

## Mejoras en la persecución penal a partir de la introducción de metodologías exploratorias de series de tiempo en el análisis criminal

Alvaro Hermosilla Bustos<sup>1</sup>

Roger Toledo Tapia<sup>2</sup>

Karen Ramirez Castillo

Unidad de Análisis Criminal y Focos Investigativos, Fiscalía Regional de Ñuble, Ministerio Público de Chile.

### Abstract

La presente iniciativa se enmarca en un esfuerzo por mejorar las herramientas de análisis utilizadas para generar las priorizaciones anuales de delitos, con la finalidad de focalizar de mejor forma los recursos de persecución penal de la Unidad de Análisis Criminal y Focos Investigativos (UACFI) de la Región de Ñuble. Es así como se priorizó buscar e incorporar metodologías que permitieran tener una mirada hacia el futuro mediante el estudio del comportamiento pasado de los delitos, para así complementar los indicadores cuantitativos utilizados (tasas de criminalidad y umbrales).

Para conocer el comportamiento de los delitos y tener una visión de futuro, se decidió la incorporación de un procedimiento exploratorio de análisis de series de tiempo. El método elegido está dentro del grupo de métodos de descomposición tendencia-estacional (STL, en inglés) y permite obtener una desagregación de las series de tiempo en tendencia, estacionalidad y residuos. La elección se basó en su facilidad de implementación, su aceptación en la literatura, el bajo nivel de requerimientos previos, su disponibilidad en software libre, que sus resultados no requieren mayores conocimientos previos para su comprensión y que no existían requerimientos de nuevos datos. Adicionalmente, el método elegido permite obtener la estacionalidad del delito, lo cual es útil para contrastar posibles hipótesis al respecto. También la incorporación del conocimiento de la estacionalidad ha permitido comprender mejor la evolución de los ilícitos o fenómenos criminales durante el año y tomar decisiones operativas en función de ello.

En lo principal, la implementación del método seleccionado de desagregación de series de tiempo facilitó la definición de los nudos de criminalidad en la región y las sugerencias anuales de priorización de delitos, mejorando también la focalización de los recursos de análisis.

Se espera que esta iniciativa sea un incentivo para la adopción de este tipo de métodos por otras Unidades de Análisis Criminal del Ministerio Público y se difundan también los resultados a través de la integración comunitaria hacia las instituciones orientadas a la prevención del delito.

**Palabras clave:** tendencia, estacionalidad, STL, descomposición de series, priorización.

### 1. Introducción

Los sistemas regionales de análisis criminal del Ministerio Público anualmente deben priorizar los delitos que concentrarán sus esfuerzos de persecución penal. Para ello, el Fiscal Nacional establece

---

<sup>1</sup> Fiscal Jefe de Unidad de Análisis criminal y Focos Investigativos de Ñuble. Correo electrónico: ahermosilla@minpublico.cl

<sup>2</sup> Analista de Unidad de Análisis criminal y Focos investigativos de Ñuble. Correo electrónico: rtoledot@minpublico.cl

en diciembre de cada año un catálogo de delitos a partir del cual los analistas deben confeccionar un diagnóstico de criminalidad con la finalidad de establecer una sugerencia de priorización, para lo cual se debe considerar información cuantitativa y cualitativa. Los datos cuantitativos provienen esencialmente de la base de datos institucional y los indicadores más usuales para evaluar la evolución de los delitos son las tasas de criminalidad y umbrales.

La experiencia ha mostrado que los delitos tienen comportamientos con diversas particularidades de largo plazo y que los indicadores utilizados solo permiten tener una visión del pasado, pero no anticipan necesariamente lo que podría ocurrir en el corto plazo. Esto es una desventaja importante, ya que la priorización se debiera hacer con una perspectiva de futuro. Adicionalmente, ante un cambio de tendencia de los delitos, esta información no sería incorporada adecuadamente en la sugerencia de priorización. Por último, existen delitos con una alta variabilidad, aspecto que complejiza la visualización de sus tendencias.

En este contexto, es importante considerar que durante el último trimestre de 2019 y los años 2020 y 2021, se han observado importantes cambios en los delitos priorizados, a propósito del estallido social ocurrido en el país y la pandemia por el COVID-19. Por lo mismo, es posible que muchos de los delitos estén experimentando cambios de tendencia actualmente, dado el retorno paulatino a la normalidad. Por ello, resulta fundamental poder contar con herramientas que permitan seguir estos cambios y no solo fiarse de promedios o tasas anuales que pueden esconder información importante para la comprensión del comportamiento delictual. A raíz de lo anterior, se plantea evaluar, luego del término de presente año, la existencia de cambios estructurales en los delitos priorizados, ya que la existencia de éstos puede traer consigo cambios de tendencia o de comportamiento.

Por lo anterior, es esencial que la priorización considere la tendencia de los delitos, ya que esto incide en la focalización de los esfuerzos de persecución penal de la Unidad de Análisis Criminal y Focos Investigativos (UACFI) de la región. Adicionalmente, para la búsqueda de patrones por parte de los analistas es relevante conocer la estacionalidad de los delitos, concepto que hasta ahora solo incorpora a nivel de hipótesis, sin comprobación o determinación de su incidencia. En la medida que se pueda verificar la estacionalidad de un delito, el analista puede focalizar mejor sus esfuerzos de análisis, lo cual puede incidir en la creación de focos investigativos y con ello incidir en la eficacia de la persecución penal. Los conceptos de tendencia y estacionalidad están estrechamente vinculados por lo que es conveniente abordarlos simultáneamente.

Ante esta necesidad de mejora en los procesos de análisis para la elaboración de sugerencias de priorización y de búsqueda de patrones, se ha propuesto la utilización de un método de descomposición para obtener la tendencia y estacionalidad de los delitos. También es importante considerar que la determinación de la tendencia de los delitos puede ayudar a desagregar y entender mejor la variabilidad observada en los datos. Esto resulta particularmente útil en las series con alta variabilidad, ya que en estos casos resulta difícil, por simple observación, intuir el comportamiento tendencial de largo plazo. Por lo mismo, no sería posible sin un método adecuado asumir esta tarea con el fin de mejorar el análisis e introducir mejoras en el proceso de evaluación del comportamiento de los delitos en la región y consecuentemente en la priorización de los éstos.

