

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1. ANTECEDENTES**

Las muertes y lesiones por accidentes de tráfico son una importante y creciente epidemia de salud pública que se debe controlar siendo prioridad de cualquier Estado la protección y conservación de la vida humana.

La mayoría de los accidentes son causados por errores humanos por esta razón, las iniciativas de seguridad vial se han centrado tradicionalmente en el conductor con el fin de prevenir accidentes, los enfoques se han orientado a la educación.

Los sistemas de transporte constituyen un elemento fundamental para el desarrollo social y económico, no sólo de Bolivia, sino de cualquier país. En particular las redes carreteras y los vehículos de motor que por ellas transitan, representan la principal forma de desplazamiento de personas y bienes; sin embargo, la función económica de cualquier modo de transporte y del sistema en su conjunto, sólo puede realizarse de manera óptima en la medida en que el traslado de personas y bienes se efectúe de una manera rápida, confiable y segura.

En Tarija los factores de accidentabilidad en carreteras se presentan por: la falta o mala señalización, la infraestructura vial deficiente o en desarrollo e imprudencia de los usuarios. Dentro de estos factores se encuentran: la mala ubicación de las señales y el mal estado de algunas de ellas, la falta de carriles exclusivos y la poca o “irrelevante” información de los usuarios, lo anterior debido a que no se tiene una evaluación periódica de su funcionalidad, lo cual es necesario. Si bien la tendencia de largo plazo de las fatalidades en accidentes de tránsito muestra logros importantes en los últimos años, no se puede negar un estado de estancamiento en los resultados de la batalla contra el flagelo de la accidentabilidad vial.

La complejidad de las redes actuales de transporte hace necesario que la información sobre aspectos operativos de las mismas tenga que ser manejada a través de sistemas de cómputo.

En el caso de las vías urbanas de Tarija, los datos de magnitud de los volúmenes de tráfico, su evolución, las características y la situación que guarda cada segmento y otros datos, son fundamentales para la planeación del desarrollo del transporte, así como para elaborar programas, tanto de construcción de carreteras nuevas como de modernización y conservación de la existente. Por otro lado, los sistemas de manejo y procesamiento de bases de datos, así como los sistemas de información geográfica (S.I.G), ambos de desarrollo acelerado reciente, representan herramientas poderosas para el logro de los fines anteriores.

## **1.2. JUSTIFICACION**

Este proyecto se centró en analizar la incidencia de factores de la accidentabilidad y seguridad vial en los puntos críticos de las vías urbanas de la ciudad de Tarija, al considerar la accidentabilidad como evento involuntario generado al menos por un vehículo en movimiento que causa daño a personas o bienes involucrados en el mismo.

En esta ocasión usaremos un sistema de información geográfica (S.I.G.) como herramienta de gestión y toma de decisiones, utilizándolo en el proceso de recopilación, procesamiento y análisis de la información relevante, disponible de accidentabilidad y posibles aspectos que los ocasionan.

El presente trabajo de proyecto de grado buscara aplicar uno de los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) existentes al manejo de algunos elementos de información de las vías comprendidas, particularmente la información de accidentes y seguridad vial.

Lo anterior con el fin de explotar el potencial de utilización de estas tecnologías en el manejo y representación de datos, permitiendo a su vez la comprensión del espacio geográfico y dando como resultado la elaboración de un sistema de información para gestión de accidentabilidad y seguridad vial en los puntos críticos de las vías urbanas de la ciudad de Tarija a favor del desarrollo social integral, para las poblaciones involucradas en dicho proyecto.

El (S.I.G) seleccionado que se utilizó para este trabajo es el denominado ArcView, por contar con ciertas características de capacidad, que lo hacen muy adecuado para esta aplicación.

Finalmente, el presente trabajo constituye un aporte metodológico importante en relación a la comprensión, sistematización y visualización de la información en los estudios de la disciplina, mismos que se vuelven cada vez más relevantes.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. Situación Problemática**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año fallecen cerca de 1,3 millones de personas a raíz de un accidente de tráfico y son más de 3000 muertes diarias por esta causa.

En Bolivia desde hace algunos años se viene intentando reducir la accidentabilidad vial y con ese propósito se han realizado algunos estudios que, aunque sin la profundidad suficiente, han servido para concientizar a la población sobre este grave problema. Como aspecto más relevante el 13 de agosto de 2014 el Gobierno Plurinacional de Bolivia ha lanzado el Decreto Supremo No.2079, que aprueba el Plan Nacional de Seguridad Vial, mismo que se ha basado en un diagnóstico previo.

El mencionado documento indica que en los últimos seis años en Bolivia la ocurrencia de los accidentes de tráfico (del 2008 al 2013) ha sido variable con un máximo de 41.882 accidentes el 2009 y un mínimo de 36.512 accidentes el 2013.

Las muertes y lesiones por accidentes de tráfico son una importante y creciente epidemia de salud pública que se debe controlar siendo prioridad de cualquier Estado la protección y conservación de la vida humana.

La mayoría de los accidentes son causados por errores humanos. Por esta razón, las iniciativas de seguridad vial se han centrado tradicionalmente en el conductor y habitantes con el fin de prevenir accidentes por sus irresponsabilidades, los enfoques se han orientado a la educación y al compromiso de respetar las normas de tráfico.

Es necesario reconocer el creciente problema de accidentabilidad y seguridad vial, el cual constituye una problemática que afectan la calidad de vida de los usuarios que transitan por las vías.

La incidencia de factores que influyen en la accidentabilidad y seguridad vial, al considerar la accidentabilidad como evento involuntario generado al menos por un vehículo en movimiento que causa daño a personas o bienes involucrados en el mismo.

En las vías urbanas de la ciudad de Tarija los accidentes pasan frecuentemente donde son visibles las fallas o daños de la infraestructura y advertencias de tránsito, las cuales algunas de ellas solo se visualizan al momento de ocurrir un accidente; adicionalmente es importante anotar que esta nos advierte de una serie de hechos que se pueden presentar en nuestro camino, y al no existir o no poder ser bien percibidos por los usuarios se presencian más números de accidentes, hechos que hacen necesario de manera inmediata un sistema por medio del cual se pueda observar los puntos críticos de los accidentes.

### **1.3.2. Problema**

¿La incorporación de la accidentabilidad y seguridad vial dentro de sistemas de información en proyectos de vías urbanas permitirá establecer una base de soluciones más respaldadas en proyectos de vías urbanas?

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar y desarrollar en base a un programa SIG, la información necesaria para la gestión de accidentabilidad y seguridad vial en puntos críticos de las vías urbanas de la ciudad de Tarija, lo cual permita proponer acciones de mejoramiento en la seguridad vial.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Obtener datos de accidentabilidad por distintas instancias del gobierno sobre todo de la policía nacional (transito) quienes tienen el primer contacto en accidentes de tráfico.
- Realizar la depuración de los datos.
- Elaborar una base de datos cuyo contenido será la información que describa a los puntos críticos.
- Conocer y analizar la accidentabilidad para los usuarios de la zona urbana de la ciudad de Tarija.
- Realizar una sistematización espacial de la información disponible, recolectada y relevante, para un análisis de manera ágil, novedosa y clara por medio de un sistema de información geográfica (S.I.G) esto para facilitar la información.
- Presentar mapas que permitan la visualización e identificación de la accidentabilidad para cada punto crítico.

## **1.5. HIPOTESIS**

Mediante el análisis de la información de accidentabilidad y seguridad vial en los puntos críticos de las vías urbanas de la ciudad de Tarija se planteará un sistema de información geográfica (S.I.G) como herramienta de gestión para mejorar la seguridad vial.

## **1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES**

### **1.6.1 Variables independientes**

Accidentabilidad y Seguridad vial en Vías Urbanas.

### **1.6.2 Variables dependientes**

Representación en un sistema de información geográfica (S.I.G) de la Accidentabilidad y Seguridad Vial de las vías urbanas de Tarija.

## **1.7. DISEÑO METODOLOGICO**

### **1.7.1. Componentes**

Las componentes de estudio son las siguientes:

#### **1.7.1.1. Unidad de estudio**

La unidad de estudio es la Ingeniería de tráfico en vías urbanas.

#### **1.7.1.2. Población**

La población es la accidentabilidad y seguridad vial en vías urbanas.

#### **1.7.1.3. Muestra**

La muestra es la accidentabilidad y seguridad vial en las vías urbanas de la ciudad de Tarija.

#### **1.7.1.4. Muestreo**

El muestreo son los datos de accidentabilidad y seguridad vial de las vías urbanas en 30 puntos críticos de la ciudad de Tarija.

### **1.7.2. Métodos y técnicas empleadas**

En este parte se expone la propuesta metodológica del presente proyecto, así como los instrumentos y técnicas que se utilizaran para la recolección de datos e información.

#### **1.7.2.1. Método inductivo**

El método inductivo o inductivismo es aquel método científico que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Se trata del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su

registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

En el proyecto se aplicó el método inductivo, ya que se observará y analizará los problemas de accidentabilidad y seguridad vial en las vías urbanas de Tarija, para poder así entender mejor la situación actual para luego llevarlo a un sistema de información geográfica (S.I.G) y dar una solución al problema general. Esto supone que habrá una fase de observación, clasificación y análisis de los hechos, para poder finalmente dar una solución al problema.

### **1.7.2.2. Técnicas empleadas**

La técnica que se empleara para el presente proyecto es no experimental, puesto que no se han manipulado las variables, observándose los fenómenos en su estado natural para luego realizar un análisis.

Las técnicas que se utilizaran es el análisis documental, que a continuación se las define.

#### **1.7.2.2.1. Análisis documental**

Es una técnica de recopilación de información destinada a obtener información mediante el estudio de documentos que contienen información directamente relacionada con el objeto de estudio.

En el caso del proyecto como es método de análisis documental se recopilará la información de accidentabilidad y seguridad vial de la Policía Nacional (Transito) quienes son las instituciones primeras en recolectar datos de accidentabilidad y seguridad vial.

### **1.7.3. Aplicación de instrumentos y equipos**

Computadora con programa ArcGIS.

Vehículo para desplazarse en el área de estudio.

Se realizará la visualización de la vía.

Cámara fotográfica

### **1.7.4. Procedimiento de aplicación**

El procedimiento que se utilizara para elaborar el presente proyecto de grado se dividió en cuatro fases:

Recopilación de Información y datos sobre Accidentabilidad y Seguridad Vial.

Trabajos de Campo sobre Seguridad Vial.

Sistematización de la Accidentabilidad y Seguridad Vial en el ArcGIS.

Generación de Mapas Informativos.

#### **1.7.4.1. Aplicación**

##### **1.7.4.1.1. Recopilación de Información y datos**

Paso importante para dar inicio a todo proceso de investigación, por ello se recolectará la información existente y relevante que existía de accidentabilidad y seguridad vial de las instituciones de la Policía Nacional (Transito) quienes son las instituciones primeras en recolectar datos de accidentabilidad y seguridad vial.

##### **1.7.4.1.2. Trabajos de Campo sobre Seguridad Vial**

El presente estudio ejecutara actividades de visualización de los lugares de mayor accidentabilidad en las vías urbanas de la ciudad de Tarija, datos necesarios para complementar la información adquirida, e indispensables para el análisis de accidentabilidad.

##### **1.7.4.1.3. Sistematización de la Accidentabilidad y Seguridad Vial en ArcGIS**

Es la base fundamental de este proyecto dado que es el proceso donde se generará la construcción del Sistema de Información Geográfico (S.I.G.) con los datos obtenidos y por lo cual dicho proceso y parámetros se mencionarán de manera clara, precisa y detallada en capítulos siguientes.

##### **1.7.4.1.4. Generación de Mapas Informativos**

Con la obtención de datos completos, precisos y necesarios, además de la correcta sistematización y análisis de estos se generará los mapas claros y puntuales que permiten visualizar los riesgos presentes de accidentabilidad y seguridad vial en los puntos críticos de las vías urbanas de la ciudad de Tarija.

#### **1.7.5. Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información**

##### **1.7.5.1. Tratamiento de los datos**

Este proyecto de grado ha obtenido datos de la Policía Nacional (transito) que fueron analizados, por lo tanto, los datos fueron utilizados estadísticamente y la estadística a utilizar fue la estadística descriptiva ya que se trabajó con un conjunto de datos.

##### **1.7.5.1.1. Estadística descriptiva**

Es la parte de la estadística que permite analizar todo un conjunto de datos, de los cuales se extraen conclusiones valederas, únicamente para ese conjunto. Para realizar este

análisis se procedió a la recolección y representación de la información obtenida mediante las medidas de tendencia central.

#### **1.7.5.1.2. Medidas de tendencia central**

Al describir grupos de datos, con frecuencia es conveniente resumir la información con un solo número. Este número que, para tal fin, suele situarse hacia el centro de la distribución de datos se denomina medida o parámetro de tendencia central o de centralización.

Entre las medidas de tendencia central tenemos:

Media Aritmética

Mediana

Moda

#### **Media Aritmética**

La media aritmética, también llamada promedio o media, de un conjunto infinito de números es el valor característico de una serie de datos cuantitativos, objeto de estudio que parte del principio de la esperanza matemática o valor esperado, se obtiene a partir de la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos.

Supongamos que tenemos una muestra de tamaño  $N$ , donde la variable estadística  $x$  toma los valores  $x_1, x_2, \dots, x_N$ . Se define la media aritmética  $\bar{x}$ , o simplemente media, de la muestra como

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

#### **Mediana**

La mediana es una importante medida de ubicación, en casos en que la media aritmética no es representativa de un conjunto de datos, esta situación se da cuando existe la presencia de valores extremos altos o bajos, en cuyo caso la **mediana** proporciona un valor más representativo de la tendencia central.

$$M_e = \frac{x_j + x_{j+1}}{2}$$

## **Moda**

La moda es otra medida de tendencia central, que es muy útil para describir conjuntos de datos nominales u ordinales y su determinación es sencilla, toda vez que queda fijada por la ubicación del elemento que mayor frecuencia tiene, es decir, el que más veces aparece en el estudio.

$$M_o = a_j + \frac{\delta_1}{\delta_1 + \delta_2} (a_{j+1} - a_j)$$

La medida de tendencia central a utilizar en el proyecto es la moda ya que tenemos que buscar los puntos críticos de acuerdo a los datos obtenidos que en capítulos siguientes se verán reflejados.

### **1.7.6. Planteamiento y soluciones**

Con los resultados plasmados en los mapas y georreferenciados se plantará acciones de mejoramiento en seguridad vial para mejorar las condiciones de las zonas más críticas.

## **1.8. ALCANCE**

En este espacio se explicará el alcance que tendrá el proyecto y que se pretende conseguir. Es necesario reconocer el creciente problema de accidentabilidad y seguridad vial, el cual constituye una problemática que afectan la calidad de vida de los usuarios que transitan por las vías.

Este proyecto se centra en analizar la incidencia de la accidentabilidad y seguridad vial, al considerar la accidentabilidad como evento involuntario generado al menos por un vehículo en movimiento que causa daño a personas o bienes involucrados en el mismo.

En las carreteras son visibles las fallas de la infraestructura, la mala señalización y ubicación de las mismas, las cuales algunas de ellas solo se visualizan al momento de ocurrir un accidente; adicionalmente es importante anotar que esta nos advierte de una serie de hechos que se pueden presentar en nuestro camino, y al no existir o no poder ser bien percibidos por los usuarios se presencian más números de accidentes, hechos que hacen necesario de manera inmediata, un sistema por medio del cual se pueda revisar el estado de las vías y sus componentes.

En este proyecto usaremos un sistema de información geográfica (S.I.G.) como herramienta de gestión y toma de decisiones, utilizándolo en el proceso de recopilación, procesamiento y análisis de la información relevante y disponible de accidentabilidad.

El sistema de información geográfico que elaboraremos para accidentabilidad y seguridad vial es un conjunto de hardware, software, datos y elemento humano en donde cada componente tiene una función que hace posible el (S.I.G.) vial.

El Sistema de Información Geográfica permite el almacenamiento, manipulación de datos y visualizar desde las capas temáticas en un mapa y con ello tomar decisiones o sacar conclusiones.

El alcance del presente proyecto de grado “Sistema de información para gestión de accidentabilidad y seguridad vial en los puntos críticos de las vías urbanas de Tarija” tiene como fin establecer mapas de información de accidentabilidad apropiados con los datos correspondientes y proponer soluciones en seguridad vial basados en los resultados.

**CAPITULO II**  
**SISTEMA DE INFORMACION EN**  
**INGENIERIA DE TRAFICO Y SEGURIDAD**  
**VIAL**

**CAPITULO II**  
**SISTEMA DE INFORMACION EN INGENIERIA DE TRAFICO Y**  
**SEGURIDAD VIAL**

**2.1. INGENIERÍA DE TRÁFICO**

Se define como la rama de la ingeniería que trata del planeamiento, el proyecto geométrico y explotación de las redes viarias, instalaciones auxiliares (aparcamientos, terminales, etc.) y zonas de influencia, así como de su relación con otros medios de transporte.<sup>1</sup>

**2.2. ELEMENTOS DEL TRÁFICO**

Existen tres elementos básicos que componen la ingeniería de tráfico que son:

- El usuario
- El vehículo
- La vía o vialidad

**2.2.1. El usuario**

Es muy importante tener en cuenta el comportamiento del usuario para la planeación, estudio, proyecto y operación de un sistema de transporte automotor.

El usuario está relacionado con los peatones y conductores, que son los elementos principales a ser estudiados para mantener el orden y seguridad de las calles y carreteras.

**2.2.2. El vehículo**

En ciertos países, la incorporación de mayor cantidad de vehículos no solo ha mejorado el transporte, ya que también ha elevado el nivel económico general del país, por lo que se puede afirmar que la relación de habitantes por vehículo es un indicador para apreciar el progreso de un determinado territorio.

Por lo tanto, es indispensable que cada país mejore las condiciones del transporte para su progreso y de esta manera poder transportar los bienes de consumo desde las fuentes de producción hasta los mercados y de allí comercializarlo a la población.

---

<sup>1</sup>Juan Gabriel Tapia Arandia Y Romel Daniel Veizaga Balta. (2006). Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la ingeniería de tráfico.

Actualmente, es inevitable que aumente el número de vehículos cada año, lo que es deseable y conveniente, logrando así reducir más la actual relación de habitantes por vehículo.

Por lo tanto, el segundo elemento componente del tráfico, el vehículo, irremediablemente va en aumento.

### **2.2.3. La vialidad o vía**

El tercer elemento fundamental del tráfico es la vialidad o la vía por el que se mueven los vehículos.

La vía es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. El elevado nivel de vida de un país se relaciona con un excelente sistema vial o viceversa.

## **2.3. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO**

El ingeniero vial debe conocer las características del tráfico, ya que esto le será útil durante el desarrollo de proyectos viales y planes de transporte, en el análisis del comportamiento económico, en el establecimiento de criterios de diseño, en la selección e implantación de medidas de control de tráfico y en la evaluación del desempeño de las instalaciones de transporte.<sup>2</sup>

### **2.3.1. Velocidad (v)**

Desde la invención de los medios de transporte, la velocidad se ha convertido en el indicador principal para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. En un sistema vial la velocidad es considerada como un parámetro de cálculo para la mayoría de los elementos del proyecto.

Haciendo un análisis de la evolución de los vehículos actuales en lo que respecta a velocidades alcanzadas por los mismos, se hace necesario el estudio de la velocidad para mantener así un equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía en busca de mayor seguridad.

