

PLATAFORMA GESITRAN: DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL GRAN CONCEPCIÓN

Patricio Vera, Plataforma Gesitran, Universidad de Concepción patvera@udec.cl
Carolina Rojas*, Departamento de Geografía, Universidad de Concepción crojasq@udec.cl
Mónica Woywood, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción
mwoywood@udec.cl
Marcela Martínez, Plataforma Gesitran, Universidad de Concepción mamartinezb@udec.cl

*autor por correspondencia

RESUMEN

Los accidentes de tránsito representan considerables costos que repercuten en el desarrollo de las ciudades, ya que involucran la movilización de recursos económicos y humanos para atender sus consecuencias. Este trabajo tiene por objetivo abordar la distribución espacial de los accidentes de tránsito en el Gran Concepción en el período 2009-2011, utilizando las funcionalidades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). El análisis temporal permitió identificar los períodos, días y meses de mayor ocurrencia de siniestros según severidad, mientras que el análisis de la concentración usando el método de densidad de *kernel*, permitió observar los puntos críticos de accidentabilidad asociados a vías estructurantes y centros urbanos. El estudio del comportamiento espacio-temporal de los accidentes de tránsito es fundamental para gestionar y elaborar medidas de prevención a nivel territorial.

Palabras claves: accidentes, tránsito, sistemas de información geográfica, plataforma de datos

ABSTRACT

Traffic accidents are costs affecting the development of cities, involving financial and human resources to address their consequences. The aim of this paper is to study the spatial distribution of traffic accidents in the Great Concepcion area in the period 2009-2011, using the capabilities of Geographic Information Systems (GIS). The temporal analysis identified periods, days and months of highest occurrence of accidents according to severity, whereas the spatial concentration analysis, using the kernel density method, allowed identifying critical points of accidents related to main roads and urban centres. The study of the spatial-temporal behaviour of traffic accidents is essential to manage and propose prevention measures in the territory.

Keywords: accidents, transit, geographic information systems, data platform

RESUMEN EXTENDIDO

1. INTRODUCCIÓN

El aumento del parque automotriz es un factor que ha repercutido en los recientes cambios de los patrones de movilidad, provocando diversos problemas de flujo vehicular, congestión y un aumento considerable de siniestros de tránsito. Rizzi (2001) plantea que los accidentes de tránsito

son las externalidades más desafortunadas generadas por los sistemas de transporte, un número importante de estos son de carácter inevitable y constituyen parte del riesgo inherente a toda actividad humana, aunque si bien el accidente es algo que ocurre por casualidad o fortuitamente (Glizer, 1993) requiere de una gestión y prevención para las cuales el conocimiento de su localización geográfica puede ser de utilidad.

Los accidentes de tránsito se han convertido en un fenómeno recurrente en los espacios más urbanizados con mayor parque automotriz, involucrando la movilización de recursos económicos y humanos para atender las consecuencias, según la Organización Mundial de la Salud cuestan a los gobiernos entre el 1 y 3% del Producto nacional bruto (OMS, 2004). En este sentido en Chile según datos de la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET), cada año mueren más de 1500 personas y otras 50.000 resultan heridas por esta causa, además es la primera causa de muerte en niños de 0 a 6 años y en adultos de entre 20 y 44 años, y la segunda entre los jóvenes de 15 a 29 años (CONASET, Evolución de Siniestros de Tránsito 1972 - 2012). De acuerdo a estas estadísticas el 10% de un total de 62.834 accidentes a nivel nacional se producen en la región del Biobío y el 14% se concentra en el gran Concepción, una de las zonas más urbanizadas del país y con un parque automotriz en aumento.

Desde un enfoque espacial los accidentes de tránsito son consecuencia de una compleja red de relaciones presentes en el espacio geográfico, resultado del movimiento o traslado de personas y vehículos en un espacio y tiempo determinado (Chías, 1997; Luna, 1997). Desde esta visión se resalta la importancia de conocer dónde y cuándo se producen los accidentes, así como su tipología y distribución. Entonces la motivación principal de esta investigación es conocer dónde se localizan estos accidentes para realizar un análisis de la distribución espacial de los accidentes de tránsito en el Gran Concepción, identificando la concentración de más de 6.000 eventos entre el periodo 2009 a 2011.

2. AREA DE ESTUDIO

El Gran Concepción es una conurbación localizada en el área centro sur de Chile en la Región del Biobío, compuesta por diez comunas (Concepción, Talcahuano, Hualpén, Chiguayante, Hualqui, San Pedro de la Paz, Coronel, Lota, Penco y Tomé) con una población cercana a un millón de habitantes. El Gran Concepción concentró cerca del 50% de los accidentes ocurridos en la región del Biobío entre los años 2009 y 2011, siendo la tercera región con más accidentes en el país y la segunda con más fallecidos.

Las principales rutas de acceso son las siguientes:

- Ruta 160 (acceso Sur al Gran Concepción): vía bidireccional de una sola pista, con tercera pista en zonas de curvas, es el principal medio de acceso del tránsito originado en la provincia de Arauco con destino hacia el Gran Concepción. Esa carretera presenta un alto grado de accidentabilidad y tiempos de viaje por congestión.
- Ruta 152 (acceso Norte al Gran Concepción): carretera de doble calzada con una longitud de 75 km. desde la Ruta 5 al enlace de la Ruta 150 Concepción – Penco. Permite una rápida conectividad con las comunas de la provincia de Ñuble y facilita la conexión con las regiones al Norte del Biobío.

- Ruta 0-50 Concepción – Cabrero: vía de carácter productivo utilizada principalmente por camiones de alto tonelaje que transportan madera y celulosa hacia los puertos del litoral, permitiendo una mayor conectividad con los territorios al Sur del Biobío.
- Ruta de la madera: vía de conexión del Gran Concepción con las comunas de Nacimiento y Santa Juana, beneficiando los flujos provenientes desde las regiones del Sur, a través de una vía que se extiende desde Coihue hasta Villa Tijeral hacia Mininco, en la Región de la Araucanía.