Adicionalmente, si tenemos la hipótesis de trabajo que los delitos presentan estacionalidad, existe la posibilidad de obtenerla y utilizarla en la búsqueda de patrones o de indicios del actuar de bandas o sujetos prolíficos. En la práctica, el supuesto de estacionalidad es especialmente útil para enfocar los esfuerzos de búsqueda de patrones delictuales en determinadas épocas del año, lo cual además puede ser complementario a análisis basados en la espacialidad de los delitos como, por ejemplo, el uso de mapas de calor.

En resumen, la introducción de un método de descomposición para las series de delitos tiene por objetivo mejorar la toma de decisiones respecto de las sugerencias de priorización y la búsqueda de patrones delictuales, lo cual se espera tenga una repercusión en la eficacia y eficiencia de la focalización de los recursos destinados a la persecución penal pública. También se espera que el traspaso de información sobre la tendencia y estacionalidad de los delitos pueda ser útil para las oficinas de seguridad municipales de la región en su labor de prevención. Algo similar se espera concretar a través de las reuniones del Sistema Táctico de Operación Policial (STOP)<sup>3</sup>, donde se espera poder difundir esta iniciativa y el método empleado.

## **2. Metodología**

El objetivo de esta iniciativa es complementar los indicadores cuantitativos utilizados actualmente para la elaboración de sugerencias de priorización de delitos, con la finalidad de obtener más información del comportamiento de la criminalidad regional y poder proyectar la evolución de los ilícitos. Esto en miras a incorporar la mirada hacia a futuro en la detección de nudos críticos de criminalidad y las sugerencias de priorización de delitos, para focalizar mejor los recursos y la persecución penal pública.

La literatura de análisis de las series de tiempo plantea varios métodos exploratorios capaces de descomponer las series, generalmente en 3 componentes, tendencia, estacionalidad y errores o residuos. Cleveland et al. (1990) propone uno de los métodos más populares para descomponer series de tiempo. Este método ya se encuentra bastante difundido y existe la posibilidad de aplicarlo utilizando una función automatizada en el software estadístico R o RStudio. De esta forma, se obtienen ambos insumos para el análisis (tendencia y estacionalidad) en un solo procedimiento, a un bajo costo de implementación y se facilita su adopción por otras unidades o analistas.

Kleiber y Zeileis (2008) sugieren además el uso de un método de descomposición que utiliza medias móviles para la determinación de la tendencia y el componente estacional se puede determinar mediante una especificación aditiva o multiplicativa. Respecto de esto, Montgomery et al. (2008) indica que las especificaciones aditivas son apropiadas si la magnitud o amplitud de las variaciones estacionales no varían con el nivel de la serie, mientras que una especificación multiplicativa es más adecuada si las fluctuaciones estacionales se incrementan o decrecen con el nivel promedio de los datos.

---

<sup>3</sup> Para más detalles, ver <https://www.seguridadpublica.cl/noticia/presidente-pinera-promulga-ley-que-institucionaliza-el-sistema-tactico-de-operacion-policial-stop/>

Ambos métodos están implementados en R o RStudio en la librería “*tseries*” implementados en las funciones “*stl*” y “*decompose*” respectivamente. Según Kleiber y Zeileis (2008), ambas funciones entregan cualitativamente similares resultados, pero “*stl*” entregaría una curva de tendencia más suavizada. No existiendo diferencias importantes, se plantea utilizar la función “*stl*” para los propósitos planteados.

La función “*stl*” es una aplicación precisa del método propuesto por Cleveland et al (1990). Su aplicación conlleva definir una serie de elementos que permiten al usuario tener el mayor control de la aplicación del algoritmo de descomposición. Sin embargo, en la práctica solo es recomendable indicar si se desea que el componente estacional sea determinado por una media mensual considerando todos los datos disponibles o en base a un número limitado de meses. En el primer caso, se indica *s.window = "periodic"* y en el segundo caso se debe indicar un número impar mayor o igual a 7. La función no tiene una definición por defecto, por lo que debe haber una indicación en este sentido.

Los datos utilizados son extraídos desde la base institucional del Ministerio Público, para luego confeccionar series mensuales en base a la clasificación de delitos, fecha del hecho y comuna. Se utilizó un periodo de análisis de 10 años para la descomposición de las series. Se excluyen los delitos sin continuidad en sus frecuencias mensuales.

### **3. Implementación de la iniciativa**

La búsqueda de métodos para la determinación de la tendencia de los delitos surge de la identificación de falencias del uso exclusivo de tasas de criminalidad y umbrales. Si bien los umbrales contextualizan mejor los resultados del último año en base a un periodo de normalidad, lo que se observa en la práctica es un comportamiento cambiante en el largo plazo y no uno estable. Este último caso sería donde mejores orientaciones entregarían los resultados del cálculo de umbrales, siendo las situaciones más complejas cuando existen bruscos cambios de tendencia, ya que el resultado del umbral pudiera estar indicando una relativa normalidad en el comportamiento delictual y no advertirse nada al respecto.

Además de lo anterior, dada la alta variabilidad en algunos delitos o en ciertos periodos de tiempo, era especialmente complejo visualizar la tendencia y poder proyectar el comportamiento delictual. A raíz de esto, surge la necesidad de incorporar en los diagnósticos de criminalidad algún tipo de análisis que entregara una visión de largo plazo de la evolución de los delitos y permitiera incorporar información relevante para la priorización de éstos y el posterior trabajo de los analistas en la búsqueda de patrones. Esto último en relación con que la determinación de las tendencias permitiría incorporar información útil para orientar el trabajo de análisis durante el año y, con ello, tener un segundo impacto en la focalización de los recursos con el propósito de mejorar la persecución penal.