---

<sup>2</sup> Rafael Cal y Mayor - James Cárdenas G. (2000). Ingeniería de Transito.

Se define la velocidad como el espacio recorrido en un determinado tiempo. Cuando la velocidad es constante, queda definida como una función lineal de la distancia y el tiempo, siendo su fórmula:

$$v = \frac{d}{t}$$

Dónde:

v = Velocidad constante (Km / h)

d = Distancia recorrida (Km)

t = Tiempo de recorrido (h)

### **2.3.2. Velocidad de punto**

Conocida también como velocidad instantánea, es la velocidad de un vehículo a su paso por un punto específico de una vía. Se presentan dificultades prácticas para la medición de la velocidad de punto ya que la misma por definición se presenta en un tramo de recorrido bastante corto, en la actualidad existen dispositivos de medición de tipo electrónicos y electromecánicos que facilitan su medición, como ser: tubos neumáticos transversales, radares Doppler, enescopios.

### **2.3.3. Densidad o concentración (k)**

Se define la concentración o densidad de tráfico como el número de vehículos que ocupan una longitud específica de una vía en un momento dado. Por lo general se expresa en unidades de vehículos por kilómetro (veh/km).

Se puede medir la densidad de tráfico de un tramo de una vía con la ayuda de una fotografía aérea, en la cual se contaría fácilmente las cantidades de vehículos; también es posible calcular la densidad en función de la intensidad y velocidad.

Está claro que cualquier tramo de vía tiene una densidad máxima, esta situación se da cuando los vehículos están totalmente varados y sin espacios de separación entre ellos; por lo tanto, si se tuviera en el tramo vehículos de una misma longitud, entonces, la densidad o concentración máxima se obtendría como el inverso de la longitud del vehículo.

La fórmula para el cálculo de la densidad es la siguiente:

$$K = \frac{N}{d} = \frac{q}{v}$$

Donde:

k = Densidad o concentración de tráfico (veh/km)

N = Número de vehículos (veh)

d = Distancia o longitud (km)

q = Intensidad o flujo (veh/h)

v = Velocidad (km/h)

#### **2.3.4. Tasa de flujo o flujo (q) y volumen (q)**

La tasa de flujo o flujo es la cantidad de vehículos que pasa por un punto o sección transversal de una vía en un tiempo menor a una hora, se puede expresar en unidades de [veh/hora] teniendo en cuenta que no representa exactamente el número de vehículos por hora. Por otra parte, el volumen si puede representar una cantidad de vehículos que pasan durante un periodo de tiempo mayor o igual a una hora. Se expresa el flujo de la siguiente manera:

$$q = \frac{N}{T}$$

Donde:

q = Tasa de flujo o flujo (veh/periodo)

N = Número de vehículos que pasan (veh)

T = Tiempo o periodo determinado (unidad de tiempo)

#### **2.3.5. Volúmenes de tráfico absolutos o totales**

Son volúmenes de tráfico que están clasificados de acuerdo al lapso de tiempo determinado para su cálculo, este lapso puede ser un año, un mes, una semana, un día o una hora.

##### **Tráfico anual (ta)**

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 365 días consecutivos. (T = 1 año).

**tráfico mensual (tm)**

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 30 días consecutivos. (T = 1 mes).

**tráfico semanal (ts)**

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 7 días consecutivos. (T = 1 semana).

**tráfico diario (td)**

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 24 horas consecutivas. (T = 1 día).

**Tráfico horario (th)**

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 60 minutos consecutivos. (T = 1 hora).

**2.3.5.1. Volúmenes de tráfico promedio diarios (tpd)**

El TPD es una medida de tráfico fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo establecido. El periodo debe estar dado como días completos y además estar comprendido entre 1 a 365 días.

**2.3.5.2. Volúmenes de tráfico horarios (vh)**

Su unidad de medida son los vehículos por hora, se clasifican de acuerdo a la hora seleccionada como se detalla a continuación:

**2.3.5.3. Volumen horario máximo anual (vhma)**

Es el máximo volumen horario que pasa por un punto o sección transversal de una vía durante un año; es decir, 1 de 8760 horas en la que se registra el mayor volumen de tráfico.

**2.3.5.4. Volumen horario de máxima demanda (vhmd)**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de una vía durante 60 minutos consecutivos; representa el periodo de máxima demanda que se registra durante un día.

**2.3.5.5. Volumen horario-décimo (10 vh), vigésimo (20 vh), trigésimo anual (30 vh)**

Se define el volumen horario décimo anual como aquel que es excedido por 9 volúmenes horarios durante un año determinado. Así mismo el volumen horario vigésimo anual es aquel que es excedido por 19 volúmenes horarios y el volumen horario trigésimo anual que es excedido por 29 volúmenes horarios.

**2.3.6. Volumen horario de proyecto**

El volumen horario de proyecto o volumen horario de diseño, es un volumen proyectado que sirve para determinar las características geométricas de la vía. No se considera el máximo volumen horario como volumen de proyecto ya que se alcanzaría un costo

elevado de inversión. La experiencia en otros países ha demostrado que tampoco resulta económico diseñar una vía para un volumen horario mayor al volumen horario trigésimo anual, por lo tanto, se considera al volumen horario trigésimo anual como el de diseño.

### **2.3.7. Capacidad y niveles de servicio**

La capacidad se define como el máximo número de vehículos que pueden circular por una vía en un periodo determinado bajo condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tráfico y de los dispositivos de control. Refleja la habilidad de la vía para acomodar una corriente de movimiento de vehículos.

El nivel de servicio es una medida de la cantidad de fluidez.

La capacidad y nivel de servicio estimados son necesarios para la mayoría de las decisiones y acciones en la ingeniería de tráfico y planes de transportación.

### **2.3.8. Nivel de servicio (NS)**

La densidad es el parámetro usado para definir los niveles de servicio en secciones básicas de autopista, ya que la misma se incrementa al igual que el flujo hasta la capacidad. Los rangos de densidad, velocidad y flujo para cada nivel de servicio; muestran la definición de varios niveles de servicio usando sus respectivos valores de densidad.

#### **2.3.8.1. Nivel de servicio (A)**

Condiciones de flujo libre con bajos volúmenes y altas velocidades. Hay poca o nula limitación de maniobras por la presencia de otros vehículos y puede conservarse la velocidad deseada con pocos o nulos retardos.

**Figura 2.1. Ejemplo de nivel de servicio A**



**Fuente:** Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

### 2.3.8.2. Nivel de servicio (B)

Condiciones de flujo estable en las que las velocidades empiezan a ser algo restringidas por las condiciones del tráfico. Los conductores tienen una razonable libertad para seleccionar su velocidad y su carril. El límite menor de velocidad con mayor volumen en este nivel de servicio se relaciona con los volúmenes de servicio usados en el proyecto de carreteras.

**Figura 2.2. Ejemplo de nivel de servicio B**



**Fuente:** Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

### 2.3.8.3. Nivel de servicio (C)

Corresponde a un flujo estable, pero las velocidades y las maniobras resultan más controladas por los mayores volúmenes. La mayor parte de los conductores ven restringida su libertad de elegir la velocidad, cambiar de carriles o rebasar.

Aun no se obtiene una relativamente satisfactoria velocidad de operación, con volúmenes de servicio quizás apropiados para el proyecto de arterias urbanas.

**Figura 2.3. Ejemplo de nivel de servicio C**



**Fuente:** Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

#### 2.3.8.4. Nivel de servicio (D)

Se acerca al flujo inestable, con velocidades de operación tolerables, pero que pueden ser considerablemente afectadas por los cambios en las condiciones del tráfico. Las fluctuaciones en el volumen y las restricciones temporales en el flujo pueden causar considerables reducciones en la velocidad de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobras, pero las condiciones son tolerables por periodos cortos.

**Figura 2.4. Ejemplo de nivel de servicio D**



**Fuente:** Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

#### 2.3.8.5. Nivel de servicio (E)

Representa una operación a menores velocidades que en el nivel de servicio D, con volúmenes que se acercan a la capacidad del tramo. Al llegar a esta, las velocidades, normalmente pero no siempre, son de cerca de 50 km/h. el flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de duración momentánea.

**Figura 2.5. Ejemplo de nivel de servicio E**



**Fuente:** Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

### 2.3.8.6. Nivel de servicio (F)

Se refiere a un flujo que opera forzado, a bajas velocidades, donde los volúmenes son menores que los correspondientes a la capacidad. Estas condiciones resultan de las colas de vehículos producidas por alguna obstrucción en la corriente. Las velocidades se reducen considerablemente y pueden ocurrir paradas, cortas o largas, debido al congestionamiento. En casos extremos, la velocidad y el volumen pueden tener valor cero.<sup>3</sup>

**Figura 2.6. Ejemplo de nivel de servicio F**



**Fuente:** Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

### 2.3.9. Semaforización

La semaforización de vías urbanas es una actividad fundamental para que el tráfico urbano funcione con las menores demoras posibles. Cuando la intensidad de tráfico en una intersección es mayor a la admisible con una regulación de preferencia de paso, la regulación con semáforos permite confrontar la situación con un nivel de seguridad bueno, aunque produce alguna demora a los vehículos que acceden a la intersección.

La semaforización de una intersección se puede producir por cuatro criterios para la instalación de semáforos como son: la intensidad mínima horaria durante más de 8 horas, la intensidad mínima horaria para demoras, el tráfico de peatones o el número de accidentes.

---

<sup>3</sup> Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

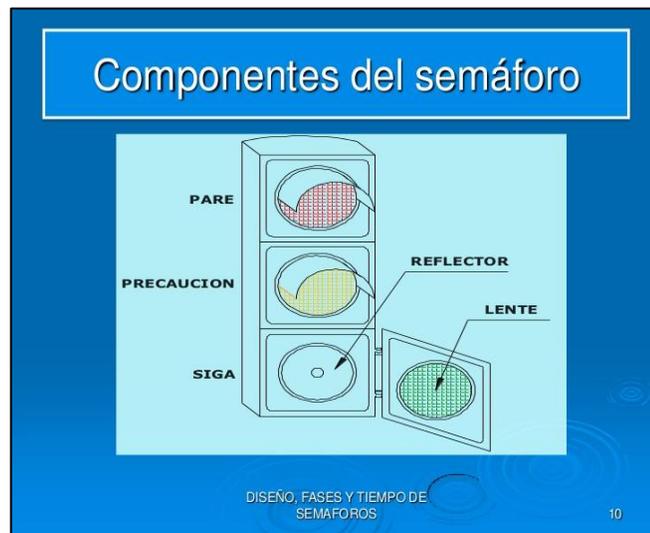
### 2.3.9.1. Definición y función de los semáforos

Se define como semáforo a los dispositivos electromagnéticos y electrónicos, que se usan para facilitar el control de tráfico de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el rojo, el amarillo y verde.

Su función principal es la de permitir el paso alternadamente a las corrientes de tráfico que cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

### 2.3.9.2. Componentes de un semáforo

Figura 2.7. Componentes de un semáforo



**Fuente:** Elementos de Ingeniería de Tráfico, Universidad Politécnica de Madrid.

**La cara** de un semáforo es el conjunto de unidades ópticas como ser: el lente, reflector, lámpara, y porta lámpara. Por seguridad, se recomienda el uso de dos caras para cada acceso a la intersección, ya que uno de ellos podría ser tapado por un vehículo grande o por si se ha fundido alguna de las lámparas.

**El lente** es la parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada. Se recomienda que la cara de un semáforo tenga por lo menos tres lentes: rojo, amarillo y verde.

**El reflector**, es un aparato de forma cónica que lanza la luz de la lámpara o foco en una determinada dirección.

### **2.3.9.3. Tipos de semáforos para tráfico vehicular**

Existen 3 tipos de semáforos:

Semáforos de Tiempo Fijo.

Semáforos Accionados por el Tráfico.

Semáforos con Control Normalizado.

#### **2.3.9.3.1. Semáforos de tiempo fijo**

Se utilizan en intersecciones donde los flujos de tráfico son relativamente estables, que no ocasionen demoras o congestionamientos excesivos. Por su sencillez este tipo de semáforos ha sido hasta ahora el más utilizado en las zonas urbanas, especialmente cuando se emplean varios semáforos próximos entre sí.

Los semáforos de tiempo fijo, tienen una coordinación más precisa con los semáforos adyacentes que en el caso de semáforos accionados por el tráfico, por otro lado, no presentan detectores que informan sobre el número de vehículos que llegan por los accesos.

Finalmente, el costo del equipo de tiempo fijo es menor que la del equipo accionado por el tráfico y su conservación es más sencilla.

#### **2.3.9.3.2. Semáforos accionados por el tráfico**

Estos semáforos reciben información del número de vehículos que llegan por los accesos a través de detectores que se instalan en dichos accesos. Teniendo en cuenta las intensidades de tráfico el regulador del semáforo decide si debe o no cambiar la fase. Existen limitaciones de duración máxima y mínima de cada fase para evitar largas esperas, estas duraciones se adaptan automáticamente a las variaciones del tráfico a través del regulador.

Los semáforos accionados por el tráfico son ideales para intersecciones en carreteras.

#### **2.3.9.3.3. Semáforos con control centralizado**

Este tipo de semáforos reciben órdenes de un ordenador central, que es el encargado de controlar todos los semáforos de una zona. Este ordenador recibe información del tráfico por medio de detectores colocados en lugares estratégicos y decide lo que conviene realizar en cada momento.

Estos semáforos son utilizados en grandes zonas urbanas.<sup>4</sup>

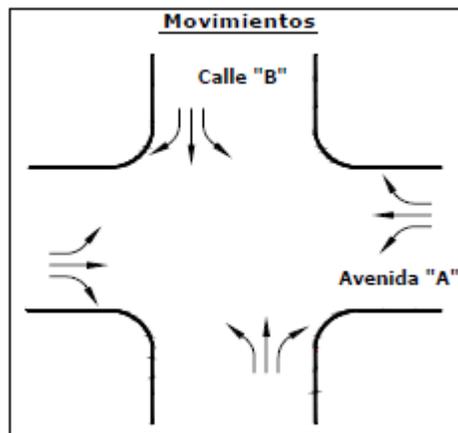
#### 2.3.9.4. Términos básicos o parámetros de tiempo

**Indicación de señal:** Se refiere al encendido de una de las luces del semáforo o una combinación de varias luces al mismo tiempo.

**Ciclo o Longitud de ciclo:** Tiempo necesario para que el disco indicador efectúe una revolución completa o secuencia completa de todas las indicaciones de señal del semáforo.

**Movimiento:** Maniobra o conjunto de maniobras de un mismo acceso que tienen el derecho de paso simultáneamente y forman una misma fila.

Figura 2.8. Movimientos en una intersección con semáforo



Fuente: Ingeniería de Tráfico de Rafael Cal y Mayor R. & James Cárdenas G.

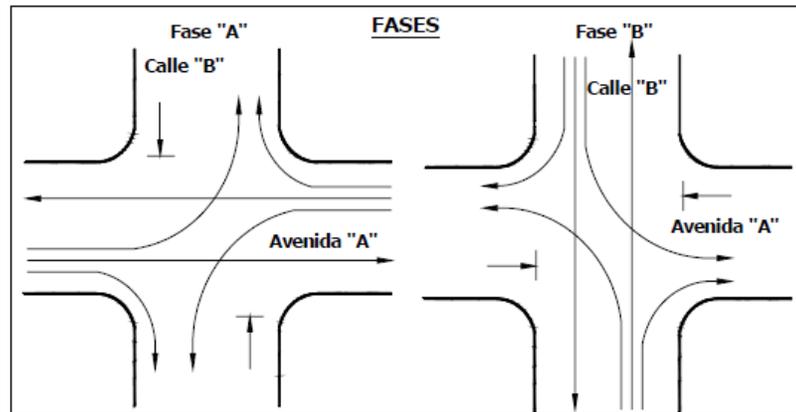
**Intervalo:** Cualquiera de las diversas divisiones del ciclo, durante la cual no cambian las indicaciones de señal del semáforo.

**Fase:** Es parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso, durante uno o más intervalos. Es la selección y ordenamiento de movimientos simultáneos. Una fase puede significar un solo movimiento vehicular, un solo movimiento peatonal, o una combinación de movimientos vehiculares y peatonales. Una fase comienza con la pérdida del derecho de paso de los movimientos que entran en conflicto con los que lo ganan. Un movimiento pierde el derecho de paso en el momento de aparecer la indicación amarilla.

---

<sup>4</sup> Universidad Politécnica de Madrid. Elementos de Ingeniería de Tráfico.

**Figura 2.9. Fases en una intersección con semáforos**



**Fuente:** Ingeniería de Tráfico de Rafael Cal y Mayor R. & James Cárdenas G.

**Secuencia de fases:** Orden predeterminado en que ocurren las fases del ciclo.

**Reparto:** Porcentaje de la longitud del ciclo asignado a cada una de las diversas fases.

**Intervalo de despeje:** Tiempo de exposición en el intervalo amarillo del semáforo que sigue al intervalo verde. Es un aviso de precaución para pasar de una fase a la siguiente.

**Intervalo todo rojo:** Tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tráfico que se prepara a circular. Es utilizado en la fase que recibe el derecho de paso después del amarillo de la fase que lo pierde, con el fin de dar un tiempo adicional que permita a los vehículos, que pierden el derecho de paso, despejar la intersección antes de que los vehículos, que lo ganan, reciban verde. Se aplica sobre todo en aquellas intersecciones que sean excesivamente anchas. También puede ser utilizado para crear una fase exclusiva para peatones.

**Intervalo de cambio de fase:** Intervalo que puede consistir solamente en un intervalo de cambio amarillo o que puede incluir un intervalo adicional de despeje todo rojo.<sup>5</sup>

#### **2.4. GENERALIDADES DE LA SEÑALIZACIÓN**

La señalización vial es la encargada de indicar reglamentar y divulgar los dispositivos requeridos para la regulación de tránsito en calles, carreteras, con el propósito de generar un ambiente ágil, seguro y eficiente para los usuarios, en su movilización por las vías

---

<sup>5</sup> Rafael Cal y Mayor - James Cárdenas G. (2000). Ingeniería de Transito.

públicas del país. La decisión de utilizar un dispositivo en particular, en una localización determinada, debe basarse en un estudio de ingeniería ya que es función de los dispositivos indicar a los usuarios las precauciones que debe tener en cuenta, las limitaciones que existen en el tramo de circulación. La circulación vehicular debe regularse a fin de que el tránsito se desarrolle en forma fluida, cómoda y segura. La señalización vial debe tener en cuenta las generalidades de los dispositivos para la regulación del tránsito, los cuales son velocidad, visibilidad, uso y conservación.

**Visibilidad:** Las señales preventivas, reglamentarias e informativas deberán elevarse con material retro reflectante tipo I o de características superiores, que cumpla con las coordenadas cromáticas en términos del Sistema Colorimétrico Standard y las demás especificaciones fijadas en la norma técnica colombiana NTC 4739<sup>s</sup>. Que se refiere a Láminas Retroreflectivas Para Control de Tránsito.

**Uso:** Con el fin de optimizar la efectividad de los dispositivos para el control del tránsito, es relevante elaborar siempre un estudio detallado que permita establecer el mejor uso y ubicación de las señales evitando inconvenientes por su mala utilización, además de facilitar la comprensión de las señales y el acatamiento por parte de los usuarios.

**Conservación:** Todas las señales deben permanecer en condiciones favorables para su comprensión; limpias, en correcta posición y legibles.