Respecto al crecimiento del parque automotriz en el Gran Concepción, entre los años 2009 y 2010 se observa un incremento de un 8,5% equivalentes a 13.575 vehículos; y un 11,8% equivalente a 20.528 vehículos entre el año 2010 y el 2011 (CONASET, 2012). La comuna de Hualpén fue el municipio que más aumentó su motorización entre el 2009 y 2011 con 8.874, seguida por San Pedro de la Paz con 7.569 vehículos, mientras que las comunas de Concepción, Tomé y Lota fueron las que presentaron las menores alzas con 592, 1.361 y 1.394 vehículos.

3. METODOLOGIA

Para comprender la distribución espacial de los accidentes de tránsito en el Gran Concepción en el periodo 2009-2011 se utilizan las ventajas de los sistemas de información geográfica (SIG), los cuales proporcionan las herramientas apropiadas para analizar los accidentes de tránsito y mapear los lugares más peligrosos (Gundogdu, 2010).

En primer lugar se georreferenciaron 7.710 de los 9.108 accidentes de tránsito del Gran Concepción registrados por Carabineros de Chile en los años 2009, 2010 y 2011, mediante trabajo en terreno y apoyo de GPS (*global position system*). La localización de los puntos se concentró principalmente en intersecciones de calles representando el 85% de los datos, el 15% restante corresponde a información incompleta o direcciones inexistentes (Figura 1).

A partir de la generación de la base de datos georreferenciada de los accidentes del Gran Concepción, se calculó el Índice de Severidad, que corresponde a la relación entre el número de fallecidos y número de accidentes por cada 100 accidentes, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de severidad} = \frac{\text{Número de fallecidos}}{\text{Número de accidentes}} \cdot 100 \text{ accidentes}, \quad (1)$$

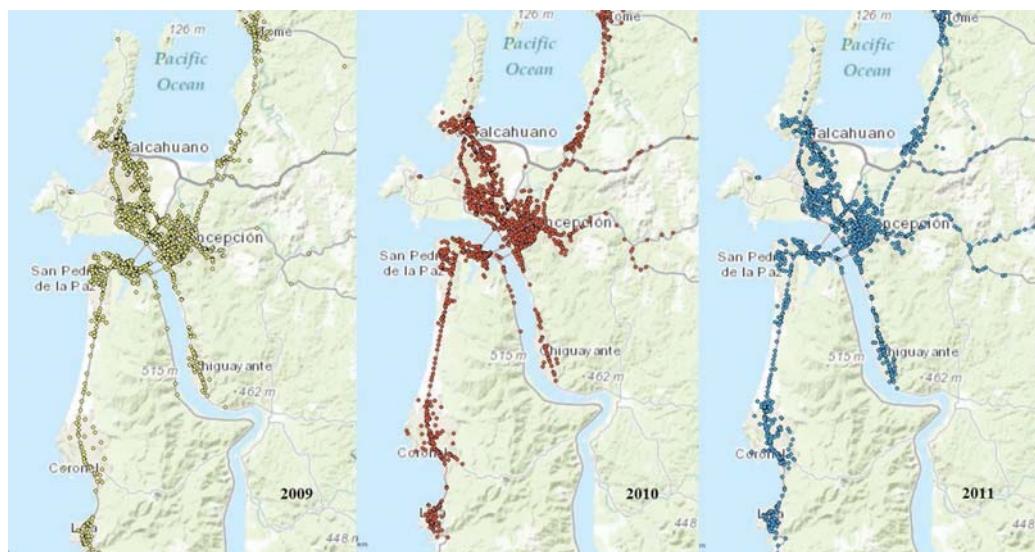
Posterior a la georreferenciación y obtención del índice de severidad se aplica el método de análisis de densidad *kernel*, el cual ha demostrado resultados útiles en la medición de *hotspots* de accidentes alrededor de redes de transporte (Ye *et al.*, 2014). Este método permite espacializar una determinada concentración de puntos por kilómetro cuadrado mediante una serie de parámetros como 150 metros de tamaño de celda (*pixel*) y un ancho de banda de 400 metros. La densidad de *kernel* se basa en el *kernel* cuadrático, cuya expresión se muestra en la ecuación 2.

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad \text{con } \left(\frac{x-h_i}{h}\right) \leq 1 \quad \text{y} \quad K = \frac{3}{\pi} \left(1 - \left(\frac{x-h_i}{h}\right)^2\right)^2 \quad (2)$$

Donde, x es el punto en el cual se trata de estimar la densidad, h es el valor de la variable, h es la anchura de la ventana o parámetro de suavizado y K es el tipo de *kernel*, el cual determina la forma de elevación de la curva.

Para este propósito se utiliza el software *ArcGIS 10.1*, a través de la extensión *Spatial Analyst*, que posibilita la utilización de una función cuadrática de *kernel*, ajustando una superficie curva uniforme sobre cada punto. El valor de superficie es más alto en la ubicación del punto y disminuye a medida que aumenta la distancia desde el punto y alcanza cero en la distancia radio de búsqueda desde el punto.

Figura 1: Localización de accidentes de tránsito 2009-2010-2011

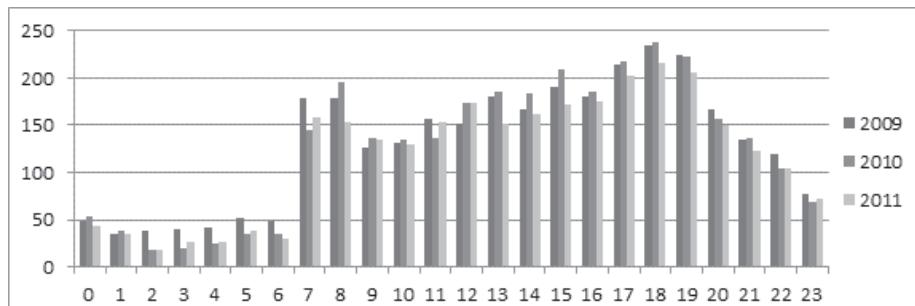


Fuente: www.gesitranbiobio.cl

4. RESULTADOS

4.1. Temporalidad y espacialidad

Al analizar la ocurrencia de accidentes según horario del día en el Gran Concepción (Figura 2), se observa un patrón homogéneo con baja presencia durante las primeras horas de la madrugada (00:00 - 06:59), en que los viajes al sistema de actividades cesan, y donde la cantidad de accidentes se encuentra muy por debajo del promedio (50). Los períodos de mayor accidentabilidad corresponden a la punta mañana (07:00-09:00) y punta tarde (17:00-20:00). Sin embargo, los intervalos horarios que arrojaron la mayor siniestralidad corresponden a las 17:00, 18:00 y 19:00 horas, todos ellos superando los 200 accidentes.