De la revisión de literatura, se deduce que el estudio de las series de tiempo conlleva la revisión de una serie de situaciones, entre ellas datos atípicos o *outliers*, estacionariedad, estacionalidad, quiebres estructurales, comportamientos cíclicos o periodos de relativa estabilidad con abruptos

cambios de niveles, o combinaciones de algunas de las anteriores. Todas estas particularidades de los datos pueden tener implicancias para los resultados y las conclusiones derivadas del uso de indicadores como las tasas de criminalidad o umbrales. Por lo mismo, siempre es conveniente conducir un análisis exploratorio de los datos de forma complementaria.

En el contexto regional y desde un punto de vista descriptivo, las series de los delitos calificados por el Fiscal Nacional, desde 2018 a la fecha, no han evidenciado datos atípicos o estacionalidad, tampoco comportamientos cíclicos. En el caso de los quiebres estructurales, por la alta variabilidad en algunos periodos y razones metodológicas, se considera conveniente su estudio basado en dos o más test estadísticos. También podría ser recomendable la búsqueda de hipótesis respecto del origen de éstos, en el caso de existir evidencia estadísticamente significativa que sustente la existencia de uno o más quiebres. Por el momento, la iniciativa no abordará este tipo de análisis, ya que son prescindibles para los objetivos de la propuesta. Sin embargo, es necesario indicar que la explicación de los quiebres puede resultar especialmente compleja desde el punto de vista empírico y por el momento no se ha planteado realizar formalmente proyecciones o *forecasting*, por lo que la decisión de abordar este análisis no tiene mayores implicancias.

En el contexto de los delitos de la Región de Ñuble, se considera razonable suponer que las series de delitos tienen tendencia y estacionalidad. En el caso de la estacionalidad, la hipótesis es que los delitos tienen un patrón cíclico durante el año, para lo cual se considera apropiado utilizar datos mensuales con al menos 60 observaciones. Dada la disponibilidad de datos, se utilizan normalmente 10 años. Esto permite tener 10 observaciones para cada mes del año.

Para la extracción de los datos, se utiliza una licencia de *Toad* con la finalidad de realizar consultas a la base de datos a nivel de delitos. Una vez obtenida la base con las variables requeridas, las cuales consideran como mínimo código del delito, mes y año del hecho, y comuna, se confeccionan las series en Excel utilizando una tabla dinámica. Luego, las series son importadas en RStudio, el cual tiene las mismas capacidades que R, pero cuenta con una interfase más amigable, configurable y no requiere de instrucciones para la importación de datos, ya que cuenta con un módulo con diversas opciones y permite previsualizar los datos a importar.

Por regla general, siempre es conveniente realizar estadística descriptiva de los datos, ya sea en Excel o RStudio y verificar el número de observaciones. El procesamiento de los datos parte por la definición de las series como un elemento “*ts*” de la librería “*stats*” e idealmente verificar que la serie fue creada correctamente, ya sea mediante su visualización o la función “*class*”. Para ello, se requiere lo siguiente:

```
rcv<-SERIESDELITOS$RCV (para crear la variable robos con violencia desde la base “seriesdelitos”).
```

```
rcv<-ts(rcv,frequency=12, start=c(2010,1)) (para crear la serie a partir de la variable).
```

```
class(rcv)
```

Al crear una serie, siempre se debe indicar la frecuencia de los datos (mensual, trimestral, anual u otra) y la fecha de inicio de la serie en el formato año, mes. El siguiente paso es la descomposición y la obtención del gráfico si se desea:

```
decom.rcv<-stl(rcv, s.window="periodic")  
plot(decom.rcv, main="RCV")
```

La función “*plot*” es bastante genérica y permite diversas configuraciones, en este caso solo se indica el título del gráfico. Para obtener la descomposición de los datos numéricamente, solo se debe utilizar el nombre del elemento, en este caso “*decom.rcv*”. No se ha identificado un método de exportación de los datos, por lo que la extracción de los resultados es manual a Excel, con la finalidad de elaborar gráficos del mismo tipo en todo el diagnóstico. Las instrucciones mostradas anteriormente se mantienen en un script con la finalidad de agilizar el proceso y poder repetirlo las veces que se desee cuando se agregan periodos.

Los siguientes pasos en la iniciativa son la difusión en instancias internas y externas, con la finalidad de dar a conocer los beneficios de incorporar esta práctica, su utilidad para definir nudos críticos y comprender mejor la evolución de los delitos en el tiempo (tendencia) y durante el año (estacionalidad).

#### **4. Resultados asociados**

La iniciativa ya tiene 3 años aplicándose en la confección de los diagnósticos de criminalidad de la Región de Ñuble, documento en el cual se formaliza la sugerencia de priorización de delitos para el correspondiente año.

En el análisis cuantitativo se analizan las tasas de criminalidad comunales y regionales, lo mismo para los umbrales. En este último caso, se utilizan 5 años para establecer el periodo de comparación. En un mismo capítulo, se analizan los umbrales y las tendencias de los delitos, para luego introducir dicha información en la determinación de los nudos críticos de criminalidad regional. Luego, la sugerencia de priorización se establece considerando los nudos críticos de criminalidad y un indicador de problematicidad que pondera un conjunto de variables normalizadas, provenientes de los análisis cualitativos y cuantitativos.

A partir de los delitos calificados, se realiza un análisis regional para evaluar su relevancia. Esto se debe a que existen delitos que solo registran denuncias en determinados años y esto conlleva en algunos casos un gran salto en los indicadores de tasas y se requiere una evaluación caso a caso. Además, hay series que no registran delitos todos los meses, por lo que es necesario excluir dichos delitos. Por ello, para el diagnóstico 2021 se excluyeron 10 delitos del análisis de tendencia. Entre otros, se excluyeron: asociación ilícita, robos con homicidio, robos con violación, robo con fuerza de cajeros automáticos y robo con retención de víctimas o lesiones graves (ver Tabla 1). Si desagregamos los delitos a nivel comunal, se hace mucho más frecuente esta situación, por lo que se condiciona el análisis.