#### **2.4.1. Señalización vertical**

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía, que mediante símbolos cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligro y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de la misma.<sup>6</sup>

**Señales informativas:** Tienen por objeto guiar al usuario de la vía. Suministrándole información de localidades, destinos, direcciones, sitios especiales, distancias y prestaciones de servicios. Los colores distintivos son: fondo azul, textos y flechas blancas

---

<sup>6</sup> Ministerio de transporte, ministerio de comercio industria y turismo, instituto nacional de vías la secretaria de tráfico y transporte de Bogotá, fondo de prevención vial. Señalización vertical. En: manual de señalización vial 2004.

y símbolos negros. Se exceptúan las señales de identificación cuyo fondo es blanco y símbolos negros.

**Figura 2.10. Señales informativas**



**Fuente:** <https://pt.slideshare.net/linaperez15/seales-de-trnsito-31896060>

**Señales preventivas:** Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía, la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de esta, los colores distintivos son: fondo amarillo símbolos y orla negra, se identifican con el código SP.

**Figura 2.11. Señales preventivas**



**Fuente:** <https://pt.slideshare.net/linaperez15/seales-de-trnsito-31896060>

**Señales reglamentarias:** Tienen por objeto indicar al usuario de la vía las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso y cuya violación constituye falta. En las señales circulares los colores distintivos son: anillo y líneas oblicuas en rojo, fondo blanco y símbolos negros. Se identifican con el código SR.

**Figura 2.12. Señales reglamentarias**



**Fuente:** <https://pt.slideshare.net/linaperez15/seales-de-trnsito-31896060>

**Uso:** Debe tenerse cuidado de no instalar un número excesivo de señales preventivas y reglamentarias ya que esto puede ocasionar contaminación visual. Se deberán usar solamente en el lugar que se requieran, donde se apliquen reglamentaciones especiales o donde los peligros no sean evidentes.

**Ubicación lateral y longitudinal:** Las señales se ubican al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tráfico de forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 85 y 90 grados, con el fin de permitir una óptima visibilidad al usuario. En casos en donde no exista la distancia suficiente que permitirá colocar dos señales verticales individuales separadas. Se podrán adosar dos tableros de señales verticales en un solo poste, esto depende de la velocidad de operación de la vía.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Ministerio de transporte, ministerio de comercio industria y turismo, instituto nacional de vías la secretaria de tráfico y transporte de Bogotá, fondo de prevención vial. Señalización vertical. En: manual de señalización vial 2004.

### 2.4.2. Señalización horizontal

La señalización horizontal es la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como por los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular y canalizar el tráfico o indicar la presencia de obstáculos. Las marcas sobre el pavimento, tienen por objeto regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía y pueden emplearse solas o con otros medios de señalización a fin de reforzar o precisar sus indicaciones.<sup>8</sup>

La demarcación es el complemento importante de la señalización vertical, deben hacerse mediante el uso de pinturas frías o en caliente; los requisitos que debe cumplir la pintura en frío para demarcación están contemplados en la norma técnica colombiana NTC 1360-1. Que se refiere a Pinturas en Frío para Demarcación de Pavimentos.

En el caso que sea necesario complementar las líneas longitudinales, podrán utilizarse tachas reflectivas, que sobresalgan menos de 2,5 cm de la superficie del pavimento; para estas debe cumplirse con lo especificado en la NTC 4745. Que se refiere a Tachas Retroreflectivas Pegadas Sobre Pavimento.

**Marcas longitudinales:** Una línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella, ni cuando la marca separe los dos sentidos de circulación, circular por la izquierda de ella. Una marca longitudinal constituida por dos líneas continuas tiene el mismo significado. Se excluyen de este significado las líneas continuas de borde de calzada.

**Líneas centrales:** las líneas de color amarillo, se utilizan para indicar el eje de una calzada con tráfico en los dos sentidos y de color blanco para separar carriles de tráfico, en el mismo sentido. Las líneas centrales estarán conformadas por una línea segmentada de 12 cm de ancho, como mínimo, con una relación de longitudes entre segmentos y espacio de 3 a 5.

---

<sup>8</sup> Ministerio de transporte, ministerio de comercio industria y turismo, instituto nacional de vías la secretaria de tráfico y transporte de Bogotá, fondo de prevención vial. Señalización horizontal. En: manual de señalización vial 2004.

**Líneas de borde de pavimento:** esta línea separa la berma del carril de circulación indicando el borde superior del pavimento. Estará formada por una línea blanca continua de 12 cm de ancho.

En todas las vías urbanas y rurales que no cuenten con sardineles y en las vías arterias o de jerarquía superior, se debe delimitar el borde del pavimento para impedir el tráfico de vehículos por la berma y especialmente en la aproximación e intersecciones, cruces, puentes angostos, perímetros urbanos, etc.

**Líneas de carril:** sirven para determinar los carriles que conducen el tráfico en la misma dirección, también cumplen la función de incrementar la eficiencia del uso de una calle en sitios en donde se presentan congestionamientos.<sup>9</sup>

Figura 2.13. Señales horizontales



Fuente: <http://www.conducircolombia.com/senalesde piso.html>

<sup>9</sup> Ministerio de transporte, ministerio de comercio industria y turismo, instituto nacional de vías la secretaria de tráfico y transporte de Bogotá, fondo de prevención vial. Señalización horizontal. En: manual de señalización vial 2004.

## **2.5. SEGURIDAD VIAL**

La seguridad vial consiste en la prevención de accidentes de tráfico o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un hecho no deseado de tráfico. También se refiere a las tecnologías empleadas para dicho fin en cualquier medio de desplazamiento terrestre (ómnibus, camión, automóvil, motocicleta, bicicleta y a pie).

Otro término más completo es el que define seguridad vial como las reglas y actitudes que son necesarias para estar seguro si la persona está manejando algún vehículo o caminando en una vía.

Las normas reguladoras de tráfico y la responsabilidad de los usuarios de la vía pública componen el principal punto en la seguridad vial. Sin una organización por parte del estado, con el apoyo de reglamentaciones para el tráfico y sin la moderación de las conductas humanas (educación vial) particulares o colectivas, no es posible lograr un óptimo resultado. Autoridades y promotores voluntarios deben llevar a cabo en forma permanente campañas, programas y cursos de seguridad y educación vial, en los que se debe promover:

- La cortesía y precaución en la conducción de vehículos.

- El respeto al agente de vialidad.

- La protección a los peatones, personas con discapacidad y ciclistas.

- La prevención de accidentes.

- El uso racional del automóvil particular.

La prioridad en el uso del espacio público de los diferentes modos de desplazamiento será conforme a la siguiente jerarquía:

- Peatones.

- Ciclistas.

- Usuarios y prestadores del servicio de transporte de pasajeros masivo, colectivo o individual.

- Usuarios de transporte particular automotor.

- Usuarios y prestadores del servicio de transporte de carga.

Es muy importante conocer, como peatones, cuales son nuestros derechos para garantizar nuestra integridad física, así como también cuales son nuestras obligaciones.

Los peatones tienen derecho de preferencia sobre el tráfico vehicular, para garantizar su integridad física cuando:

En los pasos peatonales, la señal del semáforo así lo indique.

Habiéndoles correspondido el paso de acuerdo con el ciclo del semáforo no alcancen a cruzar la vía.

Los vehículos vayan a dar vuelta para entrar a otra vía y haya peatones cruzando ésta.

Los vehículos deban circular sobre el acotamiento y en éste haya peatones transitando, aunque no dispongan de zona peatonal.

Transiten por la banqueta y algún conductor deba cruzarla para entrar o salir de una cochera o estacionamiento.

Transiten en comitivas organizadas o filas escolares.

Transiten por los espacios habilitados para ello cuando la acera se encuentre afectada por la ejecución de un trabajo o evento que modifique de forma transitoria las características del área de circulación peatonal.

Los peatones deben, por su propia seguridad, observar las siguientes obligaciones:

Cruzar las vías primarias y secundarias por las esquinas o zonas marcadas para tal efecto, excepto en las calles locales o domiciliarias cuando sólo exista un carril para la circulación.

Utilizar los puentes, pasos peatonales a desnivel o rampas especiales para cruzar la vía pública dotada para ello.

Tomar las precauciones necesarias en caso de no existir semáforo.

Obedecer las indicaciones de los agentes, promotores voluntarios de seguridad vial y las señales de tráfico.

Hacer caso a las señales del semáforo (rojo: pare ámbar: vaya deteniéndose y verde: avance).

### **2.5.1. Seguridad activa**

Es aquello que asiste al conductor para evitar un posible siniestro interviniendo de manera permanente durante la circulación, algunos ejemplos que podemos citar son:

**Sistema de retrovisores:** Permite al conductor, la visibilidad posterior del vehículo y la circulación que ocurre detrás, para ello se cuenta con: espejos, eliminación de puntos

ciegos, y otras ayudas de control como radares, comunicación de seguridad inalámbrica del vehículo y visión nocturna.

**Sistemas de suspensión:** La suspensión tiene una labor muy relevante en la seguridad activa. Sirve para dar comodidad al vehículo y sus ocupantes, disminuyendo la transmisión de irregularidades del terreno al habitáculo y favoreciendo el agarre del automóvil al suelo y, por tanto, su estabilidad. Los amortiguadores son los mecanismos que proporcionan seguridad y confort durante la conducción, aportando estabilidad al vehículo.

Mecánica: En este caso, los desplazamientos de las ruedas son absorbidos por los resortes o espirales.

Hidráulica: Los conjuntos hidráulicos soportan los desplazamientos de las ruedas.

Hidroneumática: Es la acción combinada de un líquido y un gas, para soportar los desplazamientos de las ruedas

**Sistema frenado:** El freno es el mecanismo encargado de aminorar la marcha del vehículo o detenerlo mediante el rozamiento o fricción del tambor o disco con las pastillas. Los frenillos se clasifican según el sistema de accionamiento:

Mecánico

Neumático

Eléctrico

Automático

Los sistemas más empleados en automóviles de uso particular, son el mecánico y el hidráulico. Los frenos pueden ser de tambor o de disco, aunque algunos fabricantes combinan ambos montando los frenos de disco en las ruedas delanteras y los de tambor en las traseras.

La fuerza de frenado debe asegurar una rápida detención de las ruedas, pero sin llegar a bloquearlas. Para que eso sea posible es fundamental tener en cuenta las condiciones de la vía y el estado general de los mecanismos del vehículo (neumáticos, suspensiones, etc.). Se pueden encontrar distintos tipos de mejoras que optimizan la frenada y garantizan la gobernabilidad de la dirección en condiciones críticas. Entre eficientes y muy eficientes: ABS (Antilock Brake System: sistema anti-bloqueo de frenos)

con EBV (reparto electrónico de frenada). ESP (control de estabilidad), con EDL (control de tracción).

**Sistema de dirección:** La dirección orienta las ruedas a voluntad del conductor, con precisión y suavidad, e influye directamente en la estabilidad del vehículo. Si la dirección es asistida, el esfuerzo sobre el volante se reduce considerablemente a través de un sistema hidráulico que realiza la mayor parte del trabajo necesario para girar la dirección.

Los sistemas de dirección servo asistida permiten hacer menos esfuerzos en el volante a la hora de maniobrar el auto para estacionarlo y mantener una dirección correcta cuando circulamos a altas velocidades.

También estos sistemas de dirección pretenden asegurar un perfecto control del vehículo incluso en condiciones límite, (coeficiente de roce diferentes para las ruedas delanteras, variaciones rápidas del ángulo de giro).

Las presiones de trabajo del sistema hidráulico se taran (calibran) para que quienes se sientan al volante, sientan constantemente un alto grado de adherencia de los neumáticos con la carretera, permitiendo, de esta manera, un grado de seguridad muy alto.

**Sistema de iluminación.** El uso de las luces es un punto fundamental dentro de la seguridad activa en la circulación ya que por intermedio de las mismas los conductores y usuarios de la vía pública se comunican entre las personas.

### **2.5.2. Seguridad pasiva**

Es aquella que se encarga de minimizar las consecuencias negativas que se pueden producir cuando el accidente es inevitable.

Cierre automático de la inyección de combustible para impedir incendios que puede afectar a cualquier persona.

Depósito de combustible y elementos auxiliares diseñados para evitar el derrame de combustible en caso de colisión.

Aviso automático a centro de emergencias después de un accidente (opcional en algunos vehículos estadounidenses).

Puertas diseñadas para una fácil apertura después del accidente.

Hebillas del cinturón de seguridad de fácil apertura.

Llevar herramientas de seguridad en caso de emergencia.

**Pedalera colapsable:** Minimiza los daños en las extremidades inferiores del conductor en caso de colisión frontal.

**Columna de dirección articulada colapsable:** Esta columna cuenta con zonas de absorción de deformaciones que se localizan en la parte inferior del auto.

**Volante con absorción de energía:** Donde la corona del volante y los radios son amplios y redondeados, cubiertos por un material deformable que no produce astillas.

**Parabrisas y cristales laterales:** El compuesto utilizado en la fabricación del cristal parabrisas está preparado para que, en caso de accidente, no salten astillas que puedan dañar a los pasajeros del vehículo. En cambio, las ventanillas laterales son más débiles y pueden romperse más fácilmente, serían las salidas de emergencia en caso de volcamiento si las puertas quedasen bloqueadas.

Hay que tomar en cuenta que ante un siniestro (es así como se cataloga en orden de atención en los hospitales), es de vital importancia contar con una aseguradora confiable y así evitar pérdida de tiempo que puede resultar vital.

Al elegir un seguro para nuestro auto hay que tomar en cuenta puntos clave como son: la cobertura, que hospitales y servicios de ambulancia se encuentran en convenio con dicha aseguradora, cual es la suma asegurada que manejamos o si esta va aumentando en cuestión al tiempo que llevemos con el seguro o cuál sería el deducible a pagar.

Otros puntos a tomar en cuenta son los estudios de gabinete y especializados que están autorizados según nuestra cobertura, que especialidades se encuentran en el rol médico que manejan, si estos están por llamado o de planta en el hospital.

Uso de elementos visuales (como líneas verdes en la carretera) para instar a conductores a circular a menor velocidad.

### **2.5.3. Seguridad de bebés y niños**

La seguridad automovilística es crítica en estos casos, sobre todo considerando que los dispositivos existentes no han sido diseñados para ellos. En muchos países (por ejemplo, en los Estados miembros de la Unión Europea) es obligatorio el uso de mecanismos de retención apropiados al peso y la altura; desde sillas especiales hasta elevadores que impidan que el cinturón de seguridad provoque asfixia si ocurre un accidente. En todos los casos se deben utilizar siguiendo las instrucciones de los fabricantes, y debe recordarse el peligro que puede representar para un bebé o niño la bolsa de aire.

Los accidentes de tráfico son la primera causa de muerte en niños menores de 14 años, y el uso de sistemas de retención infantil o sillas de bebés puede reducir las muertes en un 75% y las lesiones provenientes de accidentes de tráfico hasta en un 90%.

Cumplir con este tipo de normas y con las sillas infantiles, no debería hacerse solamente con la finalidad de evitar multas, sino que debería usarse siempre que se viaja con niños y velar porque estén correctamente homologados, para salvaguardar la vida de los niños. A la hora de elegir un sistema de retención infantil, se debería hacer una investigación sobre cuáles son los mejores y más acordes con respecto a nuestro coche, y de esa forma, velar porque el niño esté siempre lo más seguro posible en su silla durante el trayecto. Actualmente en la Unión Europea, existen dos normativas diferentes para sillas infantiles; en 2013 entró en vigor la normativa ECE R129 que también es conocida como i-Size, y desde 1982 existe la normativa ECE R44/04, esto también se debería tener en cuenta para elegir el que mejor se acople a nuestras necesidades, pero que a la vez, sea moderno y cumpla con las normativas existentes.

#### **2.5.4. Seguridad ante la conducción rutinaria**

Muchos conductores que siguen la misma ruta cada día lo hacen sin utilizar el área del cerebro donde tiene lugar el pensamiento consciente, según afirma el científico especialista en tráfico Michael Schreckenberg, de la Universidad de Duisburgo-Essen (Alemania). Como conocen el camino, los conductores se ocupan de otras cosas en vez de concentrarse en el tráfico; en consecuencia, tardan más en advertir los peligros. Por esta razón, se les recomienda recordar continuamente la necesidad de estar alerta y no distraerse de la carretera. No solamente se debe tener en cuenta que se conoce el camino sino también el clima ya que no es lo mismo conducir en un día soleado a conducir en un fuerte aguacero o sobre una vía congelada.<sup>10</sup>

La seguridad vial es una muy importante área de estudio por razones tanto humanitarias y de salud pública como económicas.

La información organizada sobre accidentes carreteros permite generar una fotografía representativa de la situación de la seguridad vial y contribuir a su mejoramiento. Es

---

<sup>10</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Seguridad\\_vial](https://es.wikipedia.org/wiki/Seguridad_vial)

también de gran importancia para desarrollar programas de planeación y operación del sector transporte.

La seguridad vial es la encargada de indicar reglamentar y divulgar los dispositivos requeridos para la regulación de tráfico en calles, carreteras, con el propósito de generar un ambiente ágil, seguro y eficiente para los usuarios, en su movilización por las vías públicas del país. La decisión de utilizar un dispositivo en particular, en una localización determinada, debe basarse en un estudio de ingeniería ya que es función de los dispositivos indicar a los usuarios las precauciones que debe tener en cuenta, las limitaciones que existen en el tramo de circulación. La circulación vehicular debe regularse a fin de que el tráfico se desarrolle en forma fluida, cómoda y segura. La seguridad vial debe tener en cuenta las generalidades de los dispositivos para la regulación del tráfico, los cuales son velocidad, visibilidad, uso y conservación.<sup>11</sup>

**Visibilidad:** Las señales preventivas, reglamentarias e informativas deberán elevarse con material retro reflectante tipo I o de características superiores, que cumpla con las coordenadas cromáticas en términos del Sistema Colorimétrico Standard y las demás especificaciones fijadas en la norma técnica colombiana NTC 4739<sup>12</sup>. Que se refiere a Laminas Retroreflectivas Para Control de Tráfico.

**Uso:** Con el fin de optimizar la efectividad de los dispositivos para el control del tráfico, es relevante elaborar siempre un estudio detallado que permita establecer el mejor uso y ubicación de las señales evitando inconvenientes por su mala utilización, además de facilitar la comprensión de las señales y el acatamiento por parte de los usuarios.

**Conservación:** Todas las señales deben permanecer en condiciones favorables para su comprensión; limpias, en correcta posición y legibles.

## 2.6. ACCIDENTES DE TRAFICO

Mucho antes de que se inventaran los automóviles, las víctimas causadas por el tráfico se veían involucrados carruajes, carros, animales y personas. Las cifras aumentaron

---

<sup>11</sup> Ministerio de transporte, ministerio de comercio industria y turismo, instituto nacional de vías la secretaría de tráfico y transporte de Bogotá, fondo de prevención vial. Generalidades

<sup>12</sup> Instituto colombiano de normas técnicas. Laminas retroreflectivas para control de tráfico – ntc 4739. Bogotá d.c. el instituto,2006.

exponencialmente con la aparición constante de automóviles, autobuses, camiones y otros vehículos de motor.

En los países de ingresos bajos y medianos se concentra aproximadamente un 85% de esas muertes y el 90% de la cifra anual de años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD) perdidos por causa de esas lesiones. (OMS, 2004) Una de las principales causas de muerte a nivel nacional y mundial son las causada por accidentes de tráfico, para el año 2011 se registran 662 muertes (COSEVI, 2010).

