cambio horario hasta 24 días después.

Cuadro 7: Efecto Heterogéneo del Horario de Verano en Delincuencia (Hora del Atardecer y Siguiete)

	Atardecer			Todas Horas		
	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo
Todos los Delitos	-0.647*** (0.136)	0 (0.001)	0 (0.001)	-0.130*** (0.02)	0 (0)	0 (0)
Robo con Sorpresa	-0.345*** (0.11)	0 (0)	-0.001 (0.001)	-0.459*** (0.135)	0 (0)	-0.001 (0.001)
Hurto	-0.472*** (0.12)	0 (0)	0.001 (0.001)	-0.353*** (0.059)	0 (0)	0 (0)
Robo con V. y/o I.	-0.630*** (0.159)	0 (0.001)	0 (0.001)	-0.046 (0.111)	0 (0)	0 (0.001)
Robo de Art. de Veh.	-0.584*** (0.115)	0 (0.001)	0 (0.001)	-0.356*** (0.099)	-0.001 (0)	0.001 (0.001)
Robo de Vehículo	-0.221** (0.086)	0 (0)	0.001 (0.001)	-0.249** (0.117)	0 (0)	0.001 (0.001)
Robo Lugar Hab.	-0.467*** (0.125)	-0.001 (0.001)	0.001* (0.001)	-0.223** (0.1)	0.001 (0.001)	0 (0.001)
Robo Lugar No Hab.	-0.107 (0.11)	0 (0)	-0.001 (0.001)	-0.335** (0.132)	0 (0.001)	0 (0.001)
Homicidio	0.039** (0.015)	0 (0)	0 (0)	0.021 (0.038)	0 (0)	0 (0)
Obs.	19,550	19,550	19,550	19,550	19,550	19,550

Notas: *** p0.01, ** p0.05, * p0.1. Errores estándar robustos entre paréntesis. La variable dependiente es el logaritmo de la tasa de delincuencia cada 100,000 habitantes y los coeficientes fueron ponderados por población comunal. “Atardecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre una hora antes y una hora después del atardecer con UTC-3. “UTC-3” corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 en presencia de UTC-3 y 0 si no. “Flujo” corresponde a la desviación con respecto a la media nacional de la tasa de accidentes peatonales que ocurrieron durante el período intermedio cada 1,000 habitantes durante todo el período de estudio. Todas las regresiones incluyen control por clima, efecto fijo por día de la semana, efecto fijo por comuna y efecto fijo por año. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartíl poblacional y el período de estudio comprende desde 24 días antes del cambio horario hasta 24 días después.

Cuadro 8: Efecto Heterogéneo del Horario de Verano en Delincuencia (4 semanas)

	Atardecer			Amanecer		
	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo
Todos los Delitos	-0.679*** (0.112)	-0.004 (0.044)	0.115** (0.057)	-0.273** (0.119)	-0.105* (0.063)	0.118* (0.065)
Robo con Sorpresa	-0.103* (0.057)	-0.012 (0.031)	-0.02 (0.035)	0.011 (0.027)	0.001 (0.018)	-0.028 (0.019)
Hurto	-0.296*** (0.084)	-0.063 (0.04)	0.114* (0.062)	0.009 (0.042)	-0.064* (0.034)	0.051 (0.033)
Robo con V. y/o I.	-0.480*** (0.098)	0.057 (0.035)	-0.042 (0.03)	0.063 (0.043)	-0.013 (0.019)	0.015 (0.022)
Robo de Art. de Veh.	-0.285*** (0.059)	-0.081** (0.032)	0.070* (0.041)	-0.048 (0.041)	-0.051** (0.025)	0.035 (0.024)
Robo de Vehículo	-0.093 (0.064)	-0.003 (0.02)	0.069 (0.046)	-0.045 (0.043)	0.037 (0.023)	0.033 (0.021)
Robo Lugar Hab.	-0.112* (0.063)	-0.090** (0.043)	0.099*** (0.036)	-0.155** (0.073)	-0.01 (0.027)	0.022 (0.031)
Robo Lugar No Hab.	0.015 (0.037)	-0.032* (0.019)	-0.01 (0.026)	-0.037 (0.047)	-0.054* (0.031)	0.057** (0.026)
Homicidio	0.011 (0.007)	-0.002 (0.002)	0.002 (0.002)	0.007* (0.004)	0.001 (0.002)	0 (0.002)
Obs.	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950