Figura 2: Accidentes según hora 2009-2011

Fuente: Elaboración propia

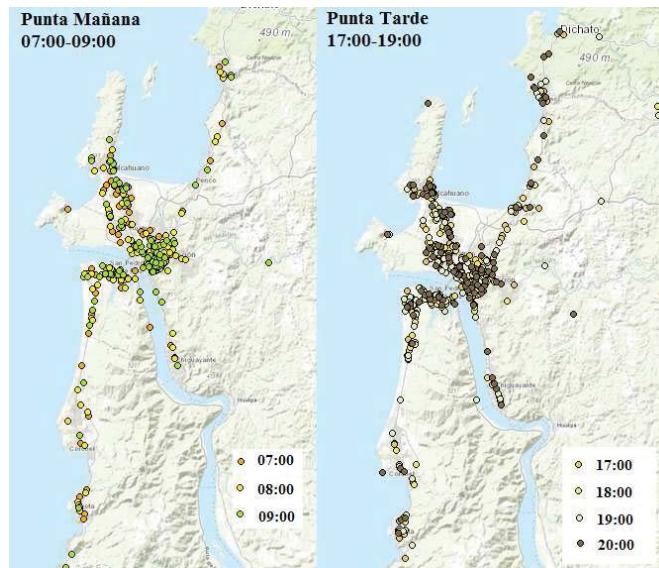
La Figura 3 muestra la distribución espacial de los accidentes en los períodos del día con mayor presencia (punta mañana y punta tarde). En términos generales, durante la punta mañana se identifica una accidentabilidad mortal en las vías rápidas, concentrándose en la Ruta 160 entre San Pedro de la Paz y Coronel, eje 21 de Mayo en Concepción, Ruta 152 (Autopista del Itata) y Ruta 148 (Camino a Bulnes). A partir de las 17:00 horas, se genera una concentración de fallecidos principalmente en el centro de Concepción, Ruta 160, Av. Manuel Rodríguez en Chiguayante, Autopista Concepción-Cabrero y Autopista 150 (Concepción-Penco).

Respecto a los accidentes con causa de víctimas fatales destaca el período de 07:00 a 07:59 con la mayor cifra (sobre los 5 fallecidos). El análisis espacial según horario del día permitió identificar que existen intervalos horarios con mayor y menor ocurrencia. El índice de severidad (Figura 4) muestra sus picos más altos en la madrugada, lo que se debe principalmente al bajo número de accidentes, pero con una alta mortalidad.

Al analizar el día de la semana, la figura 5 muestra que en el período 2009-2011 que el día viernes concentró la mayoría de los accidentes (1400), seguido por el día sábado (1380). El día domingo concentró 1000 accidentes, siendo el día de la semana con la siniestralidad más baja. El índice de severidad (Figura 6) presentó sus valores más altos los días jueves, sábados y domingos, siendo el último un caso excepcional, dado que aun teniendo una baja accidentabilidad presentó una alta mortalidad (índice promedio de 3,4).

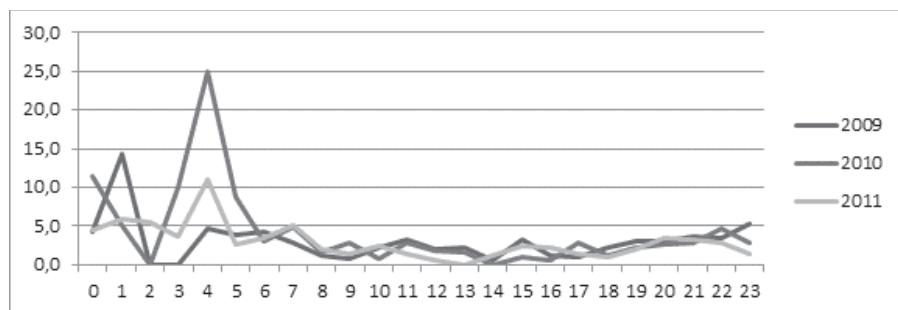
La Figura 7 muestra la distribución espacial de los accidentes de tránsito en los días de mayor ocurrencia (viernes y sábado). El análisis según tamaño de accidente en ambos casos arrojó que el mayor número de accidentes se localiza en las vías de acceso al centro urbano de Concepción (norte y sur), correspondientes a Ruta 160, Pedro Aguirre Cerda, 21 de Mayo, Ruta 154 (Autopista Concepción-Talcahuano) y Ruta 150.

Figura 3: Localización de accidentes en período punta mañana y punta tarde, 2009-2011