**Tabla 1: Evolución de los delitos en la Región de Ñuble, según tipo de delito**

<b>Delitos</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Hurtos	4.232	3.911	4.123	4.289	4.164	3.791	3.662	3.592	3.651	2.080
Estafas	556	501	629	714	697	703	678	825	1.100	1.430
Robo en lugar no habitado	1.335	1.438	1.284	1.333	1.473	1.408	1.580	1.649	1.497	1.142
Robo en lugar habitado	1.889	1.880	1.660	1.794	1.880	1.854	1.984	2.045	1.889	1.120
Delitos de la ley de drogas	209	195	223	341	284	381	404	510	728	660
Uso fraudulento de tarjetas	42	106	95	125	312	577	727	999	1.370	618
Robo en bienes nacionales de uso público	1.221	904	870	919	1.031	907	879	756	958	584
Robo con intimidación	290	240	313	334	323	373	387	394	369	305
Robo con violencia	334	268	303	260	291	287	325	294	275	230
Robo por sorpresa	366	336	569	627	641	542	523	493	455	167
Apropiación indebida	428	373	383	358	339	282	324	329	277	166
Robo de vehículo motorizado	195	178	195	222	348	319	232	212	257	166
Abigeato	353	427	401	290	364	368	317	371	252	165
Receptación	355	329	329	394	407	356	391	344	337	125
Delitos de la ley de armas	176	175	150	110	87	101	127	116	145	124
Receptación de vehículo motorizado	-	-	-	-	-	-	-	2	1	46
Falsificación o uso malicioso de doc. privados	87	83	112	132	84	84	67	67	76	37
Apropiación de cables de tendido eléctrico	17	6	4	6	8	53	85	89	56	9
Asociación ilícita	1	7	-	-	1	-	-	-	-	3
Hurto de bienes pertenecientes a redes de suministro público	120	54	22	11	14	5	6	18	10	2
Robo con retención de víctimas o lesiones graves	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Robo con homicidio	-	1	1	3	-	1	1	2	-	1
Receptación cometida por persona jurídica	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
Robo con fuerza de cajeros automáticos	-	-	4	8	2	8	2	-	-	-
Robo con violación	3	1	3	5	-	6	4	2	2	-
Robo o hurto de material de guerra	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total general</b>	<b>12.211</b>	<b>11.413</b>	<b>11.673</b>	<b>12.275</b>	<b>12.750</b>	<b>12.406</b>	<b>12.705</b>	<b>13.109</b>	<b>13.713</b>	<b>9.182</b>

Fuente: Elaboración propia, base de datos extraída del Sistema de Apoyo a Fiscales, enero 2021.

Con la finalidad de tener a la vista las estadísticas básicas de las series exhibidas más adelante, la Tabla 2 muestra los resultados para algunas estadísticas básicas. Entre estos antecedentes, se destaca la desviación estándar, ya que es útil como medida para evaluar los cambios en la variabilidad de los datos en el periodo de análisis.

**Tabla 2: Estadística descriptiva de las series de delitos 2010-2020, Región de Ñuble**

Delitos	RCI <sup>4</sup>	RCV <sup>5</sup>	RLH <sup>6</sup>	RLNH <sup>7</sup>	Estafas	Droga	Armas
N	132	132	132	132	132	132	132
Promedio	26,9	24,3	148,8	115,5	62,4	31,9	11,1
Desviación estándar	8,6	6,2	34,4	25,5	25,5	16,8	5,1
Máximo	56	44	236	177	142	92	31
Mínimo	6	9	54	59	25	5	3

Fuente: Elaboración propia, base de datos extraída de Sistema de Apoyo a Fiscales (SAF), enero 2021.

A nivel regional, al calcular los umbrales considerando como periodo base los años 2015-2019, se obtienen 3 delitos con una variación significativamente sobre lo normal y un delito con una variación leve. Sin embargo, existe un número mayor de delitos con variaciones significativamente bajo lo normal, según se puede observar en la Tabla 3. Esto configura un escenario complejo para establecer priorizaciones desde el punto de vista cuantitativo, ya que la crisis sanitaria producto del COVID-19 ha significado diversas restricciones a la movilidad, particularmente en Chillán, Chillán Viejo y San Carlos, las ciudades más grandes de la región, lo cual ha tenido un impacto en la baja de delitos y posiblemente en la tendencia de éstos. En particular, durante el año 2019 los delitos calificados registraron 13.713 ilícitos en la región, cayendo a 9.182 delitos en 2020, anotando la mayor baja en la última década con un 33%.

**Tabla 3: Análisis de umbral a nivel regional, 2020**

Delito	Umbral
Receptación de vehículo motorizado	50,76
Asociaciones ilícitas	6,26
Estafas	3,55
Delitos de la ley de drogas	1,17
Delitos de la ley de armas	0,39
Robo con homicidio	0,24
Uso fraudulento de tarjetas	-0,44
Receptación cometida por persona jurídica	-0,45
Robo con fuerza de cajeros automáticos	-0,73
Robo con violación	-1,23
Apropiación de cables de tendido eléctrico	-1,51
Hurto de bienes pertenecientes a redes de suministro público	-1,58
Robo de vehículo motorizado	-1,86
Robo con intimidación	-2,31
Robo en bienes nacionales de uso público	-3,16
Abigeato	-3,32
Robo con violencia	-3,47

<sup>4</sup> Robo con intimidación.

<sup>5</sup> Robo con violencia.

<sup>6</sup> Robo en lugar habitado.

<sup>7</sup> Robo en lugar no habitado.