A nivel mundial se registra que por año muere aproximadamente 1 200 000 personas (OMS 2004), por lo cual es inevitable la preocupación de las autoridades correspondiente por el estudio de los accidentes de tráfico, con el fin de generar políticas de planificación que permita disminuir las cifras para poder asegurar una mejor calidad de vida a los ciudadanos.

Un accidente de tráfico es el resultado de una distorsión en la interacción del sistema “usuario- vehículo-vía” del transporte automotor, el cual tiene como consecuencia daños materiales y víctimas, por ende, grandes pérdidas económicas para el país (Naranjo J. E., Sánchez E., 1992). La organización panamericana de la salud señala “Que una colisión en las vías de tráfico es el resultado de una combinación de factores relacionados con los componentes del sistema, vial que incluyen las calles los caminos el entorno vial, los vehículos y los usuarios de la vía pública y la manera que interactúan. (OPS, 2004).

En un accidente intervienen varias variables, las cuales se pueden agrupar en al menos tres: Usuario, vehículo y la vía. Estas tres variables interactúan de diferente forma e intensidad, dependiendo del sistema de transporte en que estos se localicen.

De una manera general puede considerarse que al menos un 57% de los accidentes están atribuidos a los usuarios, el hecho que el usuario sea el principal contribuyente en los accidentes de tráfico se debe a dos causas, su conducta y su estado físico.

La ultima variable a considerar dentro de la trilogía de los accidentes es la de la vía y su entorno, las características de la vía (geometría de la ruta), tiene un efecto en la causalidad de los accidentes, dentro de las características se puede citar los espaldones, estado del pavimento, diseño geométrico y el señalamiento vertical y horizontal. El entorno de la vía lo componen los obstáculos, el clima, la iluminación, y los entes distractores (ventas,

publicidad, etc). Tanto la vía, como el entorno influyen directamente en la accidentalidad de un tramo de carretera.

Es importante destacar que el estudio de los accidentes de tráfico desde la geografía de los transportes, no ha sido desarrollado en el país, esto por la propia naturaleza de estos estudios los cuales dependen de la disponibilidad de información.

Un accidente de tráfico es todo evento, por lo general involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas o a bienes involucrados en él, el cual se traduce en víctimas con lesiones mortales o personales; este aspecto dependerá principalmente de diferencias propias de la persona, como, edad, género, estado de salud, clase de accidente, tipo de trauma, uso de elementos de protección o seguimiento a la norma, inmediatez con que se preste la atención a las víctimas, entre otras.

Dentro de las clases de accidentes de tráfico se encuentran las siguientes:

Atropello, caracterizado por el encuentro de un vehículo con un peatón.

Caída, caracterizada por el descenso o desprendimiento de un pasajero del vehículo en el que se transporta.

Colisión, es embestirse dos o más vehículos en movimiento.

Choque, es embestirse un vehículo en movimiento contra otro detenido o contra obstáculos físicos.

Volcamiento, es el giro de un vehículo en movimiento sobre su eje longitudinal o transversal respecto a su sentido de marcha, durante el cual apoya cualquier parte de su estructura después de abandonar la posición normal de rodaje.

Otros: cualquier accidente de tráfico no incluido dentro de la tipificación dada.

## **2.7. ANÁLISIS ESPACIAL Y SU RELACIÓN CON LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO.**

La comprensión del espacio geográfico radica en la medida de las variables que se pueden considerar para dicho estudio. Estas variables se pueden relacionar formando así nuevas variables o actores espaciales que pueden determinar la configuración de un determinado espacio. Esta relación de variables y de elementos espaciales, se estudian mediante las técnicas desarrolladas por el análisis espacial. El análisis espacial como señala bosque (1992) es la denominación empleada para referirse a un amplio conjunto de

procedimientos de estudio de los datos geográficos en los que se considera de alguna manera sus características espaciales (Gamir, Agustín. 1991).

Por lo tanto los estudios en el campo de la planificación del transporte y la movilidad requieren indudablemente un abordaje interdisciplinar, para abarcar sus más diversas características y conocer de manera holística los factores que rigen su comportamiento. Ahora, cabe señalar que el análisis de sus atributos y elementos de carácter espacial, en su mayor parte caen en el ámbito de la denominada Geografía del Transporte; al respecto, Seguí Pons y Martínez Reynés (2003) ponen de manifiesto la pluralidad de enfoques en dicho campo subdisciplinar, y rescata sus continuos progresos gracias a las nuevas tecnologías. Un hecho positivo de esta situación es el enriquecimiento de su acervo conceptual y metodológico, pero como contraparte, también surge la necesidad de consensuar términos y conceptos hoy comunes en la temática, pero muchos de ellos acuñados en ciencias y disciplinas diversas (geografía, ingeniería del transporte, urbanismo, sociología, economía, etc).

Una situación con similares características -interdisciplinariedad y complejidad de enfoques que se presenta en el campo de los Sistemas de información Geográfica (SIG), y sensores remotos (Cardozo, O. 2006). Siendo estas dos técnicas del análisis espacial que nos permiten estudiarlos accidentes de tráfico.

En el presente proyecto se utilizan importantes de técnicas de análisis espacial mediante la aplicación de los sistemas de información geográfica, la cual se podría definir como el conjunto hardware, software y recurso humano destinado al procesamiento de información espacial. En general, un Sistema de Información (SI) consiste en la unión de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos dentro de una organización (empresa, administración, etc.). Un SIG es un caso particular de SI en el que la información aparece georreferenciada es decir incluye su posición en el espacio utilizando un sistema de coordenadas estandarizado resultado de una proyección cartográfica.

De esta forma se distingue claramente que las técnicas de análisis espacial permiten un análisis exhaustivo de los procesos que interfieren en los accidentes de tránsito, permitiendo relacionar tantos elementos propios de la infraestructura y condiciones socio económicas de la población en que estos están inmersos.

## **2.8. LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Todo sucede siempre en algún lugar. A lo largo de los años los seres humanos hemos desarrollado nuestras actividades en la superficie del globo terrestre o cerca de esta: construimos túneles; cavamos zanjas para sepultar las diferentes redes de tuberías y cables, como el agua, el gas, y la electricidad; construimos minas para explotar los minerales y perforamos el subsuelo para acceder a los pozos de petróleo y gas. Todas estas actividades son de gran importancia, igual que es de gran importancia saber dónde están ocurriendo.<sup>13</sup>

Conocer donde está sucediendo algo es de vital importancia si queremos ir allí o bien queremos enviar allí a alguien, e incluso si queremos encontrar alguna otra información sobre ese lugar o simplemente, por ejemplo, si queremos informar a la gente que vive alrededor. Por lo tanto, podemos afirmar que muchas decisiones (o quizás todas) políticas, estratégicas y de planificación de acciones sobre el territorio tienen consecuencias geográficas.

En resumen, la información geográfica (IG) es información sobre un elemento en la superficie de la tierra, es el conocimiento sobre (donde) hay algo o (que hay) en un determinado lugar.

## **2.9. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (S.I.G.)**

Se define como sistema de información geográfica (SIG) a un sistema de información que es utilizado para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos referenciados geográficamente o datos geoespaciales, a fin de brindar apoyo en la toma de decisiones sobre planificación y manejo del uso del suelo, recursos naturales, medio ambiente, transporte, instalaciones urbanas y otros registros administrativos.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Botella Plana, Albert, Muñoz Bolas, Anna, Rodríguez Lloret, Jesús, Olivella González, Rosa, y Olmedillas Hernández, Joan Carles. Introducción a los sistemas de información geográfica y Geotelemática. Editorial UOC, 2011.

<sup>14</sup> Murai, Shunji. Libro de trabajo de SIG, volumen 1: curso básico. Asociación Japonesa de geomensura 1999.

### **2.9.1. Características de los SIG para el desarrollo y uso de indicadores**

Los SIG son herramientas útiles y necesarias para la integración de información y su incorporación dentro del proceso de la toma de decisiones. Los SIG permiten superponer y analizar gran cantidad de datos provenientes de distintas fuentes de acuerdo a un estándar y sistema de referenciación geográfica común, dentro de un contexto espacial y temporal, más poderoso que los métodos convencionales, datos tabulados, series históricas. En los últimos años, el uso de los SIG ha evolucionado desde la simple producción de mapas (automatización del proceso de producción) o la solución de problemas sectoriales, hacia la integración de datos multi-disciplinarios y sistemas que permiten el desarrollo de verdaderas herramientas de gestión para el apoyo de la toma de decisiones, planificación y desarrollo de políticas.

Las herramientas disponibles para el diseño de sistemas de información deben permitir, además de relacionar información social, económica y ambiental la integración de las dimensiones temporales y espaciales. No obstante, la dimensión espacial en muchos casos no es tomada en cuenta en la elaboración de información para la toma de decisiones. Es así como, si bien se han hecho esfuerzos para la elaboración de información espacial y temporal, algunas iniciativas regionales y globales se han concentrado pragmáticamente en la obtención de información para series de tiempo.

Es así como la integración de herramientas como indicadores y SIG permiten mejorar la utilización de marcos conceptuales y metodológicos. La incorporación de los aspectos espaciales y temporales en el proceso de análisis, facilita el pasaje del análisis taxonómico (clasificación en función de problemas) al análisis de las causas y consecuencias de problemas de desarrollo y medio ambiente.

La integración de indicadores con SIG ofrece, además, otras ventajas; tales como, la obtención de muestras espaciales significativas para los indicadores y de valores promedios para un área o región considerada; o la obtención de promedios imparciales para una muestra geográficamente distribuida de medidas, gracias a la capacidad de análisis geoestadísticos de los SIG. La capacidad de generar productos cartográficos por medio de los SIG, por ejemplo mapas básicos y de indicadores espaciales, permiten al usuario identificar y analizar las interrelaciones entre las causas y efectos de los problemas

de desarrollo y medio ambiente, en un contexto espacial y temporal convirtiendo la toma de decisiones en un proceso dinámico, más acorde con la realidad.<sup>15</sup>

### **2.9.2. ArcGIS**

ArcGIS es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones e engloban en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo.<sup>16</sup>

### **2.9.3. ArcGIS Desktop**

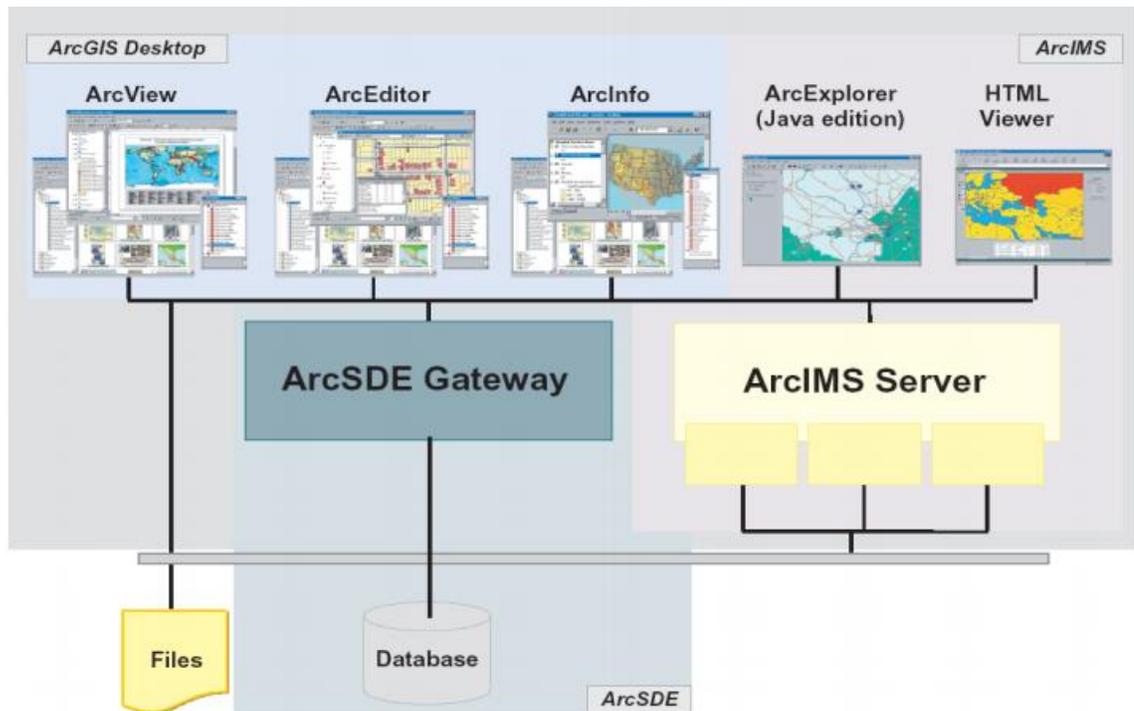
Es una de las más utilizadas, incluyendo en sus últimas ediciones las herramientas ArcReader, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene y ArcGlobe, además de diversas extensiones. ArcGIS for Desktop se distribuye comercialmente bajo tres niveles de licencias que son, en orden creciente de funcionalidades (y coste): ArcView, ArcEditor y ArcInfo. Al usar estas aplicaciones juntas, usted puede desarrollar desde tareas simples hasta geoprosos complejos en GIS, que incluyen edición y creación de mapas, manejo de datos, análisis geográficos, edición de datos y geoprosos. Además ArcGIS permite colocar una cantidad considerable de información espacial y temporal así como otros recursos disponibles en Internet, mediante el uso de ArcIMS. La aplicación ArcGIS Desktop es un sistema sencillo y escalable, que satisface las necesidades de un amplio rango de usuarios de GIS.

---

<sup>15</sup> Winograd, Manuel, Fernández, Norberto y Farrow, Andrew. Herramientas para la toma de decisiones en América Latina y el Caribe. Boulevard de los virreyes.1998.

<sup>16</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>

**Figura 2.14. ArcGIS System**



**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>

#### **2.9.4. ArcMap**

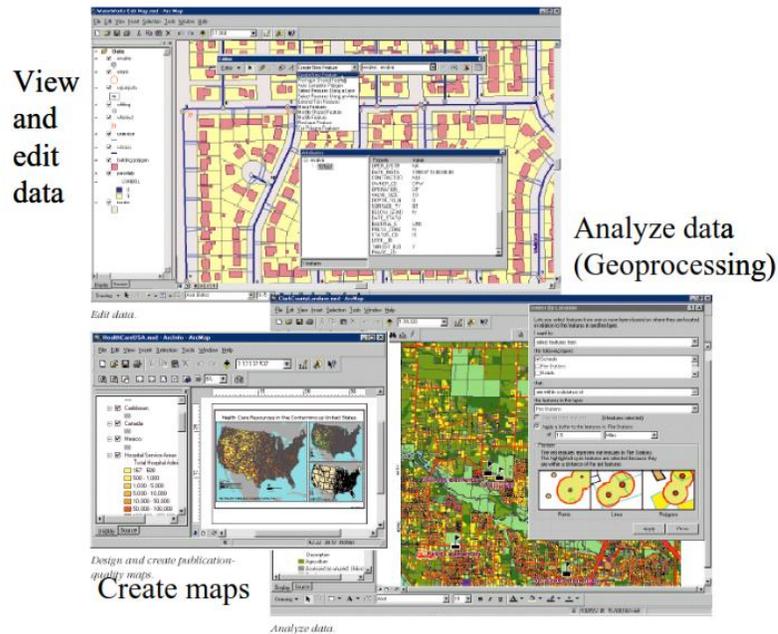
ArcMap es la aplicación central de ArcGIS Desktop donde usted puede visualizar, analizar y editar datos geográficos (geoprocesos), así como crear mapas. Esta es la aplicación de GIS que se usa para todas las tareas relacionadas con los mapas, incluyendo análisis y edición de cartografía. Los mapas pueden tener una serie de elementos de salida tales como la escala gráfica, el norte geográfico, leyendas que describen cada elemento participante, etc. ArcMap ofrece diferentes maneras de visualizar un mapa –como una vista de datos geográficos o como un arreglo final listo para ser impreso o exportado- en las cuales usted puede desarrollar una serie de tareas avanzadas basadas en GIS.

Dentro de ArcMap los documentos son guardados como archivos con extensión \*.mxd. Este archivo. mxd es utilizado para guardar información como tablas, graficas, y vistas de salida.

ArcMap tiene un interfase sencilla en la cual las gráficas, tablas, vistas geográficas y demás

son almacenadas como elementos del mapa, en vez de componentes separados de un proyecto.

**Figura 2.15. ArcMap – Edición, análisis y creación de mapas**



**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>

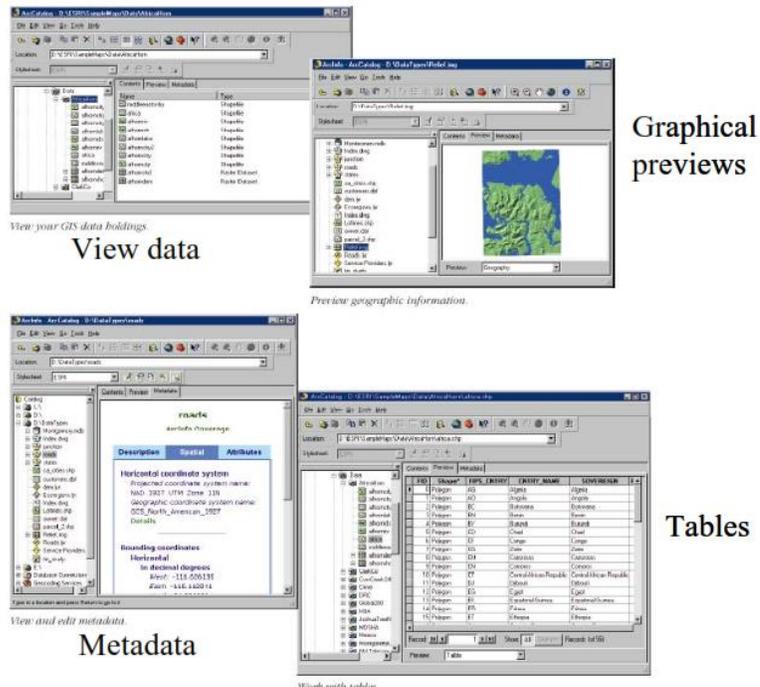
Un concepto importante dentro de ArcMap es la estructura de datos (data frame) que contiene todos los elementos que están siendo desplegados simultáneamente. Esta estructura de datos es desplegada como una tabla de contenidos en ArcMap (TOC), donde clasifica la información geográfica por capas (layers) que existen de manera independiente dentro de cada TOC. Estas capas pueden ser guardadas y compartidas con otros usuarios con la ayuda de ArcCatalog, en la cual pueden ser seleccionadas y movidas hacia otros feature Dataset y/o mapas que compartan las mismas características espaciales.

### 2.9.5. ArcCatalog

La aplicación ArcCatalog ayuda a la organización y manejo de los datos en GIS. Esta aplicación se usa para visualizar datos (tiene la misma función que el Explorador de Windows), graficas, generar metadatos, tablas, etc. ArcCatalog incluye una serie de herramientas para la navegación e identificación de información geográfica, así como para el registro y visualización rápida de la información contenida en el metadata de cada capa.

En ArcCatalog usted puede definir el esquema o estructura particular para el conjunto de capas que contienen los datos geográficos.