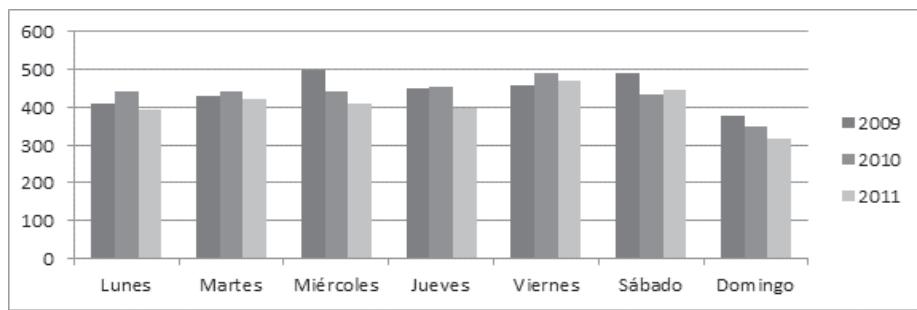
Fuente: www.gesitranbiobio.cl

Figura 4: Índice Severidad por hora 2009 - 2011

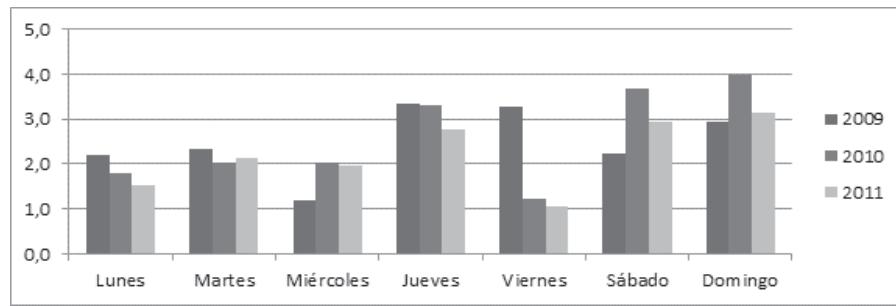


Fuente: Elaboración propia

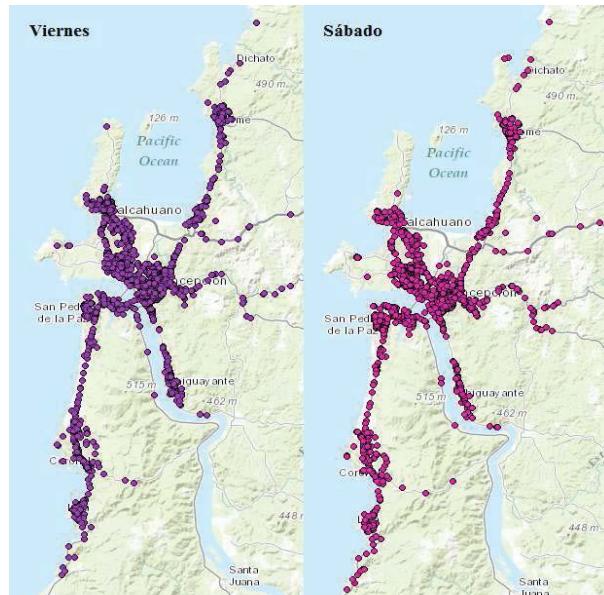
Figura 5: Accidentes según día de la semana, 2009 - 2011



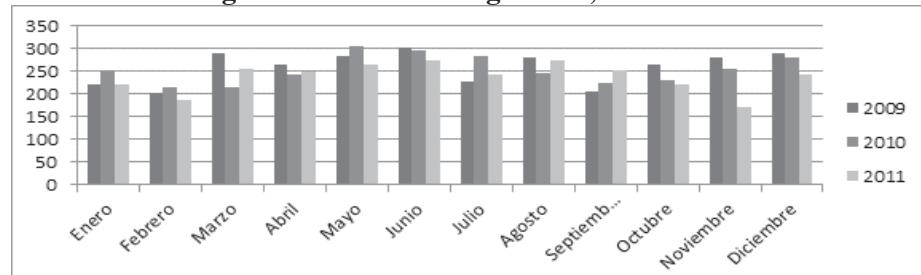
Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Índice Severidad según día de la semana, 2009 - 2011

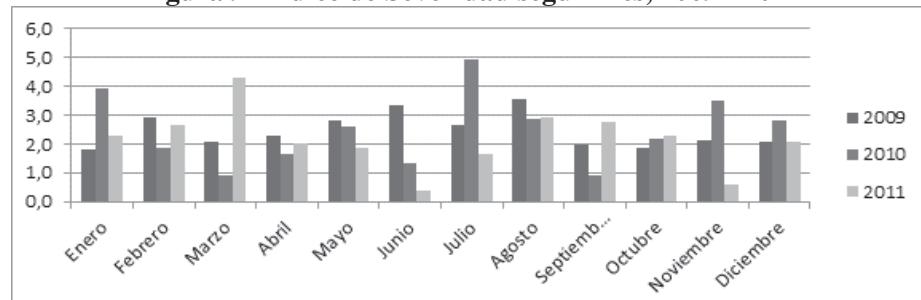
Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Localización de accidentes días viernes y sábado, 2009-2011Fuente: www.gesitranbiobio.cl

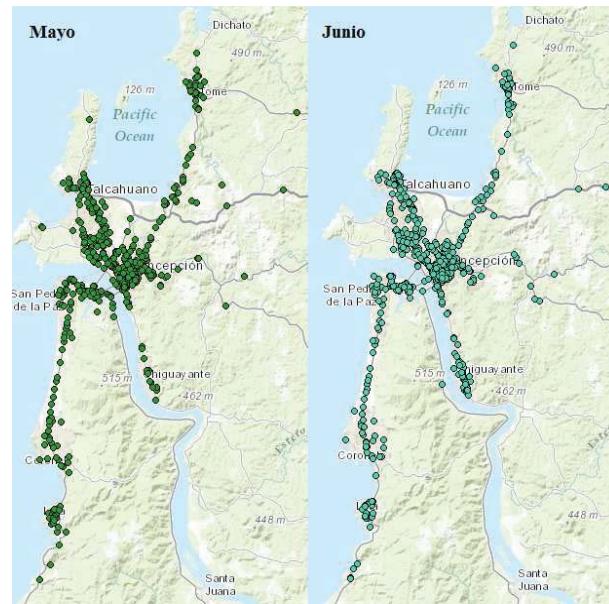
En relación a los meses con mayor ocurrencia de accidentes (Figura 8), destacan mayo y junio, con 854 y 873 respectivamente, mientras que febrero se muestra como el mes con menor cantidad de accidentes registrados (600). Respecto a las fatalidades, se identifica una mayor concentración en los meses de julio y agosto, con 22 y 25 fallecidos respectivamente. El índice de severidad (Figura 9), no grafica una mayor variabilidad, sin embargo se observa un leve incremento a nivel global entre los meses de julio y agosto, e índices más bajos entre los meses de febrero, abril y octubre.