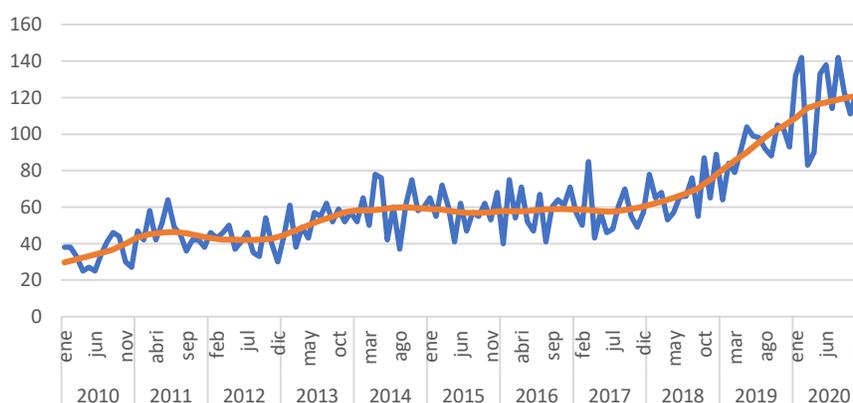
Robo en lugar no habitado	-4,03
Falsificación o uso malicioso de documento privado	-4,54
Apropiación indebida	-5,04
Robo por sorpresa	-5,21
Hurto	-7,33
Receptación	-7,93
Robo en lugar habitado	-10,03
Robo con retención de víctimas o lesiones graves	-

Fuente: Elaboración propia en base a consulta a Sistema de Apoyo a Fiscales (SAF) (enero, 2021).

Tal como se mencionó antes, si bien los delitos de receptación de vehículos motorizados (VM) y las asociaciones ilícitas figuran como delitos con una variación significativamente sobre lo normal, se encuentran excluidos del análisis de tendencias, por que como se deduce de la Tabla 1 no tienen un número suficiente de ilícitos en los últimos 6 o 10 años. Esta es una de las falencias del uso de umbrales.

La aplicación del método de descomposición a las series da como resultado lo que se exhibe en los siguientes gráficos. En primer ejemplo se ve la tendencia de los delitos de estafa, ilícito que muestra un comportamiento al alza a partir de 2018, pero particularmente entre los años 2019 y 2020. Si bien en 2020 la tendencia parece bajar su velocidad al alza, la mayor parte del año las denuncias en este delito se mantuvieron sobre los 100 hechos mensuales. Por lo anterior, se proyectó que en 2021 a lo menos se tendría un nivel similar, lo que daba cuenta de un drástico cambio en solo 3 años, periodo en el cual se duplicó el nivel tendencial de denuncias. Esta proyección hasta la fecha se ha cumplido ya que el promedio de denuncias en los ocho primeros meses del año es de 160 ilícitos por mes<sup>8</sup>. En su momento, esto significó un importante antecedente para la definición del nudo de criminalidad asociado a este delito. Simultáneamente este tipo de información también pudiera prestar otro tipo de utilidad al interior de las fiscalías locales.

**Gráfico 1. Evolución de los delitos de estafas y su línea de tendencia**

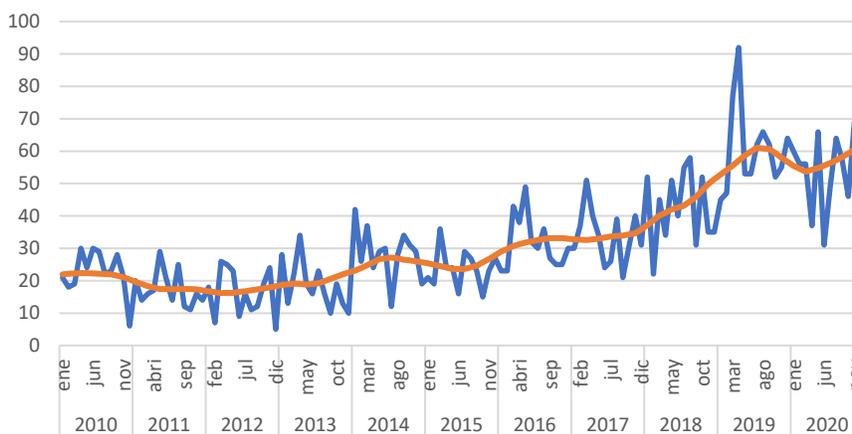


Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sistema de Apoyo a Fiscales (SAF), enero 2021.

<sup>8</sup> Reporte Estadístico N°27, elaborado por UACFI Ñuble. Documento preparado mensualmente para revisar la evolución de los delitos priorizados a nivel regional.

Los delitos establecidos en la ley de drogas, en el caso de la región, agrupan las denuncias por tráfico ilícito de drogas, microtráfico y asociaciones ilícitas de la ley de drogas. Este conjunto de delitos muestra una importante *peak* en abril de 2019 con 92 ilícitos. Por otra parte, es uno de los pocos delitos que exhibe una tendencia al alza durante 2020, al igual que las estafas, pese a que la capital regional estuvo sujeta a cuarentenas y existieron diversas medidas que restringieron los movimientos de personas. A raíz de lo anterior, y teniendo presente que 2021 podría ser un año de transición a una mayor normalidad a raíz de las campañas de vacunaciones que se anunciaron a comienzos de año, se proyectó este delito como un nudo crítico de criminalidad.

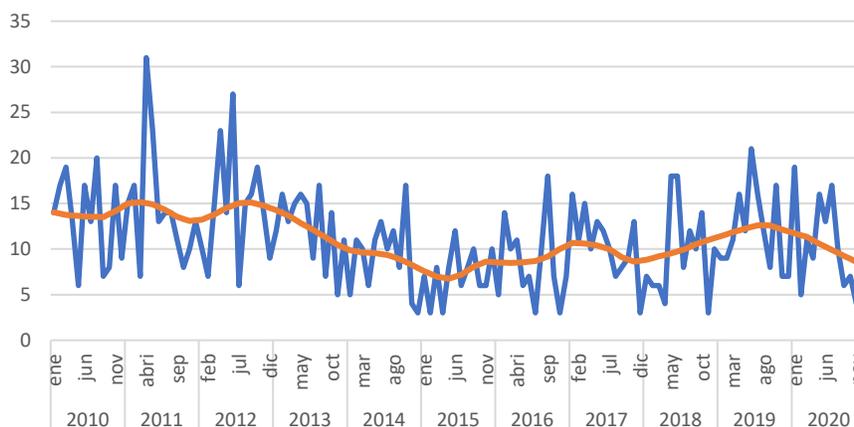
**Gráfico 2: Evolución de los delitos de la ley de drogas y su línea de tendencia**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sistema de Apoyo a Fiscales (SAF), enero 2021.