**Figura 2.16. ArcCatalog – visualización previa de datos, gráficos y tablas.**

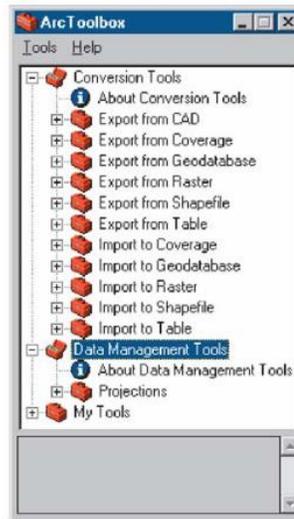


Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>

### 2.9.6. ArcToolbox

El ArcToolbox es una aplicación que contiene muchas de las herramientas utilizadas para los geoprocursos en GIS. Existen dos versiones de ArcToolbox: la completa que viene implementada en ArcInfo, o la versión sencilla que viene como parte del software ArcView o ArcEditor. La aplicación ArcToolbox para ArcInfo contiene más de 150 herramientas para distintos geoprocursos como conversión y manejo de datos, contra solo 20 que vienen incluidas en la versión simple.

**Figura 2.17. ArcToolbox**



**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>

### **2.9.7. Ventajas y desventajas del sistema de información geográfica (S.I.G.)**

#### **Ventajas:**

- Mejoran el ordenamiento de los datos referenciados espacialmente.
- Permiten mantener los datos en forma físicamente compacta.
- Proveen un único lugar para el resguardo de los datos.
- Proporcionan herramientas computacionales capaces de realizar variados tipos de manipulación de los datos, incluyendo las mediciones de mapas, la sobre posición de mapas, transformaciones de los formatos de los datos, diseños gráficos y manejo de bases de datos.
- Permiten el diseño gráfico interactivo a través de las herramientas de dibujo automatizado, las que a su vez posibilitan acelerar y mejorar las tareas cartográficas tradicionales y diversificar la cartografía temática.
- Permiten formas de análisis que manualmente resultarían muy costosas o ineficientes. Tal es el caso del análisis digital de terreno, cálculos tales como pendientes, intensidad de insolación, sobre posición de conjuntos complejos de polígonos, etc.
- Favorecen el proceso de toma de decisiones relativas al espacio, a través de las facilidades de integración y asociación de información.

**Desventajas:**

- Inestabilidad del software a la hora de trabajar mucho tiempo se satura y se hace lento.
- Escaso soporte técnico, porque el software necesita un buen equipo para que pueda ejecutarse.
- El software con licencia tiene un costo inaccesible para el bolsillo lo cual cada nueva actualización hace que el costo sea más elevado para adquirir.

**CAPÍTULO III**  
**APLICACIÓN DE LOS SIG EN**  
**ACIDENTALIDAD Y SEGURIDAD VIAL**

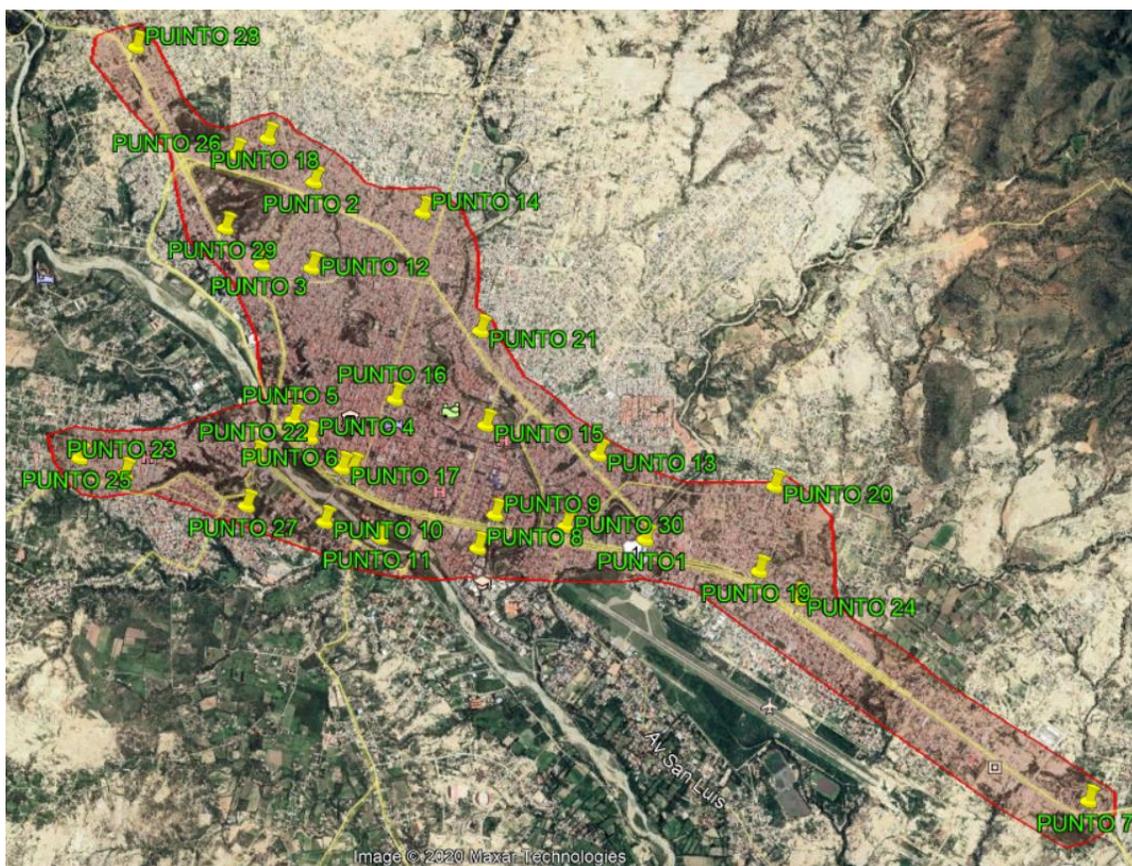
## CAPÍTULO III

### APLICACIÓN DE LOS SIG EN ACIDENTALIDAD Y SEGURIDAD VIAL

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE TARIJA

##### 3.1.1. Ubicación del área de estudio

Figura 3.1. Zona urbana Cercado - Tarija.



Fuente: Elaboración Propia.

El área de estudio se realizó en la zona urbana del departamento de Tarija, provincia Cercado, ciudad de Tarija, al norte en la intercepción PANAMERICANA Y ROTONDA SAN MATEO hasta el sur en la rotonda EL PORTILLO, al este en la intercepción CALLE 15 DE AGOSTO Y GENERAL TRIGO hasta el oeste en la ROTONDA PAITA, donde se optó por analizar los puntos críticos de mayor accidentabilidad.

### 3.1.2. Distritos urbanos

El Municipio de Tarija cuenta en la actualidad con 21 distritos, 13 urbanos y 7 rurales, la distribución de la Provincia Cercado se muestra en el cuadro a continuación:

Figura 3.2. Distritos urbanos

Distritos	Barrios	Distritos	Barrios	Distritos	Barrios
1	El Molino	2	San Roque	3	La Panosas
4	La Pampa	5	Virgen de Fátima	8	Eduardo Abaroa San José Lourdes San Marcos Oscar Alfaro La Florida 24 de Junio
6	La Loma El Carmen Guadalquivir 57 Viviendas Luis Pizarro 15 de Noviembre Juan Pablo II Libertad Virgen de Chaguaya 15 de Agosto Panamericano Mecánicos Carlos Wagner La Unión Los Olivos Paraíso Los Álamos	7	Defensores del Chaco Oscar Zamora 3 de Mayo 4to. Centenario 4 de Julio 12 de Octubre Los Chapacos Las Pascuas 15 de Junio 101 Familias 19 de Marzo 20 de Enero María de los Ángeles	12	San Martín Germán Busch Miraflores San Blas
9	8 de Agosto Pedro A. Flores de Septiembre 1ro. De Mayo 2 de Mayo El Constructor La Salamanca Andaluz San Bernardo Moto Méndez Luis Espinal Aniceto Arce Narciso Campero	11	El Tejar La Terminal San Gerónimo Petrolero San Luis	15	Lazareto
17	San Mateo	18	Santa Ana		
				19	Yesera
21	Junacas	22	Alto España		
				Distrito	Rural Cantón

Fuente: Gob. Municipal de Tarija.

### 3.1.3. Distritos rurales

Figura 3.3. Distritos rurales

DISTRITO	COMUNIDAD	DISTRITO	COMUNIDAD
15	Pinos Norte	19	Yesera Sud
	Calderillas		Yesera Norte
	San Pedro de Sola		Chiguaypolla
	Lazareto/Guerrahuayco		Yesera San Sebastian
	Pinos Sud		Yesera Centro
	Turumayo		Caldera Grande
	16	San Andres	20
Bella Vista		Vallecito Ruiz	
Pantipampa		Canchones	
Pamparedonda		Cieneguillas	
Churquis		Laderas Norte	
Tolomosa Grande		Papachacra	
Tolomosa Centro		San Agustin Norte	
Tolomosa Norte		Carlazo Centro	
Tolomosa Sud		Alto Potreros	
Tolomosa Oeste		Carlazo Este	
San Jacinto Norte		San Agustin Sud	
San Jacinto Centro		Laderas Centro	
San Jacinto Sud		Vallecito Marquez	
17	Rumicancha	21	Tipas
	Sella Candelaria		Tunal
	San Pedro de Buena Vista		El Condor
	Pampa Galana		La Ventolera
	Sella Cercado		Laderas Sud
	Monte Grande		Jaramillo
	Monte Centro		Polla
	Cirmiñuelas		Junacas Norte
	Chaupicancha		Junacas Sud
	Monte Sud		Morro Gacho
18	Sella Quebrada	22	Alto España Sud
	Santa Ana la Cabaña		Alto España Norte
	El Portillo		El Pescado
	Gamoneda		Rosario
	San Antonio La Cabaña		Llanadas
	Santa Ana La Nueva		Quebrada de Cajas
	Santa Ana La Vieja		Hoyadas
	La Pintada		

Fuente: Gob. Municipal de Tarija.

### **3.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL MUNICIPIO DE TARIJA**

#### **3.2.1. Topografía**

Según el documento Diagnóstico Urbano – Plan de Ordenamiento Urbano Ciudad Tarija y Provincia Cercado, la topografía más accidentada del terreno se encuentra en el sector noreste en una franja comprendida entre Pampa Galana y las proximidades de San Mateo y una segunda franja en el sector noroeste, abarcando la parte norte del barrio Aranjuez. En contraposición en toda la parte sur, la topografía del terreno es plana a escarpada.

En cuanto a las pendientes, las más bajas se encuentran ubicadas en mayor proporción en las márgenes derecha e izquierda del río Guadalquivir.

#### **3.2.2. Hidrografía**

Por la ciudad hace su curso el río Guadalquivir con una longitud de 16 Kms a lo largo del radio urbano en dirección norte a sur. Además de este drenaje natural pasan dos quebradas: La quebrada de El Monte que divide los distritos 4, 5, 7, 8 y parte del distrito 9, siendo esta la mayor causante de riesgos de inundación a lo largo de su curso.

La quebrada de San Pedro que divide los distritos 9 y 10, es menos propensa a grandes avenidas que la anterior.

#### **3.2.3. Clima**

“El radio urbano prácticamente comprende dos tipos de clima. La primera corresponde a un clima templado árido (24-21° C) que comprende un 95% del área urbana, mientras que el segundo corresponde a un clima de tipo templado semiárido (21-17° C) equivalente solo al 5% del radio urbano.

### **3.3. CARACTERIZACIÓN SOCIAL DEL MUNICIPIO DE TARIJA**

Dentro del aspecto socioeconómico, el municipio de Tarija presenta las siguientes particularidades:

A nivel de Provincia, el área urbana genera el 72% del PIB del Municipio, y el área rural, el 28%,

La actividad informal en la ciudad de Tarija representa el 50% del PIB departamental seguida de la construcción con un 15%, el Comercio en un 12,5%, manufactura en un 5% y Servicios en un 3%.

### **3.3.1. Población**

Según las proyecciones de población del Instituto Nacional de Estadística (INE), la población en el Departamento de Tarija para el año 2019 es de 533.373 habitantes y la del Municipio de Tarija es de 246.989 habitantes.

En el municipio de la Provincia Cercado y la Ciudad de Tarija la población urbana durante el año 2017 alcanzará a 90.85 % y la rural al 9.15 %, para el 2019 la población urbana alcanzará a 90.12 % y la rural al 9.85 %, asimismo el 50% de la Población será menor de 23 años, con una tasa de crecimiento poblacional del 3.07%, y una tasa de migración anual del 3.9%.

La ciudad de Tarija se ha convertido junto con Santa Cruz en un polo receptor de migrantes, con lo cual ha alcanzado un elevado crecimiento demográfico, que bordea al 5% anual en el último periodo intercensal.

En las dos últimas décadas, Tarija a vivido profundos cambios que han alterado los rasgos centrales de tranquila y pequeña ciudad de antes. Cambios que se materializan en fenómenos como el elevado crecimiento demográfico y crecimiento caótico, el emplazamiento de múltiples áreas periféricas junto a un creciente descentramiento de la ciudad, la consolidación del comercio informal, la ruptura de los estilos arquitectónicos preeminentes, la aparición de la delincuencia, la introducción de diversas prácticas culturales y nuevos cultos religiosos, etc.

## **3.4. ACTIVIDADES PARA EL USO DEL SOFTWARE ARCGIS**

### **3.4.1. Metodología**

Se denomina a la serie de métodos y técnicas de rigor científico que se aplican sistemáticamente durante un proceso de investigación.

La metodología hace referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la gama de objetivos que rige una investigación, una exposición o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos para alcanzar un resultado teóricamente válido. Con frecuencia puede definirse la metodología como el estudio o elección de un método pertinente o adecuadamente aplicable a determinado objeto.

En este sentido, la metodología funciona como el soporte conceptual que rige la manera en que aplicamos los procedimientos en una investigación.

### **3.4.2. Método Empleado**

El método que se empleara para el presente proyecto es no experimental, puesto que no se han manipulado las variables o datos, observándose los fenómenos en su estado natural para luego realizar un análisis.

El método que se utilizara es el análisis documental, que a continuación se las define.

#### **3.4.2.1. Análisis Documental**

Es un método de recopilación de información destinada a obtener información mediante el estudio de documentos que contienen información directamente relacionada con el objeto de estudio.

En el caso del proyecto como es método de análisis documental se recopilará la información de accidentalidad de la Policía Nacional (Transito) quienes son las instituciones primeras en recolectar datos de accidentalidad.

#### **3.4.3. Información de accidentalidad**

La información con la que se procederá a realizar el uso del software ArcGis fue obtenida de la Policía Nacional (Transito) de la ciudad de Tarija.

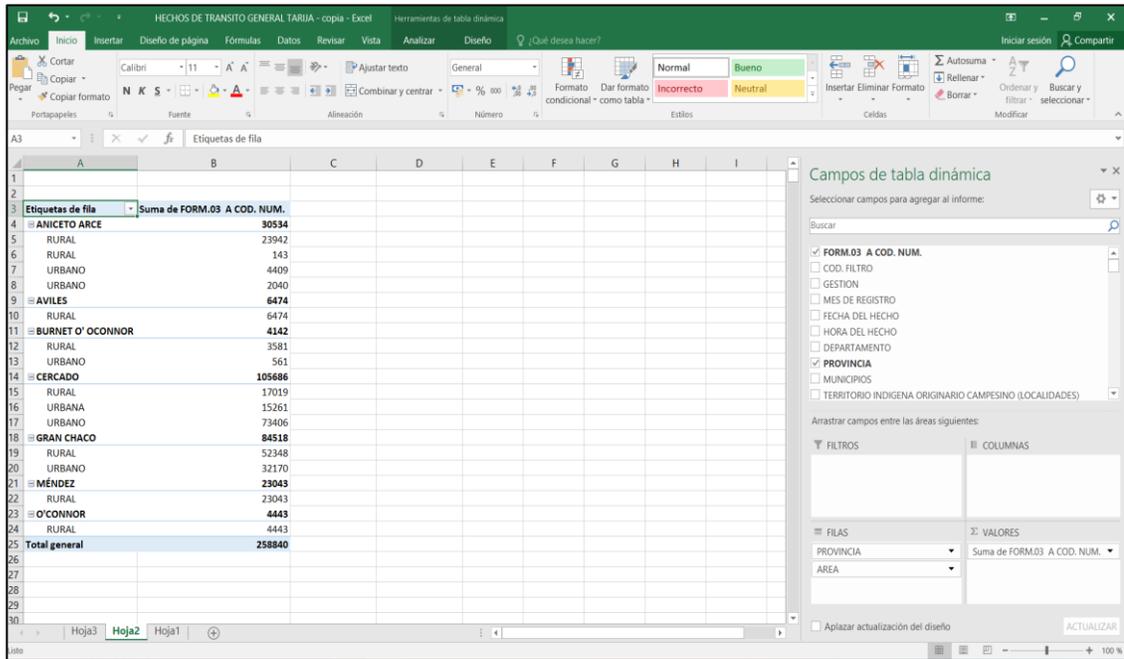
Dicha información fue obtenida en noviembre de 2019 donde la información brindada por la institución fue de las gestion 2019.

Donde describe los lugares de los hechos ocurridos y elementos esenciales que constituyen la accidentalidad de Tarija.

#### **3.4.4. Disposición de la información de accidentalidad**

La información que se almacena sobre accidentalidad de Tarija actualmente se halla en tablas que se guardan en archivos de Microsoft Excel.