Figura 8: Accidentes según mes, 2009 - 2011

Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Índice de Severidad según mes, 2009 - 2011

Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Localización de accidentes meses de mayo y junio, 2009-2011Fuente: www.gesitranbiobio.cl

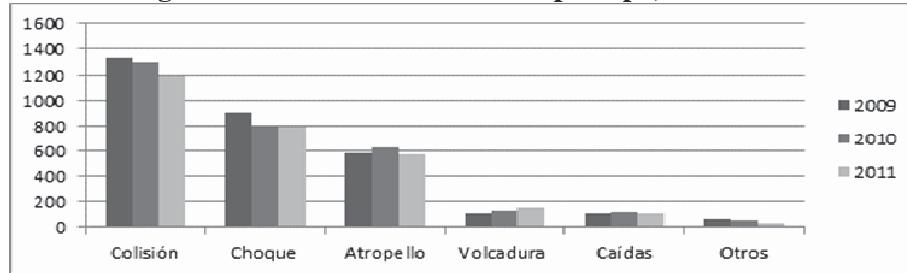
Desde el punto de vista de la espacialidad, la comuna de Concepción presenta el mayor número de accidentes para el periodo analizado con un total de 3.536, seguido por las comunas de San

Pedro de la Paz y Talcahuano con 1.385 y 1.334 respectivamente, Hualpén con 868 accidentes en una menor medida se encuentran Coronel y Tomé con 470 y 459 siniestros, y finalmente Penco, Lota y Chiguayante, con 373, 350 y 243 accidentes respectivamente. Además Concepción es la comuna con el mayor número de fallecidos para cada año con un total de 62, superando a Coronel y San Pedro de la Paz con 34 y 27 fallecidos respectivamente. Por su parte las comunas de Talcahuano, Penco, Chiguayante, Lota y Tomé, presentan una leve diferencia, con 20, 19, 17, 15 y 14 muertos cada una de ellas, dejando en el último lugar a la comuna de Hualpén con sólo 8 víctimas fatales. Además un 94% de estos ocurren en zonas urbanas y un 6% en zonas rurales, sin embargo los accidentes rurales, como consecuencia de altas velocidades, tienden a ser más fatales que los urbanos, es decir, tienen un índice de severidad mayor.

4.2. Tipología y fatalidad

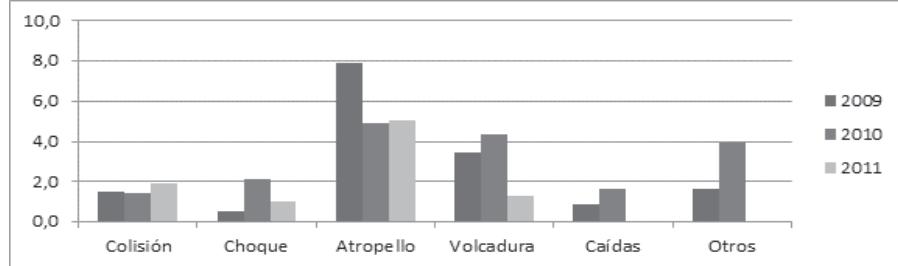
La tipología de accidentes de tránsito corresponde a seis categorías según CONASET (2012): colisión, choque, atropello, volcadura, caída y otros. La figura 11 grafica la cantidad de accidentes por tipo para el período analizado, donde los accidentes por colisión representan una mayor ocurrencia (42%), seguida por los choques y atropellos, con un 28% y 20% respectivamente. A su vez, las volcaduras (4%) muestran un incremento durante este período, alcanzando los 152 registros al 2011. Los accidentes por caída y otras causas presentan los registros más bajos (4% y 2% respectivamente).

Figura 11: Accidentes de tránsito por tipo, 2009-2011



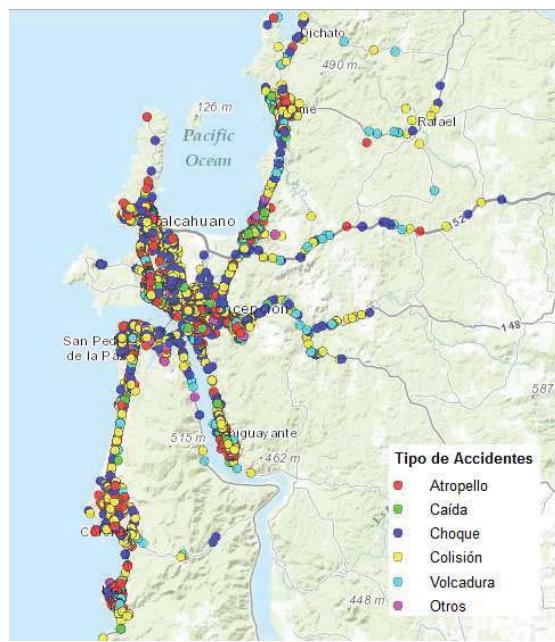
Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Índice de Severidad por tipo, 2009-2011



Fuente: Elaboración propia

El índice de severidad por tipo de accidentes (Figura 12) demuestra que los atropellos presentan el mayor número de fallecidos por cada 100 accidentes, seguidos por las volcaduras. Sin embargo las colisiones y choques aún cuando registran el mayor número de siniestros, no indican los mayores índices de severidad, al presentar una baja proporción en relación a la fatalidad.

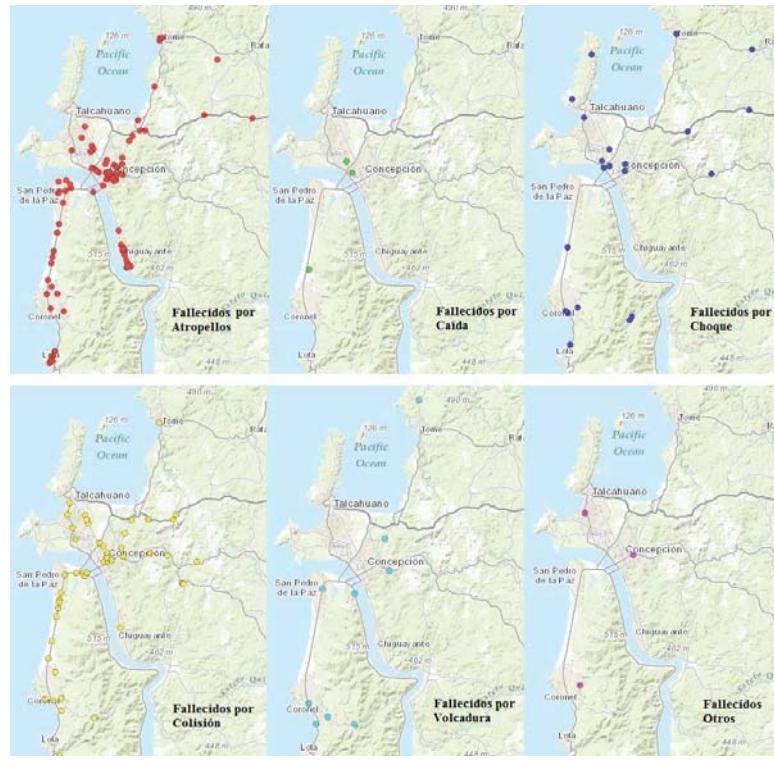
Figura 13: Accidentes según tipo 2009-2011

Fuente: www.gesitranbiobio.cl

La distribución de los fallecidos por atropellos (Figura 13 y 14) presenta un patrón espacial claro, concentrándose en torno a ejes estructurantes, como la Ruta 160, *Bypass* y Manuel Montt en Coronel, y centro urbano de Lota. Chiguayante presenta fallecidos en el 2009, 2010 y 2011 en torno al eje Manuel Rodríguez. Concepción muestra un alto número de atropellos en la Av. 21 de Mayo en torno al sector Vega Monumental, Av. Paicaví, Los Carreras y en menor medida hacia la Autopista General Bonilla.