En el caso del conjunto de delitos establecidos en la ley de armas, para el caso de la región, estos agrupan esencialmente los delitos de porte y tenencia de armas de fuego y/o munición. Como se puede observar en el Gráfico 3, la serie muestra importantes quiebres los primeros años, luego una tendencia a la baja, estabilizándose con oscilaciones y posteriormente con una leve alza en la primera mitad de 2019, para después revertir la tendencia a la baja, hasta alcanzar niveles levemente superiores a los mostrados en 2015, pero sin mostrar signos de recuperación. A juzgar por esta información, este conjunto de delitos no reviste un nudo crítico de criminalidad, pero se debe tener presente que los delitos de armas dependen del esfuerzo policial desplegado en diversos operativos o investigaciones, las que dan lugar a las incautaciones de armas con la consiguiente constatación del delito. La priorización de este delito se derivó del uso de armas en delitos violentos, situación advertida durante la pandemia, lo cual se sumó al número de armas irregulares de la región producto del fallecimiento de su propietario.

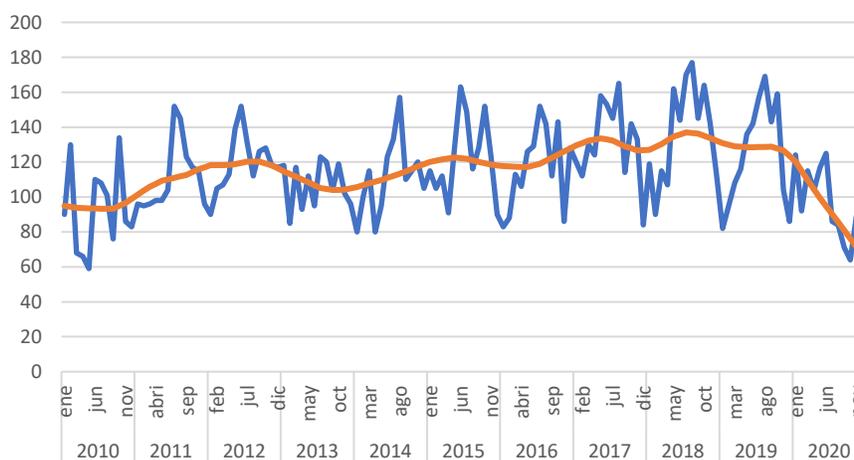
**Gráfico 3: Evolución de los delitos de la ley de armas y su línea de tendencia**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sistema de Apoyo a Fiscales (SAF), enero 2021.

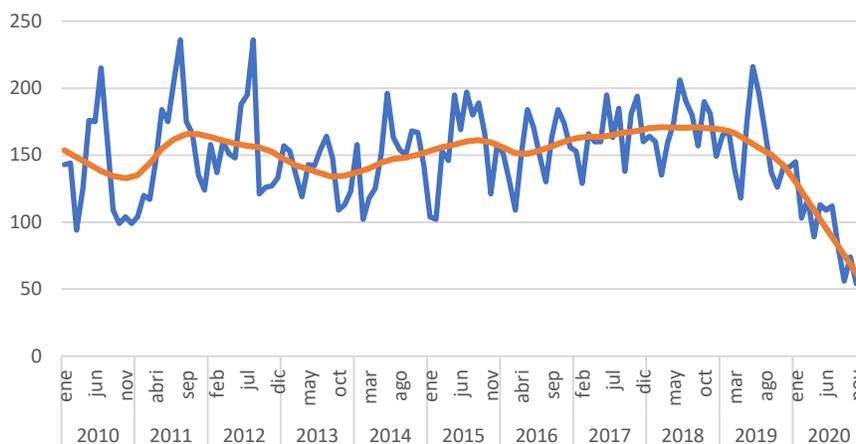
Si se evalúan los delitos contra la propiedad, en el periodo previo a la pandemia y el estallido social, los delitos que caracterizan la criminalidad regional son los robos en lugar no habitado (RLNH) y robos en lugar habitado (RLH). En el caso de los RLNH, la tendencia observada mostraba un comportamiento oscilante, pero creciente desde 2013 hasta 2018, con un fuerte cambio a la baja en 2020. Esta situación se ha asociado principalmente a un efecto de la crisis sanitaria del COVID-19, mismo caso de los RLH, ya que ambos delitos exhiben un valor tendencial en su nivel más bajo en la última década. Pese a esto, al no mostrar signos de estar revirtiéndose la tendencia y no existir claridad del retorno a la normalidad, en la fecha de confección del diagnóstico se proyectó que estos delitos mantendrían la tendencia a la baja, posiblemente la mayor parte del año.

**Gráfico 4: Evolución de los delitos de RLNH y su línea de tendencia**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sistema de Apoyo a Fiscales (SAF), enero 2021.