Notas: *** p0.01, ** p0.05, * p0.1. Errores estándar robustos entre paréntesis. La variable dependiente es el logaritmo de la tasa de delincuencia cada 100,000 habitantes y los coeficientes fueron ponderados por población comunal. “Atardecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el atardecer y una hora antes de este con UTC-3. “UTC-3” corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 en presencia de UTC-3 y 0 si no. “Flujo” corresponde a la desviación con respecto a la media nacional de la tasa de accidentes peatonales que ocurrieron durante el período intermedio cada 1,000 habitantes durante todo el período de estudio. Todas las regresiones incluyen control por clima, efecto fijo por día de la semana, efecto fijo por comuna y efecto fijo por año. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartil poblacional y el período de estudio comprende desde 28 días antes del cambio horario hasta 28 días después.

Cuadro 9: Efecto Heterogéneo del Horario de Verano en Delincuencia (4 semanas)

	Todas Horas			Intermedio		
	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo
Todos los Delitos	-0.123*** (0.015)	0.011 (0.008)	0.004 (0.012)	-0.114*** (0.017)	0.013 (0.009)	0.001 (0.015)
Robo con Sorpresa	-0.407*** (0.087)	-0.012 (0.033)	-0.033 (0.055)	-0.432*** (0.09)	0.007 (0.033)	-0.041 (0.056)
Hurto	-0.306*** (0.042)	0.035* (0.019)	0.025 (0.028)	-0.322*** (0.045)	0.050** (0.02)	0.018 (0.031)
Robo con V. y/o I.	-0.066 (0.07)	0.004 (0.028)	0.018 (0.04)	-0.001 (0.068)	-0.012 (0.029)	0.036 (0.042)
Robo de Art. de Veh.	-0.285*** (0.07)	-0.044 (0.031)	0.048 (0.051)	-0.262*** (0.065)	-0.04 (0.029)	0.018 (0.049)
Robo de Vehículo	-0.219*** (0.079)	-0.025 (0.035)	0.093* (0.055)	-0.183** (0.08)	-0.016 (0.038)	0.067 (0.06)
Robo Lugar Hab.	-0.123* (0.069)	0.029 (0.035)	0.027 (0.058)	-0.065 (0.073)	0.028 (0.035)	0.032 (0.059)
Robo Lugar No Hab.	-0.107 (0.093)	-0.01 (0.043)	-0.003 (0.061)	-0.04 (0.098)	0.007 (0.046)	-0.015 (0.06)
Homicidio	0.023 (0.027)	0.013 (0.01)	0.007 (0.013)	0.005 (0.027)	0.015* (0.009)	0.004 (0.012)
Obs.	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950

Notas: *** p0.01, ** p0.05, * p0.1. Errores estándar robustos entre paréntesis. La variable dependiente es el logaritmo de la tasa de delincuencia cada 100,000 habitantes y los coeficientes fueron ponderados por población comunal. “Atardecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el atardecer y una hora antes de este con UTC-3. “UTC-3” corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 en presencia de UTC-3 y 0 si no. “Flujo” corresponde a la desviación con respecto a la media nacional de la tasa de accidentes peatonales que ocurrieron durante el período intermedio cada 1,000 habitantes durante todo el período de estudio. Todas las regresiones incluyen control por clima, efecto fijo por día de la semana, efecto fijo por comuna y efecto fijo por año. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartil poblacional y el período de estudio comprende desde 28 días antes del cambio horario hasta 28 días después.

Cuadro 10: Efecto Heterogéneo del Horario de Verano en Delincuencia (2 semanas)

	Atardecer			Amanecer		
	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo
Todos los Delitos	-0.224 (0.148)	0.081 (0.058)	0.157** (0.071)	-0.042 (0.186)	0.019 (0.073)	0.024 (0.087)
Robo con Sorpresa	0.061 (0.09)	-0.062 (0.049)	0.02 (0.053)	-0.006 (0.037)	0.026 (0.024)	-0.043* (0.024)
Hurto	0.037 (0.13)	-0.081 (0.05)	0.180*** (0.061)	0.006 (0.071)	-0.069** (0.032)	0.041 (0.047)
Robo con V. y/o I.	-0.464*** (0.162)	0.072 (0.052)	-0.072** (0.036)	-0.005 (0.072)	-0.003 (0.023)	0.007 (0.034)
Robo de Art. de Veh.	-0.018 (0.101)	-0.055 (0.047)	0.109 (0.074)	0.003 (0.06)	0.003 (0.027)	0.018 (0.042)
Robo de Vehículo	-0.141 (0.086)	0.002 (0.029)	0.099 (0.061)	-0.02 (0.079)	0.048 (0.032)	0.024 (0.035)
Robo Lugar Hab.	-0.225** (0.098)	-0.083 (0.052)	0.131** (0.05)	0.107 (0.072)	-0.001 (0.049)	0.005 (0.053)
Robo Lugar No Hab.	-0.061 (0.061)	0.009 (0.022)	-0.021 (0.023)	0.075 (0.071)	-0.031 (0.031)	0.04 (0.029)
Homicidio	0.009 (0.012)	-0.002 (0.003)	0.003 (0.003)	0.002 (0.007)	0 (0.002)	-0.001 (0.002)
Obs.	11,050	11,050	11,050	11,050	11,050	11,050