Las colisiones, que involucran 2 o más vehículos en movimiento, predominan espacialmente en las carreteras donde las velocidades son más elevadas, destacando la Ruta 160, la Ruta 148 (camino a Bulnes) y su desvío a la Ruta 0-50. En dirección a Penco se identifican fallecidos por colisión en la Ruta 150 y Ruta 152 (Autopista del Itata). Además, los accidentes con fallecidos por choque muestran una ocurrencia en carreteras (Ruta 160, Autopista del Itata, y Ruta 148), y por otra parte una distribución en zonas urbanas al interior de Concepción, Hualpén, Talcahuano y en menor medida en Tomé.

Las volcaduras con víctimas fatales se localizaron en carreteras, como la Ruta 160, Ruta 150, 0-14 en Tomé, camino Patagual en Coronel, Ruta 156 en dirección a Santa Juana y Ruta 148. Los accidentes con fallecidos por volcadura y otros presentaron una baja ocurrencia sin patrones claros de distribución espacial.

Figura 14: Fallecidos según tipo de accidente 2009-2011Fuente: www.gesitranbiobio.cl

4.3. Densidad de Kernel

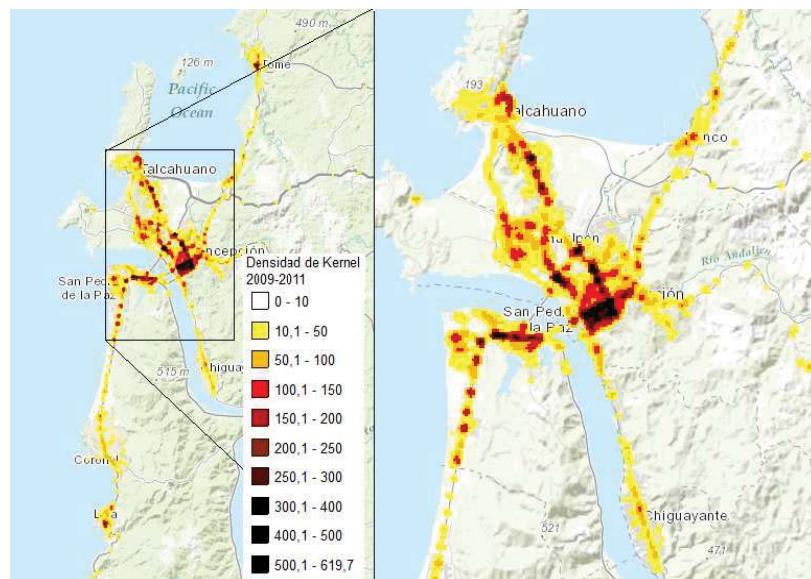
Desde el punto de vista de los focos de concentración en el Gran Concepción (Figura 15) los accidentes de tránsito tienden a intensificarse en el centro de la ciudad de Concepción en el cuadrante delimitado entre las avenidas Norte-Sur Avenidas Arturo Prat, Paicaví; y Este-Oeste entre Los Carrera y Víctor Lamas, justamente en la zona más dinámica, donde se concentran gran parte de las actividades laborales y comerciales. Otra zona con densidades altas sobre 150 eventos por kilómetro cuadrado, se observa en los corredores en dirección a Talcahuano, como la Avenida Colón y la Avenida Pedro Aguirre Cerda hacia San Pedro y Ruta 160 hacia la misma comuna y Coronel. Una densidad más dispersa se observa en la periferia del centro metropolitano, como es el caso de Tomé, Penco, Coronel y Lota, con densidades menores a 50 eventos por kilómetro cuadrado. Con densidades medias se presenta Hualpén mientras que Chiguayante presenta una accidentabilidad baja con una densidad menor a 10 accidentes por kilómetro cuadrado localizada principalmente en la Avenida Manuel Rodríguez.

Densidad de Kernel año 2009

Al año 2009 (Figura 16) se observa una alta densidad, con un centro de gravedad localizado entre el centro urbano de Concepción, Av. Colón en Talcahuano y Av. Pedro Aguirre Cerda en San Pedro de la Paz. Este patrón espacial responde a la existencia de una mayor accidentabilidad en

dichas comunas, las que presentan a su vez los valores más altos de población y el mayor parque automotriz del Gran Concepción CONASET (2012). El índice es más disperso o nulo hacia las comunas periféricas respecto al centro metropolitano (Concepción), como es el caso de Tomé, Penco, Coronel y Lota. La densidad de *kernel* en la comuna de Hualpén muestra una distribución del índice bastante homogénea, mientras que en Chiguayante la baja densidad presenta una accidentabilidad asociada a la Av. Manuel Rodríguez.