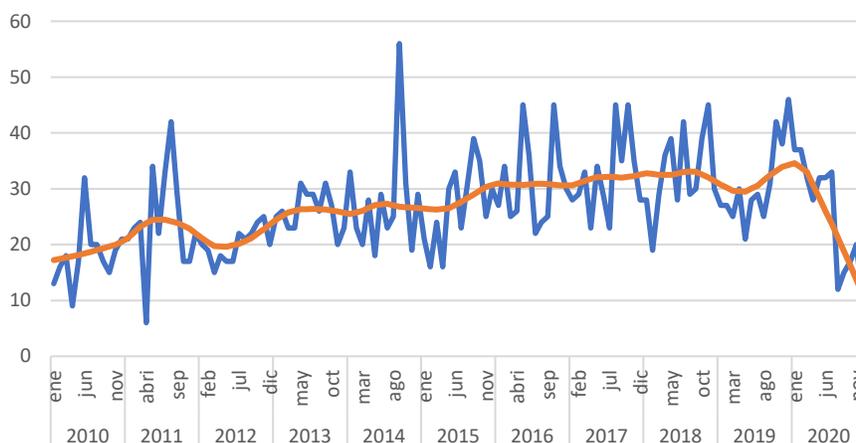
**Gráfico 5: Evolución de los delitos de RLH y su línea de tendencia**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sistema de Apoyo a Fiscales (SAF), enero 2021.

De forma similar a los delitos anteriores, en el caso de los robos con intimidación (RCI) y robos con violencia (RCV), ambos exhiben una marcada tendencia a la baja durante 2020, cayendo el nivel tendencial a menos de la mitad y sin mostrar signos de cambio de tendencia. La interpretación del equipo de analistas fue que este comportamiento de la tendencia en 2020 está estrechamente ligado a la pandemia y que es muy probable se mantenga mientras duren las medidas más restrictivas a la movilidad, es decir, toque de queda antes de las 23:00 o 24:00 horas y las ciudades de Chillán, Chillán Viejo y San Carlos en etapas 1 o 2 del Plan Paso a Paso<sup>9</sup>. Como se mantuvieron estas medidas en el primer semestre, se ha cumplido que los RCI y RCV registran una baja del 46,0% y 38,3% en los primeros ocho meses del año.

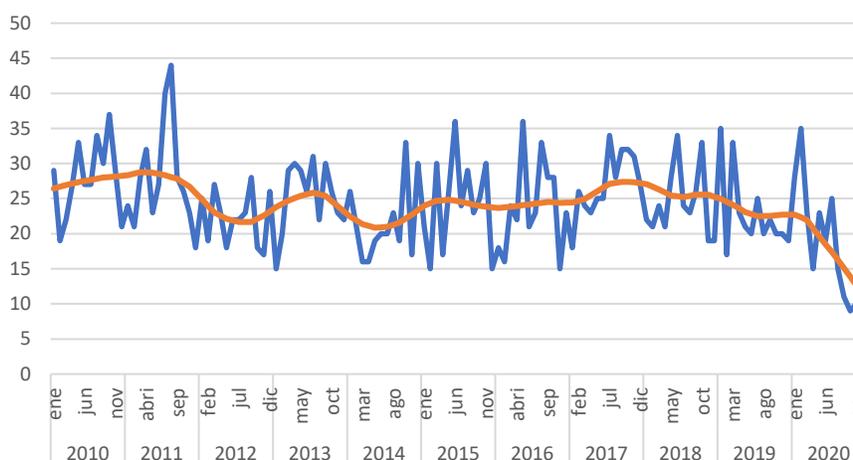
**Gráfico 6: Evolución de los delitos de RCI y su línea de tendencia**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sistema de Apoyo a Fiscales (SAF), enero 2021.

<sup>9</sup> Para más detalles, ver <https://www.gob.cl/coronavirus/pasoapaso/>

**Gráfico 7: Evolución de los delitos de RCV y su línea de tendencia**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sistema de Apoyo a Fiscales (SAF), enero 2021.

En los delitos de RLH, RLNH, RCI y RCV, se evidencia en gran parte del periodo de análisis que la variabilidad de los datos hace complejo definir una línea de tendencia, de ahí la utilidad de incorporar un método apropiado para ello.

También se plantea la pregunta de qué tan importante es la estacionalidad de estos delitos. Si bien el fuerte cambio de tendencia de 2020 puede tener un impacto en la estimación de este componente, es relevante su consideración para el trabajo de análisis más específico, particularmente en la búsqueda de patrones, ya que es un importante antecedente para orientar la búsqueda de ilícitos asociados al actuar de bandas. También es útil para verificar hipótesis de estacionalidad, particularmente en el caso de delitos con fuertes cambios durante el año, por ejemplo, abigeato o robos en lugares con fuerte presencia de segundas viviendas o cabañas.

## 5. Discusión e implicancias finales

Desde hace algunas décadas, existen numerosos artículos científicos que plantean discusiones sobre distintos fenómenos criminales en base a modelos estadísticos con datos organizados temporalmente como series de tiempo. Una de las más antiguas discusiones en este sentido tiene relación con los efectos que tendría el desempleo o el ciclo económico en las tasas de criminalidad o el delito. Para este tipo de discusiones y otras similares, se han utilizado diversas metodologías de análisis de series de tiempo con la finalidad de comprender las relaciones entre las distintas variables de interés. En una línea complementaria, con los desarrollos tecnológicos, ha surgido un gran interés por los análisis exploratorios y el *data mining* como herramientas para la detección y la realización de proyecciones del comportamiento criminal (Borowik et al., 2018).

La necesidad por realizar análisis exploratorios y proyecciones de los datos criminales se vincula con la mirada de mediano y largo plazo, la planificación y el monitoreo de los distintos fenómenos criminales o delitos. Para esto, la literatura propone diversas metodologías con diversos niveles de dificultad. Este fue uno de los aspectos considerados por la iniciativa, en conjunto con una amigable

implementación en software y la posibilidad de automatizar las rutinas en alguna aplicación interna, algo que ya está siendo abordado, con la finalidad de facilitar su uso y alcanzar el mayor número de usuarios. Para potenciales usuarios externos siempre está disponible la opción de utilizar software libre como R.