**Figura 3.4. Tabla dinámica**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.5. Tablas dinámicas de información en Microsoft Excel**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.6. Información descriptiva de accidentes de un mes**

J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
FORM.03 A COD.	COD. FIL	GESTIO	MES DE REGI	FECHA DEL H	HORA DEL HI	DEPARTAME	PROVIN	MUNICIPI	TERRITORIO INDIGENA ORIGINARIO	CAMPESINO	ZONA DEL HE	AVENIDA/CALLE DEL HECHO (INTE	TRAMO CARRETERO (SALIDA	CATEGORIZACION DE CAF	GPS LATITUD - LOI	AREA	U	
1	1	1	2019	01/01/2019	13:00:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		EL TEJAR	AMERICAS ALTURA CALLE ESPAÑA			-21541970	-64.722171	URBANO	TF
3	13	1	2019	01/01/2019	17:00:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		SAN JORGE I	AVENIDA JAIME PAZ ALTURA LOS TRES PUENTES			-21555823	-64.686974	URBANO	TF
4	6	1	2019	03/01/2019	9:00:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		LOS CHAPACOS	CIRCUNVALACION Y AVENIDA JORGE MAULIF			-21512578	-64.740483	URBANO	TF
5	11	1	2019	03/01/2019	8:00:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		LA FLORIDA	15 DE AGOSTO Y GENERAL TRIGO			-21516384	-64.727550	URBANO	TF
6	17	1	2019	03/01/2019	16:30:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		NARCISO CAMPE	CIRCUNVALACION Y GRAN CHACO					URBANO	TF
7	7	1	2019	04/01/2019	15:30:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		3 DE MAYO	FRILAN TEJERINA Y CALLE REGIMIENTO CAMPOS			-21518808	-64.735167	URBANO	TF
8	2	1	2019	05/01/2019	13:00:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		SAN ROQUE	COLON Y 14 DE JUNIO			-21527160	-64.729585	URBANO	TF
9	52	1	2019	06/01/2019	15:40:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		EL MOLINO	VICTOR PAZ Y GENERAL TRIGO			-21537130	-64.735904	URBANO	TF
10	12	1	2019	07/01/2019	17:30:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		LA FLORIDA	CIRCUNVALACION Y GENERAL TRIGO			-21519220	-64.728419	URBANO	TF
11	14	1	2019	10/01/2019	15:20:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		MORROS BLANCO	AVENIDA TOMAS OCONNOR DARLACH ALTURA CHURRASQUERIA DON SERGIO			-21539562	-64.703202	URBANO	TF
12	15	1	2019	16/01/2019	8:00:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		SIMON BOLIVAR	AVENIDA PANAMERICANA ENTRE LA AVENIDA PENAN JUSTINIANO SOTO			-21549227	-64.695767	URBANO	TF
13	8	1	2019	18/01/2019	13:00:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		LA UNION	CANADA Y CALLE PUERTO RICO			-21509725	-64.751556	URBANO	TF
14	9	1	2019	18/01/2019	18:00:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		LOS CHAPACOS	PAICHO Y CALLE LOS PINOS			-21503538	-64.741723	URBANO	TF
15	16	1	2019	19/01/2019	7:40:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		SAN JORGE I	CALLE DILMAN FLORES ENTRE CARLOS MORALES			-21549578	-64.699733	URBANO	TF
16	4	1	2019	24/01/2019	13:40:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		EL MOLINO	VICTOR PAZ ENTRE CALLE SARACHO Y BALLIVAN			-21539663	-64.737739	URBANO	TF
17	18	1	2019	25/01/2019	11:30:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		JUAN XXIII	CIRCUNVALACION ENTRE 6 DE JUNIO Y FONT					URBANO	TF
18	5	1	2019	31/01/2019	7:05:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		GUADALQUIVR	GUADALQUIVR FINAL			-21522493	-64.743683	URBANO	TF
19	19	1	2019	31/01/2019	18:40:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		JUAN XXIII	JULIO CELIO ECHEAZU Y HEROES DEL CHACO					URBANO	TF
20	70	1	2019	02/02/2019	8:00:00	TAPIA	CERCADO	TAPIA	TAPIA		EL MOLINO	VICTOR PAZ ESQ. BALLIVAN			-21536327	-64.738100	URBANO	TF

J	P	Q	R	S	T	U	Y	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
AREA	UNIDAD DE TRANSITO QUE REGIST	Nº DE CA	TIPO DE DENU	DESCRIPCION DEL	NATURALEZA Y TIPO DE HECHO	CAUSA	CLASIFICACION DE	ESTADO DE L	NOMBRE DEL CONDUCTOR PRO	SEXO	EDAD	NUMERO DE LICEN	CATEGORIA DE LI	GRADO ALCOH	ARRESTADO EL CONDUCTOR PRO	
2	URBANO	TRANSITO CENTRAL	TC-01/2019	OFICIO	VUELCO DE TONEL	VUELCO	IMPRUDEN: AVENIDA	BUENO	MAURICO VACA DIEZ BECAR	MUJER	27	NO PORTA	NO PORTA	SOBRIO	NO	
3	URBANO	TRANSITO EPI MORROS BLANCOS	MB/01/2019	OFICIO	COLISION	COLISION	IMPRUDEN: AVENIDA	BUENO	ELIZA BAREA CAMINO	MUJER	32	6673270 B		SOBRIO	NO	
4	URBANO	TRANSITO EPI CHAPACOS	CH-1/2019	OFICIO	COLISION	COLISION	IMPRUDEN: AVENIDA	REGULAR	DANIEL ARAMAYO GUARDINO	VARON	54	1888358 C		SOBRIO	APREHENDIDO	
5	URBANO	TRANSITO EPI LOURDES	LD-02/2019	OFICIO	ATROPELLO A PEATON	ATROPELLO	IMPRUDEN: CALLE	BUENO	ADEMAR CHOQUE BEJARANO	VARON	26	10630738 A		SOBRIO	NO	
6	URBANO	TRANSITO EPI MOTO MENDEZ	MM-01/2019	OFICIO	COLISION	COLISION	IMPRUDEN: AVENIDA	BUENO	PEDRO TICONA SILVA	VARON	48			SOBRIO	NO	
7	URBANO	TRANSITO EPI CHAPACOS	CH-2/2019	VERBAL	CHOQUE A OBJETO FUJO	CHOQUE	IMPRUDEN: AVENIDA	REGULAR	JACOB FLORES ZAMUDIO	VARON	45	3811209 C		SOBRIO	NO	
8	URBANO	TRANSITO CENTRAL	TC-02/2019	OFICIO	ATROPELLO A PEATON	ATROPELLO	IMPRUDEN: CALLE	BUENO	DOUGLAS GROVER QUINTAEROS MOLIN	VARON	38	5041128 A		SOBRIO	NO	
9	URBANO	TRANSITO CENTRAL	TC-03/2019	OFICIO	CHOQUE A OBJETO FUJO	CHOQUE	ESTADO DE AVENIDA	BUENO	JHONATAN ZELADA CENTELLAS	VARON	24	NO PORTA	NO PORTA		NO	
10	URBANO	TRANSITO EPI LOURDES	LD-03/2019	OFICIO	COLISION	COLISION	IMPRUDEN: AVENIDA	BUENO	ELISEO ELIAS RODRIGUEZ	VARON	23	7179480 P		SOBRIO	NO	
11	URBANO	TRANSITO EPI MORROS BLANCOS	MB/02/2019	OFICIO	CHOQUE A VEHICULO	CHOQUE	FALLA MEC AVENIDA	BUENO	JUAN CARLOS REYES VELASQUEZ	VARON	28	5041417 C		SOBRIO	NO	
12	URBANO	TRANSITO EPI MORROS BLANCOS	MB/03/2019	OFICIO	COLISION	COLISION	IMPRUDEN: ROTONDA	BUENO	SIMON PABLO BELTRAN OÑA	VARON	37	68703654 C		SOBRIO	NO	
13	URBANO	TRANSITO EPI CHAPACOS	CH-3/2019	VERBAL	EMBARRANCAMIENTO	EMBARRANCAMIENTO	FALLA MEC AVENIDA	CON NEBLINA	HORACIO ARAMAYO FERNANDEZ	VARON	41	4165305 C		SOBRIO	NO	
14	URBANO	TRANSITO EPI CHAPACOS	CH-4/2019	VERBAL	COLISION	COLISION	IMPRUDEN: AVENIDA	CON NEBLINA	DIEGO ALEXANDER AVENDAÑO GUTIERF	VARON	19	NO PORTA		SOBRIO	SI	
15	URBANO	TRANSITO EPI MORROS BLANCOS	MB/04/2019	OFICIO	COLISION	COLISION	IMPRUDEN: CALLE	BUENO	JUAN MARIA CASTRO CARI	MUJER	44	4130636 M		SOBRIO	NO	
16	URBANO	TRANSITO CENTRAL	TC-04/2019	OFICIO	ATRICION A PEATON	ATRICION	IMPRUDEN: AVENIDA	BUENO	FABIAN VASQUEZ FLORES	VARON	29	7183341 C		SOBRIO	NO	
17	URBANO	TRANSITO EPI MOTO MENDEZ	MM-02/2019	OFICIO	ATROPELLO A PEATON	ATROPELLO	IMPRUDEN: AVENIDA	BUENO	FELIX GUTIERREZ MARTINEZ	VARON	74	1653653-IV	C	SOBRIO	NO	
18	URBANO	TRANSPORTE CENTRAL	TC-06/2019	OFICIO	CADA DE MOTOCICLETA	HECHO DE TRANSITO	IMPRUDEN: AVENIDA	BUENO	DIEGO ORLANDO MICHEL RENIFO	VARON	25	NO PORTA	NO PORTA	SOBRIO	NO	
19	URBANO	TRANSITO EPI MOTO MENDEZ	MM-03/2019	OFICIO	COLISION	COLISION	IMPRUDEN: AVENIDA	BUENO	RICARDO VASSBALDO CALLA	VARON	58	1320285 C		SOBRIO	NO	
20	URBANO	TRANSITO CENTRAL	TC-07/2019	OFICIO	COLISION	COLISION	IMPRUDEN: AVENIDA	ASFALTO MOJADO	JHONATAN ALEJANDRO LEAÑOS	VARON	22	NO TIENE	NO PORTA	SOBRIO	NO	

**Fuente:** Policía Nacional (Transito).

### 3.4.3.1. Depuración de datos para la zona de estudio.

Para empezar la depuración se observó todo el contenido de la tabla en Excel habidas en las columnas y filas.

Previamente se vio que dicha tabla es un documento de todos los accidentes ocurridos en el departamento de Tarija y por lo cual se pasa a la depuración de datos que no corresponden a la zona de estudio (Tarija - Cercado), donde se puede observar que en la provincia de Cercado la cantidad actual de accidentes es mayor a las demás provincias en gestión 2019.

**Tabla 3.1. Accidentes de las provincias del dpto. Tarija**

<b>Descripción</b>	<b>Año 2019</b>
Aniceto arce	132
Aviles	24
O'connor	39
Cercado	448
Gran chaco	350
Méndez	86
<b>total</b>	<b>1079</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Seguidamente se pasó a depurar los datos solo de Cercado esto para tener las dos zonas urbana y rural, ya que el estudio de los datos solo se lo ara para la zona urbana de la ciudad de Tarija – cercado.

Como el lugar de estudio es en la zona urbana de la ciudad de Tarija - Cercado se toma como datos de estudio a la zona urbana en lo que nos da una cantidad de accidentes como se observa en la tabla 3.3. esta es la cantidad actual de accidentalidad en la zona urbana de la ciudad de Tarija.

**Tabla 3.2. Accidentes por área de Tarija - Cercado**

<b>Descripción</b>	<b>Año 2019</b>
Cercado (rural)	65
Cercado (urbano)	383
<b>total</b>	<b>448</b>

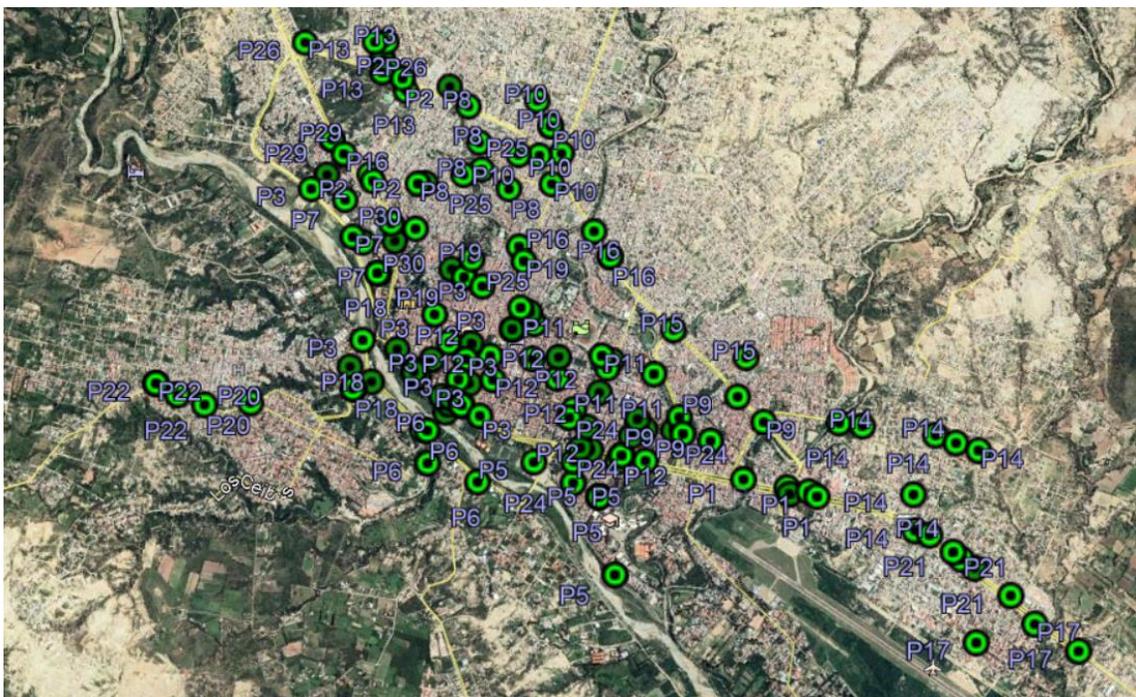
**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez obtenido los datos de estudio de la zona urbana, recién se procede a la depuración de los puntos críticos de mayor accidentabilidad.

### 3.4.3.2. Puntos críticos de mayor accidentalidad en la zona urbana de Tarija- Cercado

Para determinar los puntos críticos de accidentabilidad primero se fue ubicando todos los puntos de accidentabilidad de la zona urbana de ciudad de Tarija como se ve en la figura 3.7.

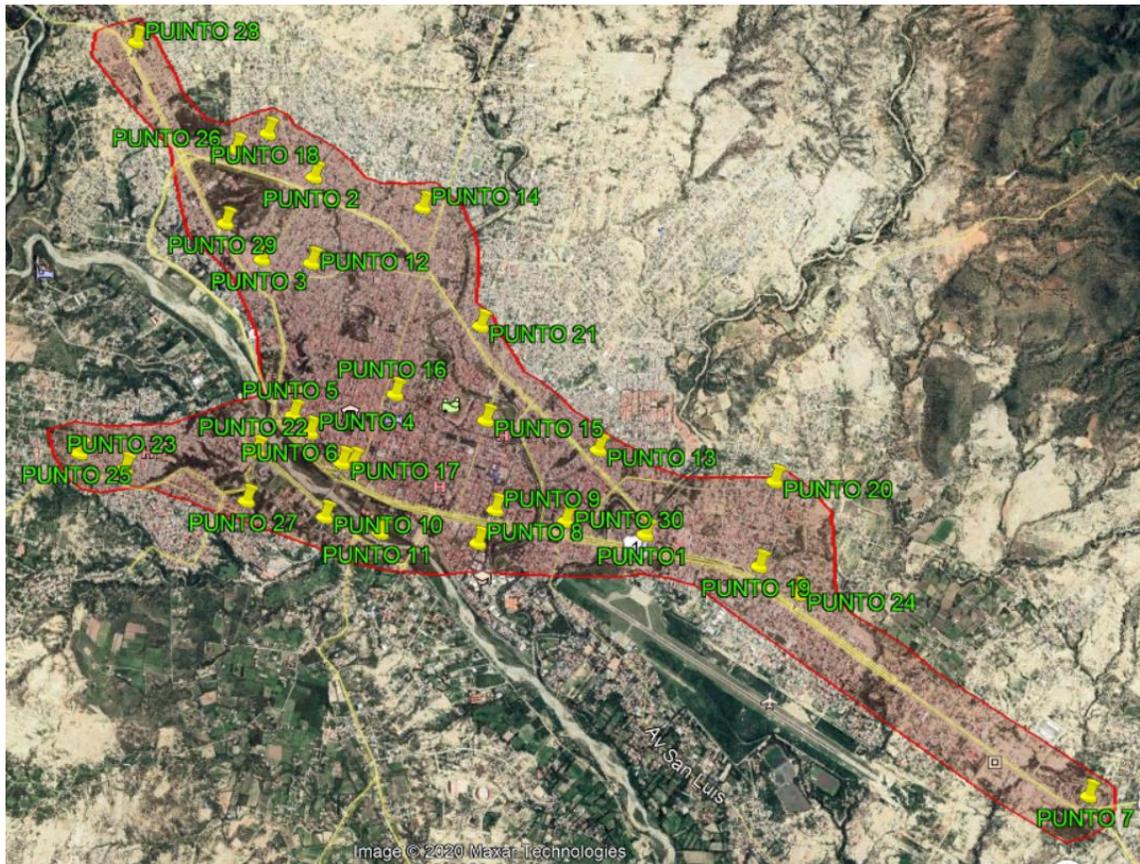
**Figura 3.7. Vista satelital de los accidentes de tráfico en zona urbana de Tarija-Cercado.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez ya teniendo todos los puntos ubicados se empezó a depurar los puntos que no coinciden para ser un punto crítico, donde se tomó como punto crítico a hechos de accidentabilidad que se repitan más de dos veces en el mismo lugar y al mismo tiempo se iba eliminando puntos donde solo tenían un accidente de esa manera se obtuvo los 30 puntos críticos para el proyecto como se ve en la figura 3.8.

**Figura 3.8. Vista satelital de los puntos críticos en la zona urbana de Tarija-Cercado.**



**Fuente:** Elaboración propia.

De esta manera se pudo obtener los 30 puntos críticos haciendo un análisis de depuración donde a su vez, se creó una tabla donde muestra los lugares, descripción del hecho, causas, clasificación y estado de la vía.

Donde dicha tabla previamente servirá para el uso del software y haci llevarla a un sistema de información ArcGis.

**Tabla 3.3. Puntos críticos de mayor accidentabilidad en la zona urbana de Tarija – Cercado**

<b>Puntos</b>	<b>Avenida/calle del hecho</b>	<b>Descripción del hecho</b>	<b>Causas</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Estado de la vía</b>
1	Víctor paz Estenssoro (rotonda aeropuerto)	Colisión	Omitir señalizaciones	Rotonda	Bueno
2	Circunvalación y avenida Froilán Tejerina	Colisión	Imprudencia del conductor	Rotonda	Regular
3	Froilán Tejerina y calle México	Colisión y choque a objeto fijo	Imprudencia del conductor	Avenida	Regular
4	Av. Víctor Paz/Ballivian	Colisión	Imprudencia del conductor	Avenida	Bueno
5	Av. Víctor Paz/Sevilla	Colisión	Imprudencia del conductor	Avenida	Bueno
6	Av. Víctor Paz /Daniel Campos	Colisión y atropello a peatón	Imprudencia del conductor	Avenida	Bueno
7	El portillo	Colisión	Omitir señalizaciones	Avenida	Buena
8	España y Heriberto Trigo	Choque a objeto fijo y colisión	Omitir señalizaciones	Calle	Buena
9	Rotonda moto Méndez	Vuelco y colisión	Imprudencia del conductor	Rotonda	Bueno
10	Los sauces altura local la floresta	Colisión y choque a objeto fijo	Imprudencia del conductor	Avenida	Regular
11	Av. Hernando Siles Suazo alt. hotel viña del sur	Colisión y choque a objeto fijo	Imprudencia del conductor	Avenida	Regular
12	Daniel Zamora y calle Jorge Echazu	Colisión y atropello a peatón	Imprudencia del conductor	Calle	Regular
13	Avenida circunvalación y 6 de junio	Colisión y atropello a peatón	Imprudencia del conductor	Avenida	Bueno
14	Calle 15 de agosto y general trigo	Atropello a peatón	Imprudencia del conductor	Calle	Bueno
15	Av. Paz / Potosí y Oruro	Atropello a peatón	Imprudencia del conductor	Avenida	Asfalto mojado

16	Av. Domingo Paz y calle Suipacha	Colisión y atropello a peatón	Imprudencia del conductor	Avenida	Bueno
17	Rotonda fuentes los deseos	Colisión y choque a objeto fijo	Imprudencia del conductor	Rotonda	Bueno
18	San Andrés y Jorge Magluf	Atropello a peatón y caída de motocicleta	Exceso de velocidad	Avenida	Regular
19	Panamericana altura parada del chaco	Atropello a peatón	Imprudencia del peatón	Avenida	Bueno
20	Octavio campero Echazu y tomas Oconor	Colisión	Imprudencia del conductor	Avenida	Bueno
21	Circunvalación entre san Cristóbal	Colisión y conducción peligrosa	Imprudencia del conductor	Avenida	Bueno
22	Av. Héroes de la independencia entre av. Los sauces altura rotonda Tarija	Colisión, atropello y vuelco de campana	Falla mecánica	Avenida	Bueno
23	Héroes de la independencia y 6 de agosto	Colisión y choque a vehículo	Vía en mal estado	Avenida	Malo
24	Av. Panamericana entre av. Renán Justiniano	Colisión	Imprudencia del conductor	Avenida	Bueno
25	Los molles rotonda Paita	Colisión y atropello a peatón	Imprudencia del peatón	Rotonda	Regular
26	Circunvalación y avenida Camilo Moreno	Colisión y atropello a peatón	Imprudencia del conductor	Avenida	Regular
27	Av. Julio Arce esq. Manuel de Uriondo	Colisión	Imprudencia del conductor	Avenida	Regular
28	Panamericana y rotonda san Mateo	Colisión y atropello a peatón	Imprudencia del conductor	Rotonda	Regular
29	Panamericana y avenida mauro molina	Atropello a peatón	Imprudencia del conductor	Avenida	Regular
30	Jaime Paz rotonda san Gerónimo	Choque a objeto fijo y caída de motociclista	Exceso de velocidad	Rotonda	Buena

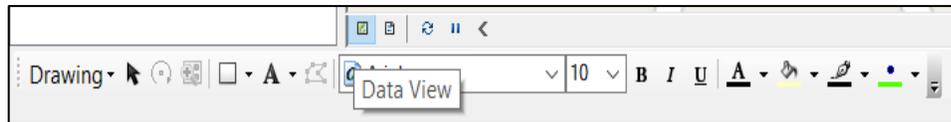
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5. PROCEDIMIENTO PARA EL USO DEL SOFTWARE ARCGIS

A continuación, con imágenes se ira explicando el procedimiento de cada componente que se necesitara para ejecutar en el software ArcGis para el uso de accidentalidad.