Figura 15: Densidad de Kernel 2009-2011



Fuente: www.gesitransbiobio.cl

Densidad de Kernel año 2010

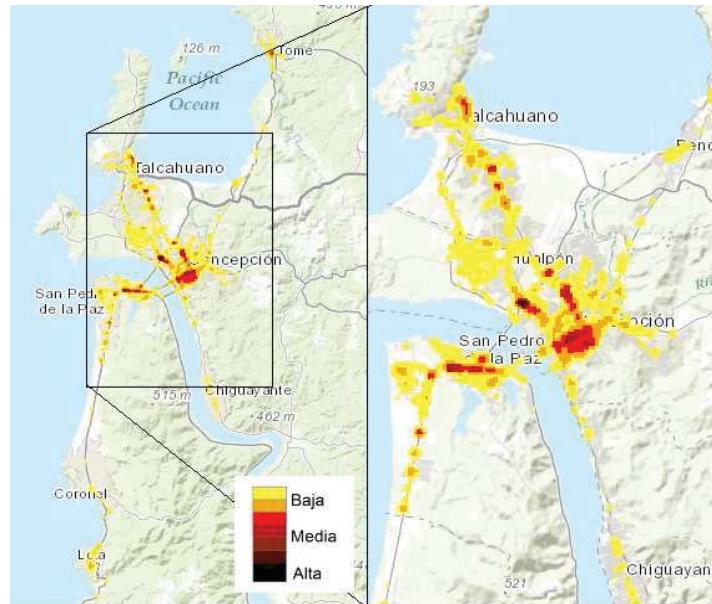
En el año 2010 la intensidad de la variable se concentra en el centro metropolitano del Gran Concepción (Figura 17), principalmente en Concepción centro, Av. Arturo Prat, Paicaví y Colón en Concepción; Av. Colón en Talcahuano; Av. Pedro Aguirre Cerda y Ruta 160 en San Pedro de la Paz. Por el contrario la comuna de Hualpén, no muestra una alta concentración, presentando una homogeneidad en la distribución espacial de los accidentes. Por último, las comunas periféricas ubicadas al norte (Penco y Tomé), sur (Lota y Coronel) y sur-este (Chiguayante) presentan una baja densidad.

Densidad de Kernel año 2011

Para el año 2010 la densidad *kernel* se concentra en el cuadrante principal del centro de la comuna de Concepción (Figura 18), y en las avenidas Paicaví y Arturo Prat. Luego, a diferencia de años anteriores, las comunas de Talcahuano, San Pedro de la Paz y Hualpén resaltan con zonas de concentración de accidentes. Estas comunas poseen una homogeneidad de siniestros en su territorio, destacando Av. Colón, arteria principal de Talcahuano, Pedro Aguirre Cerda en San Pedro de la Paz, mientras que en Hualpén se destaca una alta densidad en Av. Las Golondrinas y Gran Bretaña. En este período, Coronel incrementa su accidentabilidad, pudiéndose observar un

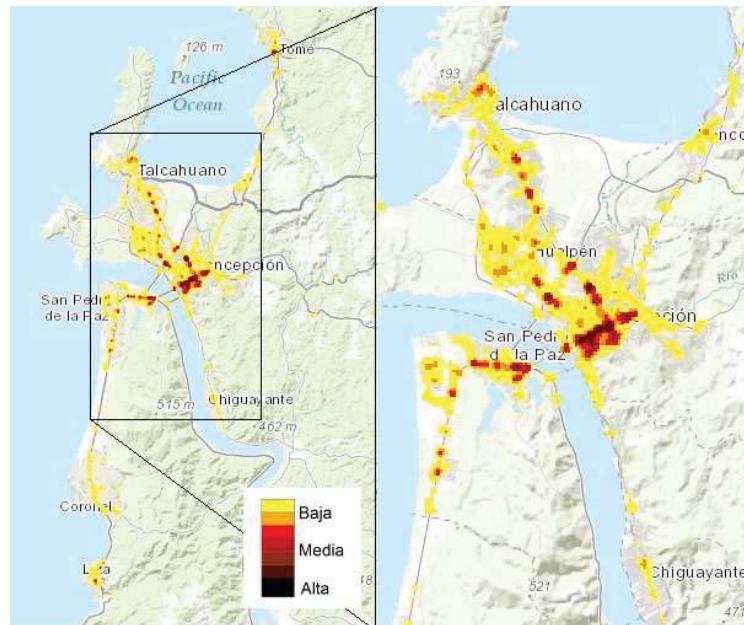
punto crítico en Av. Manuel Montt. Finalmente las comunas periféricas, muestran una mayor densidad en sus arterias principales.

Figura 16: Densidad de Kernel 2009

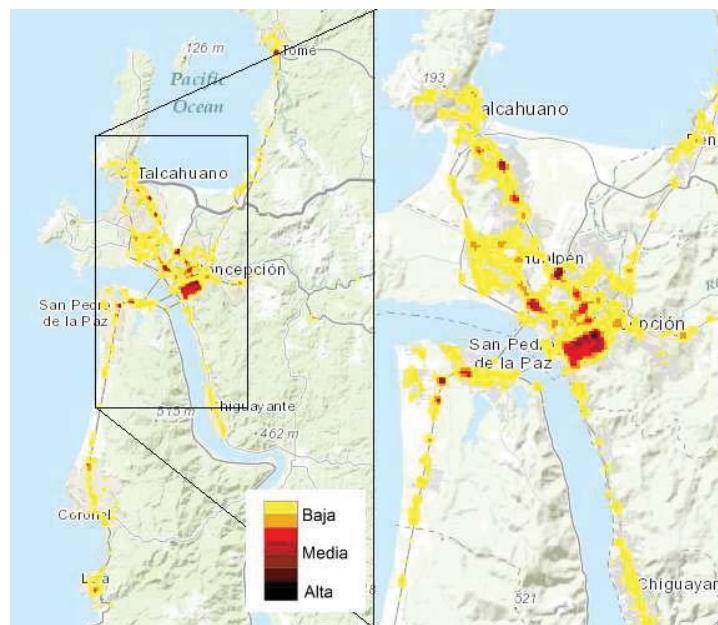


Fuente: www.gesitranbiobio.cl

Figura 17: Densidad de Kernel 2010



Fuente: www.gesitranbiobio.cl

Figura 18: Densidad de Kernel 2011

En relación a la concentración espacial de los accidentes utilizando la densidad de *kernel*, se identifica que las dos comunas con mayor densidad de población, Concepción y Talcahuano, con 229.169 y 171.624 habitantes respectivamente, son las que totalizan un mayor número de accidentes 3.536 y 1.334, abarcando el 54.10% del total en el Gran Concepción.

Las comunas de Hualpén y San Pedro de la Paz, representan 1.385 y 868 accidentes respectivamente, Coronel tiene 470 y Chiguayante destaca como un punto atípico, si bien posee una población de las más altas del Gran Concepción, su accidentabilidad es una de las más bajas. Éste grupo de ciudades se encuentran localizados muy próximos a Concepción, cuyos empleados se desplazan principalmente hacia Talcahuano y Concepción (Rojas, Muñiz, y García-López, 2009).