Notas: *** p0.01, ** p0.05, * p0.1. Errores estándar robustos entre paréntesis. La variable dependiente es el logaritmo de la tasa de delincuencia cada 100,000 habitantes y los coeficientes fueron ponderados por población comunal. “Atardecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el atardecer y una hora antes de este con UTC-3. “UTC-3” corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 en presencia de UTC-3 y 0 si no. “Flujo” corresponde a la desviación con respecto a la media nacional de la tasa de accidentes peatonales que ocurrieron durante el período intermedio cada 1,000 durante todo el período de estudio. Todas las regresiones incluyen control por clima, efecto fijo por día de la semana, efecto fijo por comuna y efecto fijo por año. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartíl poblacional y el período de estudio comprende desde 14 días antes del cambio horario hasta 14 días.

Cuadro 11: Efecto Heterogéneo del Horario de Verano en Delincuencia (2 semanas)

	Todas Horas			Intermedio		
	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo	UTC-3	Flujo x UTC-3	Flujo
Todos los Delitos	0.053** (0.027)	0.011 (0.01)	0.001 (0.014)	0.050* (0.028)	0.008 (0.01)	-0.002 (0.014)
Robo con Sorpresa	0.059 (0.152)	0.041 (0.05)	-0.06 (0.068)	0.047 (0.149)	0.052 (0.049)	-0.05 (0.066)
Hurto	0.197*** (0.062)	0.029 (0.024)	0.011 (0.032)	0.149** (0.069)	0.035 (0.026)	0.008 (0.038)
Robo con V. y/o I.	0.14 (0.109)	0.004 (0.041)	0.009 (0.055)	0.154 (0.104)	-0.016 (0.043)	0.044 (0.056)
Robo de Art. de Veh.	0.196* (0.118)	-0.045 (0.044)	0.049 (0.058)	0.177 (0.112)	-0.041 (0.042)	0.016 (0.056)
Robo de Vehículo	-0.193* (0.109)	-0.036 (0.058)	0.117* (0.065)	-0.194* (0.115)	-0.038 (0.058)	0.1 (0.07)
Robo Lugar Hab.	-0.202* (0.103)	0.07 (0.045)	0.015 (0.073)	-0.204* (0.107)	0.064 (0.046)	0.017 (0.076)
Robo Lugar No Hab.	0.023 (0.141)	-0.015 (0.049)	-0.08 (0.078)	0.057 (0.147)	-0.009 (0.056)	-0.085 (0.08)
Homicidio	-0.009 (0.048)	0.003 (0.015)	0.018 (0.022)	-0.025 (0.046)	0.005 (0.015)	0.014 (0.02)
Obs.	11,050	11,050	11,050	11,050	11,050	11,050

Notas: *** p0.01, ** p0.05, * p0.1. Errores estándar robustos entre paréntesis. La variable dependiente es el logaritmo de la tasa de delincuencia cada 100,000 habitantes y los coeficientes fueron ponderados por población comunal. “Atardecer” corresponde a los delitos que ocurrieron entre el atardecer y una hora antes de este con UTC-3. “UTC-3” corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 en presencia de UTC-3 y 0 si no. “Flujo” corresponde a la desviación con respecto a la media nacional de la tasa de accidentes peatonales que ocurrieron durante el período intermedio cada 1,000 durante todo el período de estudio. Todas las regresiones incluyen control por clima, efecto fijo por día de la semana, efecto fijo por comuna y efecto fijo por año. La muestra la constituyen solo las comunas que pertenezcan al primer cuartil poblacional y el período de estudio comprende desde 14 días antes del cambio horario hasta 14 días después.