#### 3.5.1. Proceso para trabajar en data view

**Figura 3.9. Data view**



**Fuente:** Elaboración propia.

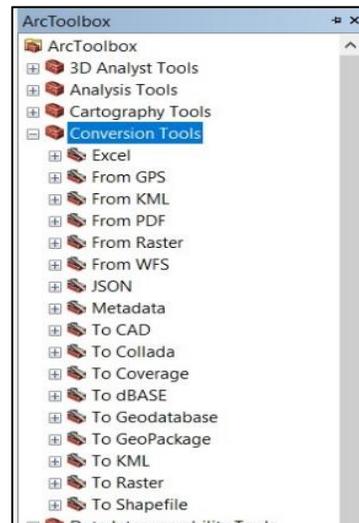
#### 3.5.1.1. Exportación de los puntos críticos en Arcmap

Con la determinación de la tabla de puntos críticos se procede a llevarlo al software ArcGis utilizando su componente ArcMap.

Para exportar la tabla se utiliza la herramienta ArcToolbox en su componente

Conversión Tools llevo mi tabla de puntos críticos dependiendo el formato en el que este mi archivo a estudiar en nuestro caso formato Excel (.xlsx)

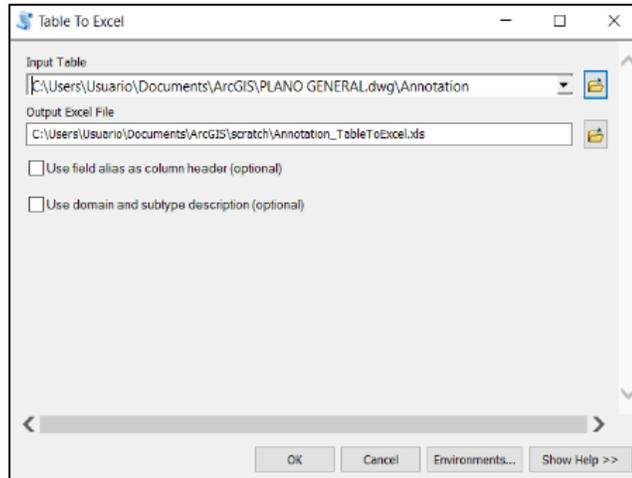
**Figura 3.10. Herramienta ArcToolbox**



**Fuente:** Elaboración propia.

El cuadro de dialogo siguiente es para añadir el archivo en nuestro caso la tabla de puntos criticos.

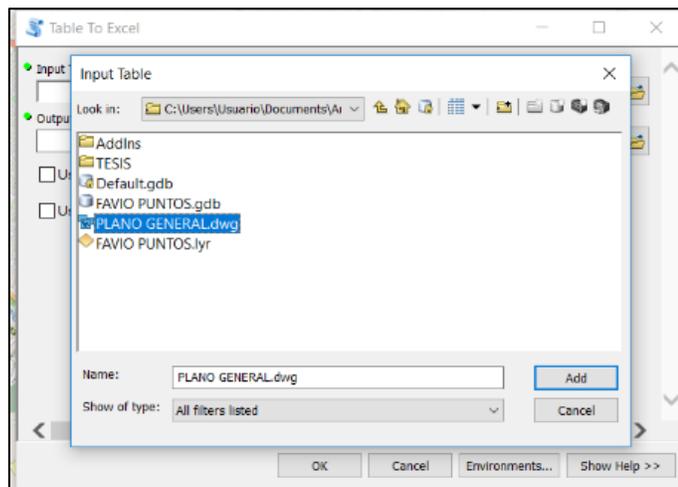
**Figura 3.11. Añadir archivo**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez ingresado al interior seleccionamos el archivo y hacemos clic en el botón **add**.

**Figura 3.12. Agregando archivo**



**Fuente:** Elaboración propia.

Para ver los datos se da clic derecho en la tabla exportada y se va a la opción Open Attribute Table.

Como se observa en la tabla 3.4 la tabla puntos críticos no cambio a la tabla oficial de Excel mantuvo todos sus datos.

**Figura 3.13. Tabla de atributos**

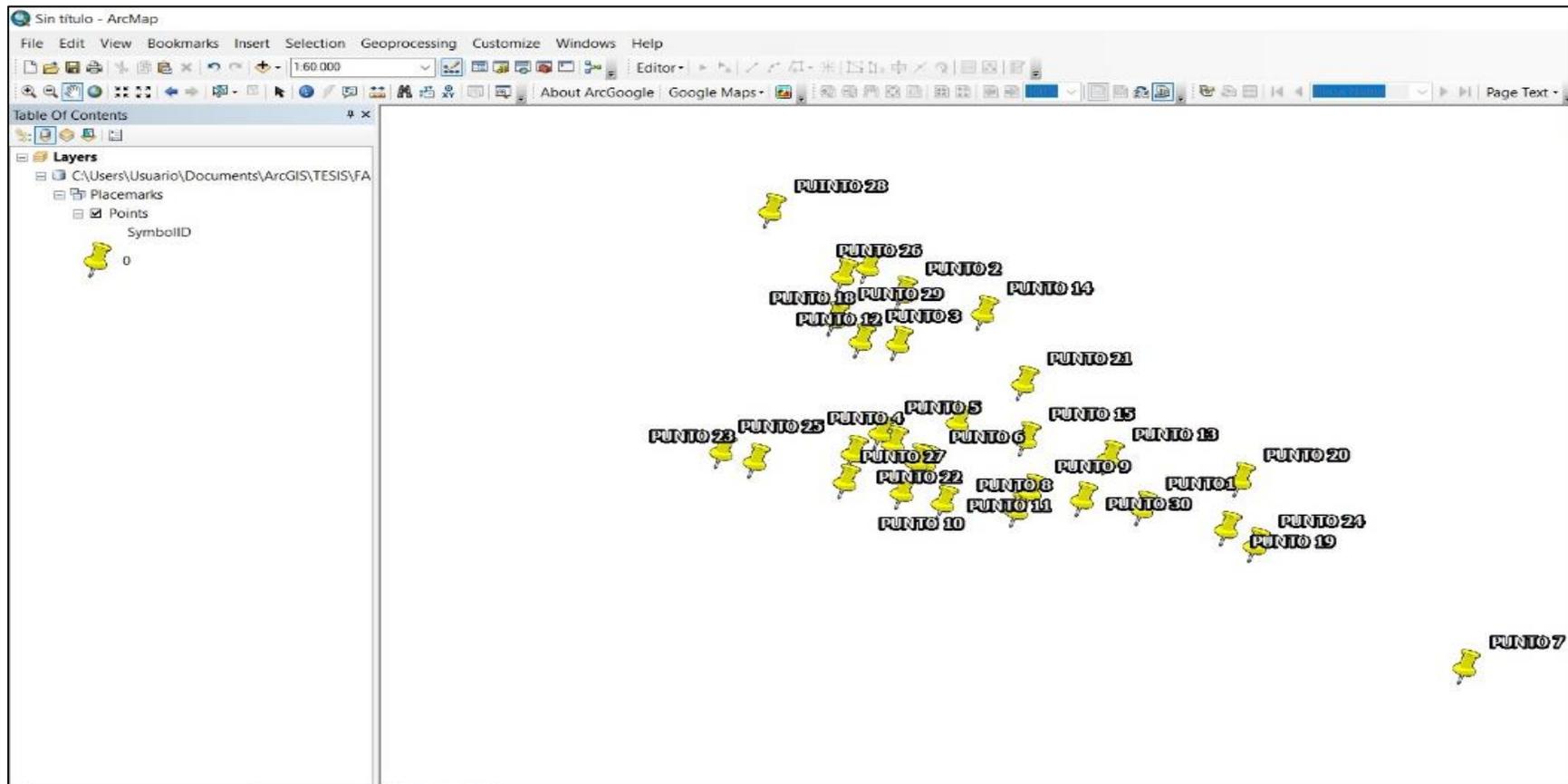
The screenshot shows the ArcMap interface with a map of a road network. A context menu is open over the attribute table, with the 'Open Attribute Table' option selected. The attribute table displays the following data:

LATITUD	LONGITUD	ZONA DEL HECHO	DESCRIPCION DEL HECHO	NATURALEZA Y O TIPO DE HECHO TRANSIT	CAUSAS	CLASIFICACION DE LA VIA	ESTADO DE LA VIA	AVENIDA CALLE DEL HECHO	INTERSECC
18,347° S	64° 42' 32,423" W	AEROPUERTO	COLISION	COLISION	OMITIR SEÑALIZACIONES Y IMPRUDENCIA DEL CONDUCT	AVENIDA	BUENO	VICOR PAZ ESTENSORRO (ROTONDA AEROPUE	
18,118° S	64° 44' 13,291" W	DEFENSORES DEL CHA	COLISION	COLISION	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	REGULAR	CIRCUNVALACION Y AVENIDA FROILAN TEJER	
18,144° S	64° 44' 30,343" W	DEFENSORES DEL CHA	COLISION Y CHOQUE A OBJETO FIJO	COLISION Y CHOQUE	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	REGULAR	FROILAN TEJERIA Y CALLE MEXICO	
18,513° S	64° 44' 18,835" W	EL MOLINO	COLISION	COLISION	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	AV VICTOR PAZ-BALLIVIAN	
18,214° S	64° 44' 21,943" W	EL MOLINO	COLISION	COLISION	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	AV VICTOR PAZ-SEVILLA	
18,884° S	64° 44' 3,852" W	EL MOLINO	COLISION Y ATROPELLO A PEATON	COLISION Y ATROPELLO	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	AV VICTOR PAZ /DANIEL CAMPOS	
18,337° S	64° 40' 16,907" W	EL PORTILLO	COLISION	COLISION	OMITIR SEÑALIZACIONES	CARRETERA INTERPROVINC	BUENA	EL PORTILLO	
18,389° S	64° 43' 26,073" W	EL TEJAR	CHOQUE A OBJETO FIJO Y COLICION	CHOQUE Y COLISION	OMITIR SEÑALIZACIONES	AVENIDA	BUENA	ESPAÑA Y HERIBERTO TRIGO	
18,816° S	64° 43' 19,298" W	EL TEJAR	VUELCO Y COLISION	VUELCO Y COLISION	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	ROTONDA MOTO MENDEZ	
18,322° S	64° 44' 12,907" W	GERMAN BUSCH	COLISION Y CHOQUE A OBJETO FIJO	COLISION Y CHOQUE	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	REGULAR	LOS SAUCES ALTURA LOCAL LA FLORESTA	
18,478° S	64° 43' 56,039" W	GERMAN BUSCH	COLISION Y CHOQUE A OBJETO FIJO	COLISION Y CHOQUE	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	REGULAR	AV HERNANDO SILES SUAZO ALT. HOTEL VINA	
18,572° S	64° 44' 14,768" W	IV CENTENARIO	COLISION Y ATROPELLO A PEATON	COLISION Y ATROPELLO	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	REGULAR	DANIEL ZAMORA Y CALLE JORGE ECHAZU	
14,133° S	64° 42' 48,230" W	JUAN XXIII	COLISION Y ATROPELLO A PEATON	COLISION Y ATROPELLO	IMPRUDENCIA OCASIONADOS POR EL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	AVENIDA CIRCUNVALACION Y 8 DE JUNIO	
14,146° S	64° 43' 39,176" W	LA FLORIDA	ATROPELLO A PEATON	ATROPELLO	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	CALLE	BUENO	CALLE 15 DE AGOSTO Y GENERAL TRIGO	
14,460° S	64° 43' 21,399" W	LA PAMPA	ATROPELLO A PEATON	ATROPELLO	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	ASFALTO MOJADO	AV. PAZ / POTOSI Y OROURO	
18,998° S	64° 43' 49,634" W	LAS PANOSAS	COLISION Y ATROPELLO A PEATON	COLISION Y ATROPELLO	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	AV DOMINGO PAZ Y CALLE SUIFACHA	
18,607° S	64° 44' 7,640" W	LAS PANOSAS	COLISION Y CHOQUE A OBJETO FIJO	COLISION Y CHOQUE	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	ROTONDA FUENTES LOS DECEGOS	
17,748° S	64° 44' 27,472" W	LOS CHAPACOS	ATROPELLO A PEATON Y CAIDA DE MOTOCICLETA	ATROPELLO	EXCESO DE VELOCIDAD	AVENIDA	REGULAR	SAN ANDRES Y JORGE MAGLUF	
18,872° S	64° 41' 57,085" W	MORROS BLANCOS	ATROPELLO A PEATON	ATROPELLO	IMPRUDENCIA OCASIONADOS POR EL PEATON	AVENIDA	BUENO	PANAMERICANA ALTURA PARADA DEL CHACO	
18,898° S	64° 41' 51,171" W	MORROS BLANCOS	COLISION	COLISION	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	OCTAVIO CAMPERO ECHAZU Y TOMAS OCONO	
18,614° S	64° 43' 22,076" W	SAN BERNARDO	COLISION Y CONDUCCION PELIGROSA	COLISION Y HECHO DE TRANSITO	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	CIRCUNVALACION ENTRE SAN CRISTOBAL	
11,638° S	64° 44' 33,822" W	SAN MARTIN	COLISION, ATROPELLO Y VUELCO DE CAMPANA	COLISION, VUELCO Y ATROPELLO	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR, FALLA MECANICA	AVENIDA	BUENO	AV. HEROES DE LA INDEPENDENCIA Y AV. LOS	
18,528° S	64° 45' 14,897" W	SENAC	COLISION Y CHOQUE A VEHICULO	COLISION Y CHOQUE	VIA EN MAL ESTADO Y IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	AVENIDA	MALO	HEROES DE LA INDEPENDENCIA Y 6 DE AGOST	
18,117° S	64° 41' 46,089" W	SIMON BOLIVAR	COLISION	COLISION	IMPRUDENCIA OCASIONADOS POR EL CONDUCTOR	AVENIDA	BUENO	AV. PANAMERICANA ENTRE AV. RENAN JUSTIN	
18,478° S	64° 44' 28,878" W	TABLA DITA	COLISION Y ATROPELLO A PEATON	COLISION Y ATROPELLO	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR Y DEL PEATON	AVENIDA	REGULAR	LOS MOLLES ROTONDA PAITA	
18,212° S	64° 44' 37,708" W	MUNICIPAL	COLISION Y ATROPELLO A PEATON	COLISION Y ATROPELLO	IMPRUDENCIA OCASIONADOS POR EL CONDUCTOR	AVENIDA	REGULAR	CIRCUNVALACION Y AVENIDA CAMILO MORENO	

**Fuente:** Elaboración propia.

De este modo se agrega la tabla puntos críticos a la interfaz de ArcMap. Como se puede visualizar en la tabla de contenidos y a su vez se observa todos los puntos georreferenciados en su plataforma.

**Figura 3.14. Visualización de puntos en la interfaz de ArcMap**



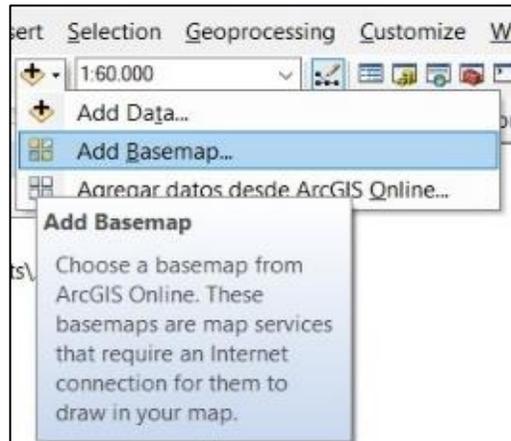
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.1.2. Generación del mapa de calles

Para la generación de mapa de calles se procede de la siguiente forma:

Teniendo los puntos críticos en su plataforma se utiliza otra herramienta que nos da ArcMap que es Add Basemap.

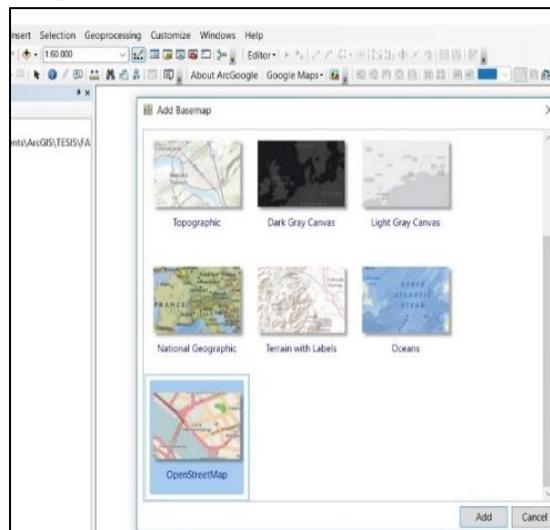
**Figura 3.15. Add Basemap**



**Fuente:** Elaboración propia.

Haciendo clic en Add Basemap nos brinda una interfaz donde tiene mapas de todo tipo para este caso se optó en el mapa OpenStreetMap que es mapa de calles con referencias.