Las comunas con menor densidad de accidentes (a excepción de Coronel) , a este grupo pertenecen Lota y Coronel, relacionados con la industria del carbón, y Penco y Tomé, con la loza y los textiles. De esta forma las comunas de Lota, Penco y Tomé con una población de 47.542, 53.557 y 56.227 respectivamente en el trienio tienen 350, 373 y 459 que corresponden 13,10% del total. Estas comunas corresponden a asentamientos menos diversos económicamente y muy industriales y portuarios, con bajas densidades y que en el pasado tuvieron mucho más dinamismo y especialización económica que en la actualidad (Rojas, Muñiz, y García-López, 2009).

.

5. CONCLUSIONES

El estudio de los accidentes de tránsito desde el punto de vista de su incidencia espacial aporta a la gestión y planificación de los procesos de intervención social e infraestructural, permitiendo un abordaje integral de la problemática a través de la identificación territorial de las variables para la elaboración de estudios dirigidos a la prevención y disminución de víctimas.

Los resultados permitieron identificar ciertos patrones espacio-temporales en los accidentes de tránsito del Gran Concepción, como los períodos del día de mayor ocurrencia (punta mañana y punta tarde), día de la semana (viernes y sábado), mes del año (mayo y junio) y sus respectivos índices de severidad. Así también se encontró que los accidentes por colisión tienen mayor frecuencia respecto a otras tipologías, sin embargo los atropellos manifiestan una mayor severidad en relación a los fallecidos.

El análisis de la concentración utilizando el método de densidad de *kernel* muestra que para el período 2009-2011, tanto los centros urbanos comunales de Concepción, Talcahuano y San Pedro de la Paz, así como las Rutas 160, 154 (Autopista Concepción-Talcahuano) y eje Colón, presentaron las densidades más altas, por tanto los puntos más críticos del Gran Concepción.

En relación a las limitaciones, se logró georreferenciar el 85.5% de los siniestros dispuestos en la base de datos estadística de Carabineros de Chile, encontrándose errores principalmente en la dirección indicada (calle/intersección, número o kilómetro) que impidieron identificar espacialmente los accidentes restantes. Además, no existe claridad respecto de los accidentes asociados a usuarios del transporte público o privado.

Sin embargo, el estudio ofrece una base sólida para la identificación de localizaciones críticas de los accidentes según desagregación temporal y tipología, además de la identificación de puntos con mayor mortalidad en el Gran Concepción. Entonces el uso de SIG ha sido crucial para el análisis espacial de los accidentes, ya que representan y muestran una medición de las relaciones espaciales de los datos representable en mapas que ayudan a los actores en la toma de decisiones de seguridad y prevención de accidentes. Por otra parte este tipo de análisis espacial sienta las bases para estudiar la relación espacial de estos eventos con otros elementos del entorno en que ocurren asociados al sistema de actividades, como colegios, universidades, paraderos, etc.

Los mapas resultados pueden visualizarse en la Plataforma GESITRAN BIOBÍO en el portal WEB www.gesitranbiobio.cl. GESITRAN es un proyecto desarrollado por la Universidad de Concepción, en conjunto con la Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones de la Región del Biobío, y la Asociación Provincial de Dueños de Taxibuses, y tiene como objetivo generar una plataforma tecnológica para la gestión integral del sistema de transporte en el Gran Concepción, a través del desarrollo de un SIG Web para la visualización y análisis de la información geográfica de transporte y uso de suelo.

En este contexto, se dispone de un visor de mapas de accidentes temporales 2009-2011, donde destacan los mapas de concentración de accidentes por año (densidades de *kernel*) y la desagregación temporal de accidentes y fallecidos, además de la disposición de un visor de filtros para la consulta espacial de información específica y desagregada referente a temporalidad (año,

mes, día de la semana, hora, fecha), entorno e infraestructura (comuna, urbano/rural, causas, tipo y estado de la calzada, condición climática, estado atmosférico), tipología y severidad, personas involucradas (género/edad) y vehículos involucrados.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Comisión Nacional de Seguridad de Transito CONASET. (2012) **Evolución de siniestros de tránsito, consecuencias e indicadores (Período 1972-2012)**. Ministerio de Transporte y Comunicaciones Gobierno de Chile.

Chías Becerril, L. (1997) Los accidentes de tránsito como problema de salud. **Ciudades**, 33, 42-48.

Glizer, I. (1993) **Prevención de accidentes de tránsito**. Washington, D.C. Organización Panamericana de la Salud.

Gundogdu, I. (2010) A new approach for GIS-Supported mapping of traffic accidents. **Transport**, 164, 87-96.

Luna, L. (1997) **Los sistemas de información geográfica: un alternativa para el análisis socio espacial de los accidentes de tránsito en carretera, propuesta metodológica**. Tesis de Maestría en Geografía, México, Universidad Autónoma de México.

Moreno Jiménez, A. (2006) **Sistemas y análisis de la información geográfica**. Ra-Ma Editorial. Madrid, España.

Organización Mundial de la Salud OMS (2014) **Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial es hora de pasar a la acción**. Informe Organización Mundial de la Salud, Departamento de Prevención de la Violencia y los Traumatismos y Discapacidad (VIP).

Rizzi, L. (2001) **Economía de los accidentes fatales: una aplicación al caso de seguridad vial en las carreteras**. Tesis (Doctor en Ciencias de la Ingeniería). Santiago, Chile. Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Rojas, C., Muñiz, I. y García-López. (2009) Estructura urbana y policentrismo en el Área Metropolitana de Concepción. **Revista Eure**, 35(105), 47-70.

Ye, H., Meng, X., Yang, L y Anand, S. (2014) Development of a digital Accident Hotspot Map for ADAS applications using geospatial methods in GIS. **The Journal of Navigation**, 67, 353-369.

7. AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento parcial otorgado por el Comité CORFO INNOVA BIO BIO, para ejecutar el proyecto INNOVA BIO BIO 11.PCS2-1116, “Plataforma Tecnológica para la Gestión Integral del Sistema de Transporte en la Región del BíoBío”, dentro del cual se enmarca el presente trabajo.