Esta iniciativa buscó que los análisis exploratorios permitieran complementar los análisis cuantitativos utilizados en los diagnósticos de criminalidad regional, los cuales incorporaban tasas de criminalidad y umbrales, adoleciendo de una mirada hacia el futuro en la búsqueda de comprender del comportamiento delictual. Además, en el desarrollo de la iniciativa se pudo observar la importancia de seguir abordando nuevos desafíos en el estudio de las series de tiempo. Particularmente, para incorporar posibles particularidades que puedan contener los datos, como por ejemplo, datos atípicos o *outliers*, estacionariedad, estacionalidad, quiebres estructurales, comportamientos con ciclos o periodos de relativa estabilidad con cambios de niveles o combinaciones de algunas de las situaciones mencionadas, las cuales pudieran tener implicancias para los indicadores utilizados, la identificación de nudos de criminalidad y/o las sugerencias de priorización.

La priorización de los delitos calificados es una etapa crítica para los Sistemas Regionales de Análisis Criminal y Focos Investigativos del Ministerio Público, ya que de ella depende la focalización de los esfuerzos de persecución. Por ello, resulta de interés para los analistas poder contar con las herramientas adecuadas para generar propuestas de priorización que sean adecuadas a la realidad regional. En este contexto, es muy probable que un set de herramientas de diversa naturaleza produzca los mejores resultados.

En la práctica, la incorporación de la tendencia del delito como un indicador adicional ha implicado que se puedan complementar los análisis más tradicionales, que el equipo de analistas pueda incorporar información adicional a la identificación de los nudos críticos de criminalidad y planificar acciones de coordinación con las policías. Complementariamente, la utilización de la estacionalidad permitió una mejor focalización de los esfuerzos en la búsqueda de patrones o *modus operandi*. En el caso de la definición de los nudos críticos de criminalidad, la tendencia permite contrastar la percepción de los vecinos y autoridades, recogida a través de encuestas o asistencia a actividades guiadas, en torno a la evolución de los delitos. Respecto de la planificación del trabajo con las policías, el conocimiento adquirido a partir de las tendencias ha permitido buscar anticipadamente equipos policiales en unidades BICRIM, BRIDEC y BRIANCO de la Policía de Investigaciones. También en OS7 de Carabineros de Chile. Lo anterior, ya que se obtuvo el conocimiento de un alza en los delitos violentos con el uso de armas, lo cual dio lugar a una investigación dirigida a la tenencia irregular de armas con BRICRIM de Chillán. También a partir de la tendencia de los delitos de la ley de drogas (Ley N°20.000), se iniciaron distintas investigaciones con OS7 y BRIANCO. Además, con BRIDEC se ha trabajado en la conformación de un grupo de funcionarios para la investigación de delitos de estafa, ya que este ilícito ha tenido un comportamiento sostenido al alza en los últimos años y a partir de 2020 es un delito calificado, es decir, es posible que las regiones lo prioricen.

El trabajo en esta iniciativa ha permitido observar lo importante que resulta que las instituciones vinculadas a la prevención incorporen metodologías para la determinación de tendencias y

estacionalidad, ya que esto podría tener un impacto en las planificaciones de mediano plazo. Misma situación para la estacionalidad, ya que cuando implica mayores fluctuaciones en el delito puede ayudar a tomar mejores decisiones. En este caso, ha sido útil para no abrir extemporáneamente una investigación y para la búsqueda de patrones y nuevos modus operandi, como también para orientar las actividades en los focos investigativos. Por ejemplo, en la Región de Ñuble se determinó en 2019 que, al comienzo de esta iniciativa, el abigeato en ese momento tenía una estacionalidad marcada en agosto y septiembre, luego en noviembre y diciembre. Además, que este fenómeno solo se concentraba en 3 comunas. Con esta información, se programaron las actividades de prevención, la participación en distintas instancias con la Gobernación de Punilla, Carabineros de Chile, el Servicio Agrícola y Ganadero y la comunidad de las comunas identificadas. También fue útil para la planificación del monitoreo del delito y el trabajo coordinado con la SIP de abigeato de la 1ra Comisaría de San Carlos. La coordinación de las instituciones y las campañas de prevención tuvieron un impacto en el delito, profundizando una tendencia a la baja hasta el cual ratificó la tendencia iniciada en 2018 y la mantuvo durante 2020.

En el caso de la estacionalidad, es importante considerar que cuando es obtenida como un patrón regular, es conveniente considerar que muestre algunas variaciones año a año. También es bueno considerar la magnitud de las fluctuaciones de la estacionalidad, en relación con el promedio de delitos u otra medida similar, con la finalidad de contextualizar la magnitud de esas variaciones. Lo mismo con la concentración de puntos altos o *peak* en determinados meses.

Todos los impactos asociados a la iniciativa han resultado en un mejor desempeño y focalización de recursos, pero no existe una medida objetiva de esta mejora, ya que no existe la posibilidad de tener un grupo de control o algo similar, que pueda permitir una evaluación de impacto. Por otra parte, por la multiplicidad de impactos, resultaría complejo la medición, ya que implicaría definir múltiples variables objetivo, incrementando la complejidad no solo por la medición de diversos impactos directos, sino que también los cruzados.

Esta iniciativa se ha pensado en el contexto de la incorporación de herramientas automatizadas con la finalidad de facilitar su uso. En el mediano plazo se espera que estén incorporadas dentro de un desarrollo interno que ya existe, a fin de hacer más eficiente el proceso y facilitar la difusión de los análisis desarrollados a otras instituciones afines con la prevención, municipios u oficinas de seguridad pública municipales. El principal canal para ello serán los Consejos de Seguridad Comunales.

## Referencias

Borowik, G., Wawrzyniak, Z., y Cichosz, P. (2018). *Time series analysis for crime forecasting*. University of Technology Sydney, Australia.

Cleveland, R., Cleveland, W., McRae, J., y Terpenning, I. (1990). STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics*, 6(1), 3-33.

Kleiber, C., y Zeileis, A. (2008). *Applied Econometrics with R*. Springer.

Montgomery, D., Jennings, C., y Kulahci, M. (2008). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. Wiley.