A Apéndice

A.1 Datos

Los datos de panel sobre delincuencia los entregó Carabineros de Chile a través de la Ley de Transparencia y Gobierno Transparente. Se han solicitado las observaciones de denuncia a nivel comunal con la hora aproximada del delito y la fecha. Se cuenta con información desde el comienzo de 2010 hasta el final del 2014 para todas las comunas del país. En el Cuadro A.1 se muestra el número de delitos al año por categoría. Luego, en el Cuadro A.2 se muestra el porcentaje que cada delito representa del total de denuncias anuales. La variable dependiente en este estudio es el logaritmo de la tasa de delincuencia cada cien mil habitantes, agrupados por comuna, fecha, tipo de delito y momento del día.

Para ubicar los delitos en subconjuntos del día según luminosidad, defino como la hora del amanecer el inicio del crepúsculo civil matutino y la hora del atardecer como el fin del crepúsculo civil vespertino, instantes en que termina y comienza la necesidad de alumbrado público. Estas horas fueron calculadas a partir de las instrucciones entregadas por la Dirección General de Aeronáutica Civil usando una coordenada de referencia para cada comuna. Para comprender con mayor claridad como se clasifican los delitos según la hora del día, utilicemos el 10 de febrero de 2017 en la comuna de Santiago a modo de ejemplo. En esa fecha, con huso horario UTC-3, la salida del sol ocurre a las 7:13 y la puesta a las 20:39. A partir de esto, todos los delitos que ocurran entre las 6:13 y las 7:13 son considerados dentro del intervalo “amanecer”. Luego, todos los delitos que sucedan entre las 19:39 y las 20:39 se incluyen en el intervalo “atardecer”. Todo el resto de los crímenes que ocurran fuera de los dos intervalos anteriores son considerados dentro del periodo “intermedio”.

Debido al alto número de comunas en Chile con escasa población, y similar a Doleac y Sanders (2015)[2], considero solo el primer cuartil de las comunas con mayor número de habitantes en Chile, en las que habita la gran mayoría de la población. Debido a que uno de los propósitos de este trabajo es ampliar el estudio a un nivel nacional, es necesario estudiar lo que sucede con la representatividad de las regiones al reducir la muestra. Considerar únicamente el primer cuartil de las comunas con mayor población, podría llevar a que regiones con comunas más pobladas aumenten su representatividad, respecto a otras con menor población. Debido a esto, desde el Cuadro A.3 hasta el Cuadro A.7 se muestra la representatividad por año que tiene cada región en términos de la población total del país, antes y después de considerar únicamente el primer cuartil.

Al considerar todas las comunas del país, la mayor concentración poblacional se produce en la región Metropolitana, entre 40 % y 41 % del total nacional dependiendo del año. La menor poblacional la tiene la XI región con un 1 % del total. Luego de reducir la muestra al primer cuartil de comunas con mayor población, los nuevos porcentaje de representatividad y la variación en comparación con la muestra completa se muestran

en la quinta y sexta columna de cada cuadro respectivamente. Se aprecia que la representación de la región Metropolitana aumenta entre un 11 % y 12 %, mientras que regiones con menor población ven disminuida su participación hasta en un 3 %. Por ejemplo, el año 2010 la región de los Ríos representaba el 2 % de los habitantes de Chile, pero al considerar solo el primer cuartil esta cae a tan solo 1 % del total poblacional de la muestra. Además del aumento de la participación de la región Metropolitana, no se aprecian cambios de gran envergadura con respecto a la representación total del país.

Estas variaciones al reducir la muestra limitan las ventajas de la metodología, ya que la variabilidad se obtiene con la distribución a lo largo del país y una aun mayor concentración de la región Metropolitana puede no capturar el total del país como se quisiera. Consciente de la menor representatividad de las regiones con menor número de habitantes al reducir la muestra, el mayor número de denuncias en las comunas del primer cuartil y sus mayores variaciones, que me permiten una mejor medición del efecto, me lleva a asumir esta pérdida y estudiar los resultados con esto en mente.

Finalmente, la información sobre los accidentes de tránsito que involucren peatones para todo el territorio nacional fue entregada por la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, también a nivel comunal con la hora aproximada del evento. Los datos sobre la población por comuna y año fueron obtenidos a partir de las Proyecciones y Estimaciones de Población publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas. Finalmente, gracias a la Dirección General de Aguas se cuenta con un control por clima, que contiene información sobre las precipitaciones acumuladas y las temperaturas promedio diarias para cada comuna. Para evitar que comunas que no reportan sesgen la estimación, solo considero aquellas comunas en que al menos se haya reportado una denuncia de robo al año.

Cuadro A.1: Ocurrencia de Delitos por Año

Año	2010	2011	2012	2013	2014
Robo con Sorpresa	23,082	24,607	22,038	27,945	32,120
Hurto	44,329	48,873	46,165	45,501	45,783
Robo con V. y/o I.	41,705	46,800	40,938	44,513	50,415
Robo de Art. de Veh.	45,376	50,375	45,628	47,331	47,872
Robo de Vehículo	27,705	31,176	29,686	27,967	29,830
Robo Lugar Hab.	58,449	63,476	61,317	60,574	60,900
Robo Lugar No Hab.	8,271	7,500	6,269	5,419	5,513
Homicidio	408	465	415	410	459
Total	249,325	273,272	252,456	259,660	272,892

Fuente: Carabineros de Chile, Subsecretaría del Delito, Ministerio del Interior, Chile

Cuadro A.2: Porcentaje del Total de Delitos por Año

Año	2010	2011	2012	2013	2014
Robo con Sorpresa	9.3 %	9.0 %	8.7 %	10.8 %	11.8 %
Hurto	17.8 %	17.9 %	18.3 %	17.5 %	16.8 %
Robo con V. y/o I.	16.7 %	17.1 %	16.2 %	17.1 %	18.5 %
Robo de Art. de Veh.	18.2 %	18.4 %	18.1 %	18.2 %	17.5 %
Robo de Vehículo	11.1 %	11.4 %	11.8 %	10.8 %	10.9 %
Robo Lugar Hab.	23.4 %	23.2 %	24.3 %	23.3 %	22.3 %
Robo Lugar No Hab.	3.3 %	2.7 %	2.5 %	2.1 %	2.0 %
Homicidio	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
Total	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %

Fuente: Carabineros de Chile, Subsecretaría del Delito, Ministerio del Interior, Chile

Cuadro A.3: Porcentaje de Población Regional del Total Nacional 2010

Región	2010				
	Población Total	Porcentaje del Total	Población 1er Cuartil	Porcentaje del Total	Diferencia Porcentual
I	297,571	2 %	272,419	2 %	0 %
II	576,262	3 %	511,527	4 %	1 %
III	291,234	2 %	207,502	2 %	0 %
IV	710,780	4 %	513,889	4 %	0 %
V	1,736,603	10 %	1,256,168	10 %	0 %
VI	877,559	5 %	358,334	3 %	-2 %
VII	1,005,291	6 %	451,783	4 %	-2 %
VIII	2,044,483	12 %	1,286,833	10 %	-2 %
IX	957,489	6 %	457,558	4 %	-2 %
X	808,564	5 %	378,529	3 %	-2 %
XI	102,205	1 %	57,292	0 %	0 %
XII	156,840	1 %	126,849	1 %	0 %
Metropolitana	6,887,859	40 %	6,647,038	52 %	11 %
XIV	390,096	2 %	158,807	1 %	-1 %
XV	218,906	1 %	215,348	2 %	0 %
Total	17,061,742	100 %	12,899,876	100 %	

Fuente: Proyecciones y Estimaciones de Población, Instituto Nacional de Estadísticas. Porcentaje del total de la población del país por región, antes y después de considerar únicamente el primer cuartil de comunas según población.

Cuadro A.4: Porcentaje de Población Regional del Total Nacional 2011

Región	2011					
	Población Total	Porcentaje del Total	Población 1er Cuartil	Porcentaje del Total	Diferencia Porcentual	
I	305,138	2 %	279,702	2 %	0 %	
II	585,438	3 %	520,069	4 %	1 %	
III	295,598	2 %	211,156	2 %	0 %	
IV	722,998	4 %	524,886	4 %	0 %	
V	1,754,653	10 %	1,267,740	9 %	-1 %	
VI	886,178	5 %	360,459	3 %	-2 %	
VII	1,013,186	6 %	455,461	4 %	-2 %	
VIII	2,059,171	11 %	1,298,514	10 %	-1 %	
IX	964,096	6 %	463,071	4 %	-2 %	
X	815,756	5 %	383,211	3 %	-2 %	
XI	103,192	1 %	57,976	0 %	0 %	
XII	157,790	1 %	127,608	1 %	0 %	
Metropolitana	6,971,899	41 %	6,726,524	52 %	11 %	
XIV	393,072	2 %	160,663	1 %	-1 %	
XV	222,916	1 %	219,387	2 %	0 %	
Total	17,251,081	100 %	13,056,427	100 %		

Fuente: Proyecciones y Estimaciones de Población, Instituto Nacional de Estadísticas. Porcentaje del total de la población del país por región, antes y después de considerar únicamente el primer cuartil de comunas según población.

Cuadro A.5: Porcentaje de Población Regional del Total Nacional 2012

2012					
Región	Población Total	Porcentaje del Total	Población 1er Cuartil	Porcentaje del Total	Diferencia Porcentual
I	312,965	2 %	287,257	2 %	0 %
II	594,755	3 %	528,753	4 %	1 %
III	299,863	2 %	214,720	2 %	0 %
IV	735,178	4 %	535,914	4 %	0 %
V	1,772,714	10 %	1,279,293	9 %	-1 %
VI	894,409	4 %	362,434	3 %	-1 %
VII	1,020,830	6 %	458,962	4 %	-2 %
VIII	2,073,349	11 %	1,309,848	9 %	-2 %
IX	970,722	6 %	468,620	4 %	-2 %
X	822,299	5 %	387,850	3 %	-2 %
XI	104,130	1 %	58,623	0 %	0 %
XII	158,672	1 %	128,245	1 %	0 %
Metropolitana	7,057,491	41 %	6,807,520	53 %	11 %
XIV	395,924	2 %	162,446	1 %	-1 %
XV	226,993	1 %	223,486	2 %	0 %
Total	17,440,294	100 %	13,213,971	100 %	

Fuente: Proyecciones y Estimaciones de Población, Instituto Nacional de Estadísticas. Porcentaje del total de la población del país por región, antes y después de considerar únicamente el primer cuartil de comunas según población.

Cuadro A.6: Porcentaje de Población Regional del Total Nacional 2013

Región	2013		2013		2013	
	Población Total	Porcentaje del Total	Población 1er Cuartil	Porcentaje del Total	Diferencia Porcentual	
I	320,843	2 %	294,859	2 %	0 %	
II	604,025	4 %	537,375	4 %	1 %	
III	304,035	2 %	165,655	1 %	0 %	
IV	747,250	4 %	546,894	4 %	0 %	
V	1,790,564	10 %	1,290,629	9 %	-1 %	
VI	902,449	4 %	364,343	3 %	-1 %	
VII	1,028,201	6 %	462,204	4 %	-2 %	
VIII	2,086,833	11 %	1,320,842	9 %	-2 %	
IX	977,133	6 %	474,126	3 %	-3 %	
X	828,431	5 %	392,339	3 %	-2 %	
XI	105,059	1 %	59,236	0 %	0 %	
XII	159,568	1 %	128,922	1 %	0 %	
Metropolitana	7,142,893	41 %	6,941,475	53 %	12 %	
XIV	398,707	2 %	164,231	1 %	-1 %	
XV	231,034	1 %	227,553	2 %	0 %	
Total	17,627,025	100 %	13,370,683	100 %		

Fuente: Proyecciones y Estimaciones de Población, Instituto Nacional de Estadísticas. Porcentaje del total de la población del país por región, antes y después de considerar únicamente el primer cuartil de comunas según población.

Cuadro A.7: Porcentaje de Población Regional del Total Nacional 2014

2014					
Región	Población Total	Porcentaje del Total	Población 1er Cuartil	Porcentaje del Total	Diferencia Porcentual
I	328,782	2 %	302,515	2 %	0 %
II	613,328	4 %	546,016	4 %	1 %
III	308,247	2 %	168,946	1 %	0 %
IV	759,228	4 %	557,858	4 %	0 %
V	1,808,300	10 %	1,301,823	9 %	-1 %
VI	910,577	4 %	366,230	3 %	-1 %
VII	1,035,593	6 %	465,367	4 %	-2 %
VIII	2,100,494	11 %	1,331,957	9 %	-2 %
IX	983,499	6 %	479,593	3 %	-3 %
X	834,714	5 %	396,923	3 %	-2 %
XI	106,028	1 %	59,862	0 %	0 %
XII	160,457	1 %	129,555	1 %	0 %
Metropolitana	7,228,581	41 %	7,023,875	53 %	12 %
XIV	401,548	2 %	166,048	1 %	-1 %
XV	235,081	1 %	231,611	2 %	0 %
Total	17,814,457	100 %	13,528,179	100 %	

Fuente: Proyecciones y Estimaciones de Población, Instituto Nacional de Estadísticas. Porcentaje del total de la población del país por región, antes y después de considerar únicamente el primer cuartil de comunas según población.