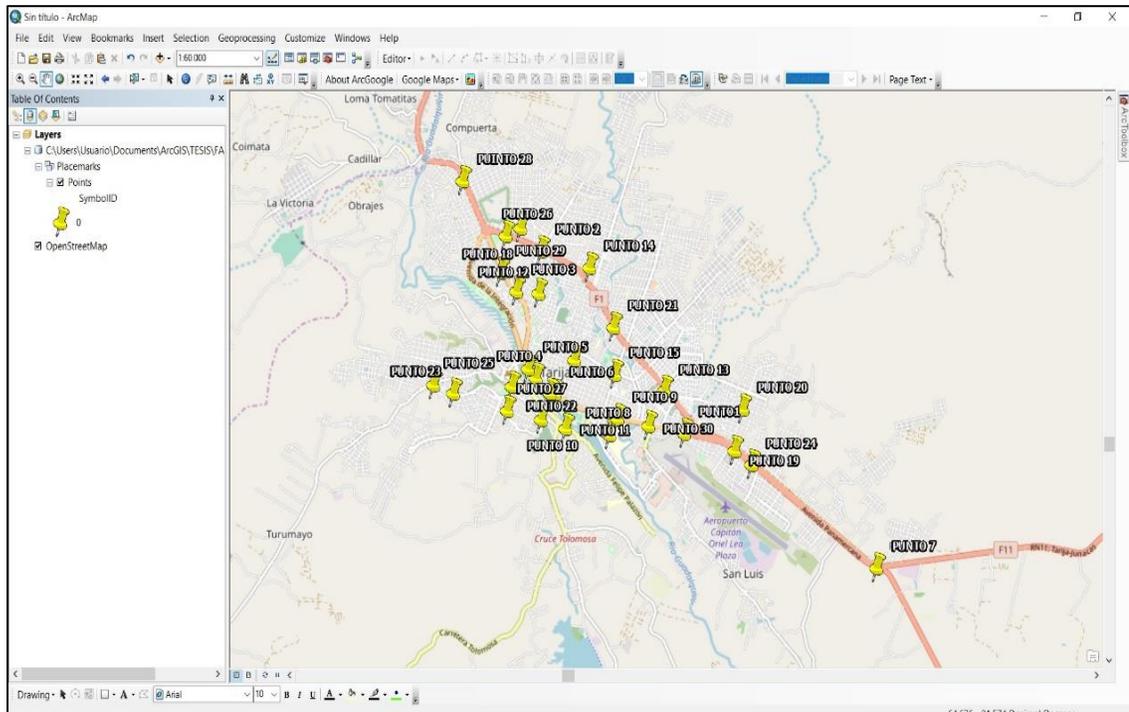
**Figura 3.16. Interfaz de Add Basemap**



**Fuente:** Elaboración propia.

De tal manera que se le da clic en add y nos visualiza en su plataforma el mapa de calles con los puntos críticos, pero estos puntos solo es una capa temporal es decir que en la plataforma de ArcMap no admite trabajarlos porque ArcMap trabaja con un formato shape.

**Figura 3.17. Visualización de add Basemap**



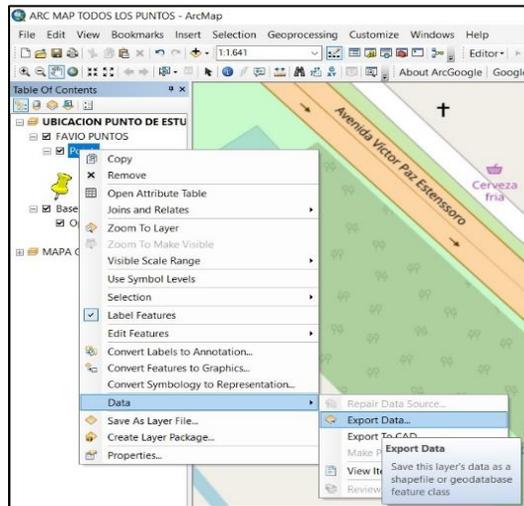
**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.5.1.3. Exportación de datos a formato shape**

Para la exportación a formato shape se procede con siguientes pasos:

Como se observa en la figura 3.17 se desplego un cuadro al clicar el botón derecho del mouse sobre la capa “Points”. En ella se eligen las opciones “Data” y luego “Export Data”.

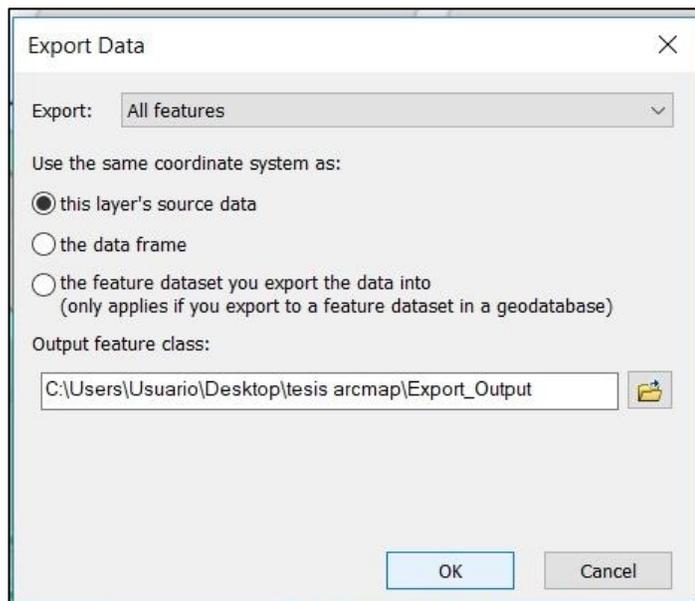
**Figura 3.18. Exportación de datos**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro que aparece, luego de elegir la opción “Export Data” se busca el lugar donde se va a guardar el shape con el nombre de Puntos.

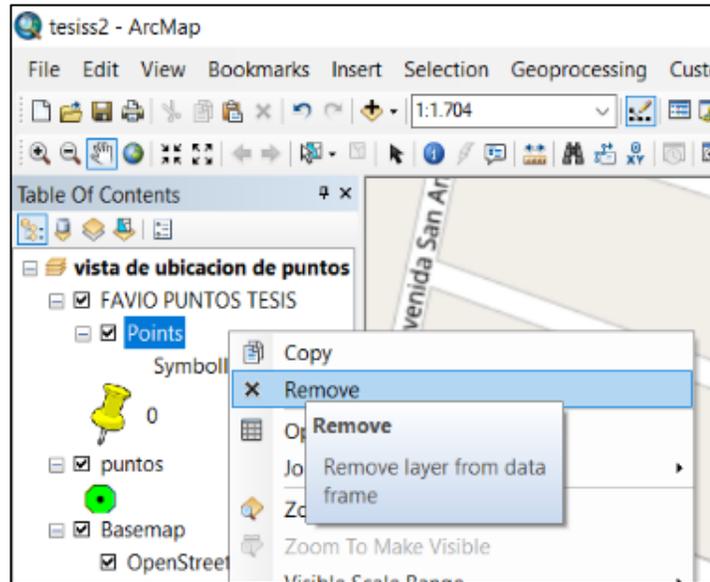
**Figura 3.19. Selección de lugar para guardar datos**



**Fuente:** Elaboración propia.

La capa temporal de Points que se agregó anteriormente, se lo elimina y nos quedamos con la capa Puntos que ya es un archivo shape.

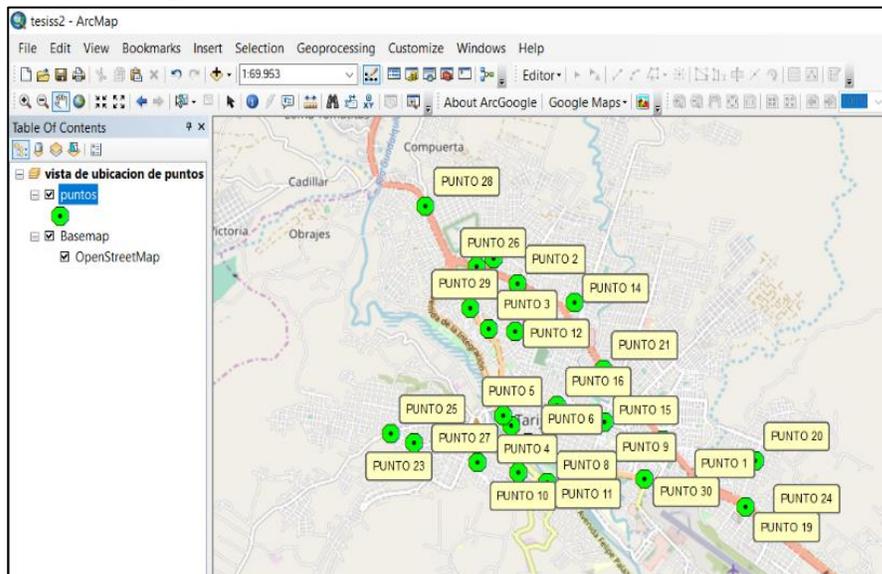
**Figura 3.20. Eliminación de capa temporal**



**Fuente:** Elaboración propia.

De esta manera queda en formato shape como se ve en la figura 3.20.

**Figura 3.21. Visualización de capa de puntos**



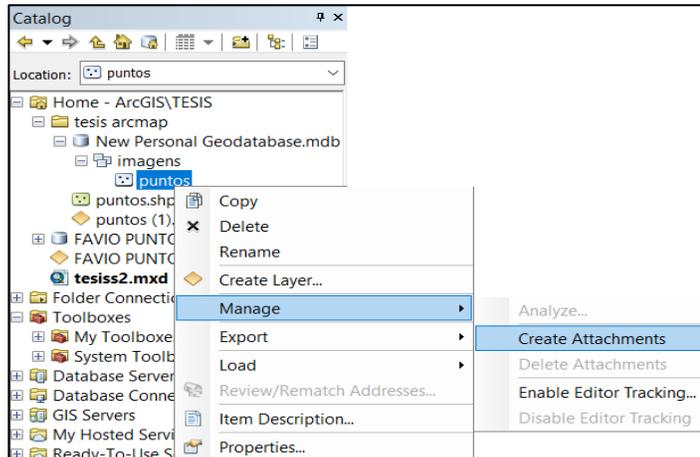
**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.5.1.4. Añadir imagen del lugar del echo de cada punto crítico

Para añadir foto se debe crear Attachments que es adjuntar archivos para que me aparezca la opción de añadir la cual se seguirá los siguientes pasos:

Se da clic derecho donde están los puntos georreferenciados seguidamente en Manage y por ultimo Create Attachments.

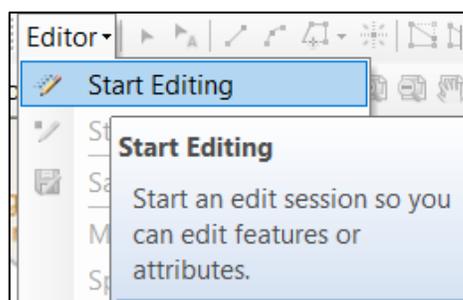
**Figura 3.22. Creación de Attachments**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez ya creado los Attachments se va a editor donde seguidamente se da clic en Start Editing con esta operación ya puedo editar mi punto crítico.

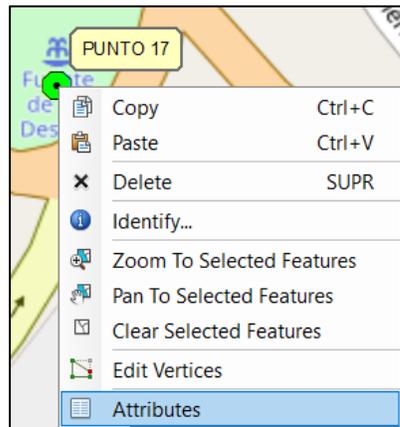
**Figura 3.23. Editor para el punto crítico**



**Fuente:** Elaboración propia.

Ubicando el punto crítico se da clic derecho y se va a la opción Attributes.

**Figura 3.24. Atributos de punto crítico**



**Fuente:** Elaboración propia.

En la interfaz de Attachments se da clic en el icono del clic para añadir el archivo de la foto.



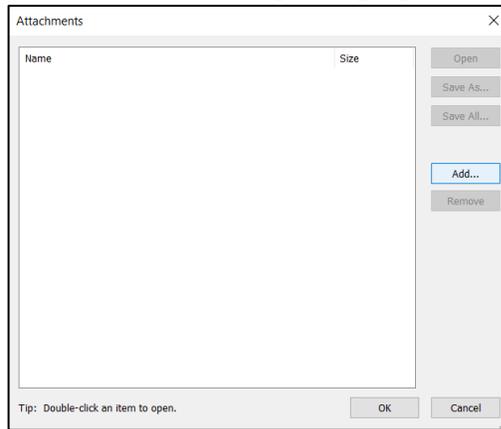
**Figura 3.25. Vista de atributos del punto crítico**

Attachments (0)	
Open Attachment Manager	
Name	PUNTO 17
POINT_X	-64,735289
POINT_Y	-21,537685
LATITUD	21° 32' 15,667" S
LONGITUD	64° 44' 7,040" W
escala_1	2000
NUMERO_PAG	17
ZONA_DEL_HECHO	LAS PANOSAS
DESCRIPCION_DEL_	COLISION Y CHOQUE
NATURALEZA_Y_O_	COLISION Y CHOQUE
CAUSAS	IMPRUDENCIA DEL C
CLASIFICACION_DE	AVENIDA
ESTADO_DE_LA_VIA	BUENO
AVENIDA CALLE DI	ROTONDA FUENTES I

**Fuente:** Elaboración propia.

Esta ventana que aparece es para añadir el archivo dándole clic en Add.

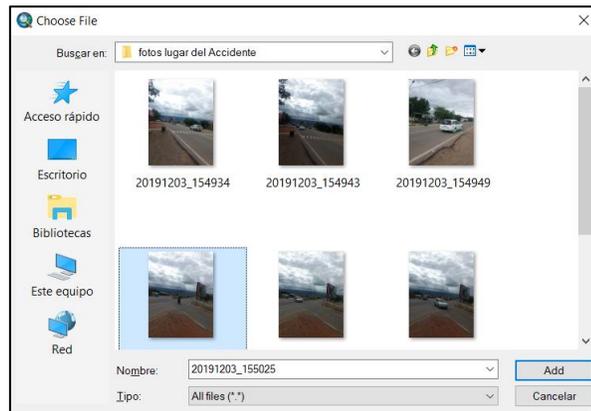
**Figura 3.26. Interfaz para agregar archivo**



**Fuente:** Elaboración propia.

Esta ventana que aparece es para escoger el archivo que se pondrá en nuestro caso la foto del lugar del hecho y luego se da clic en Add.

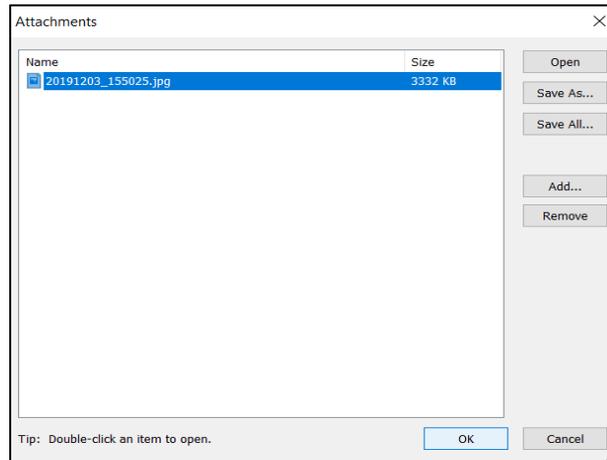
**Figura 3.27. Interfaz para escoger el archivo**



**Fuente:** Elaboración propia.

Ya escogido el archivo se procede a darle clic en ok y con eso nuestro punto ya estará con la imagen que nos servirá para más adelante al verla en el mapa.

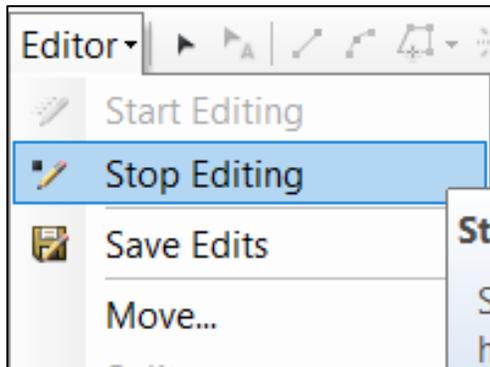
**Figura 3.28. Interfaz con archivo escogido**



**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, se procede a cerrar el editor dándole clic en Stop Editing donde con esta operación se guardarán los datos editados.

**Figura 3.29. Fin de editor**



**Fuente:** Elaboración propia.

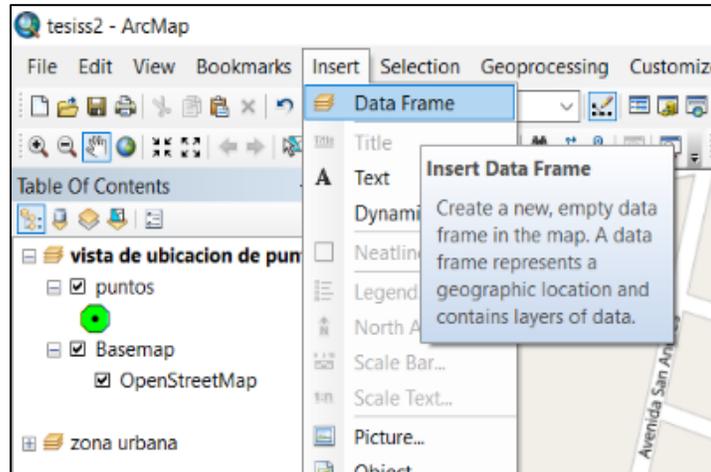
Todos los demás puntos se procederán de la misma manera para añadir la imagen del lugar del hecho.

### **3.5.1.5. Creación de una nueva data frame**

La nueva data frame nos servirá de mucha ayuda para la ubicación del punto crítico en el plano como se verá más adelante, para la creación de una nueva data frame se procede de la siguiente manera:

En la misma plataforma insertamos una nueva data frame que es la carpeta donde están todas las capas de trabajo, esta nueva data frame estará con el nombre de zona urbana.

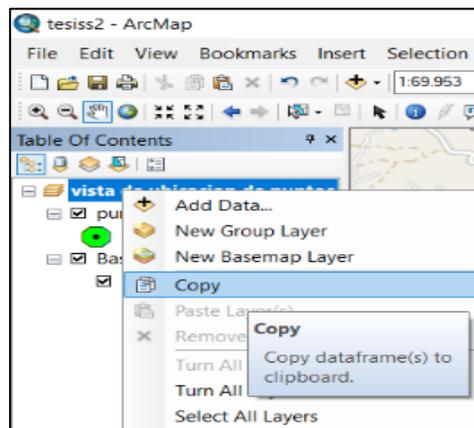
**Figura 3.30. Creación de data frame**



**Fuente:** Elaboración propia.

Copeamos la data frame de vista de ubicación de puntos para tener todos los datos iguales en la otra data frame zona urbana.

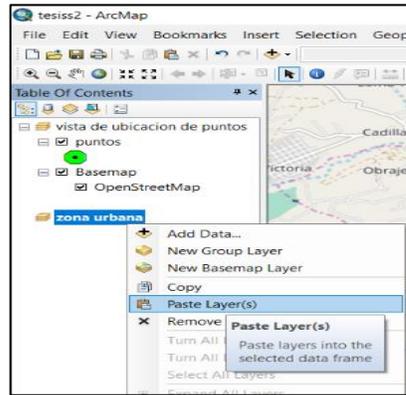
**Figura 3.31. Copia de data frame**



**Fuente:** Elaboración propia.

Pegamos la data frame de vista de ubicación de puntos en la nueva data frame zona urbana para tener dos data frame con mismos datos.

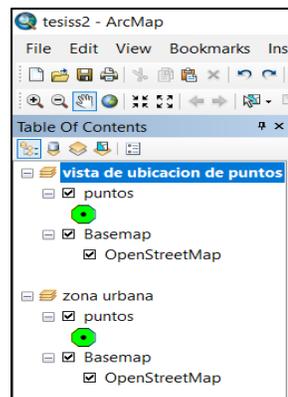
**Figura 3.32. Pegado de data frame**



**Fuente:** Elaboración propia.

De esta manera quedara mi tabla de contenido con dos datas frame con diferentes nombres, pero mismos datos.

**Figura 3.33. Vista de tabla de contenido**

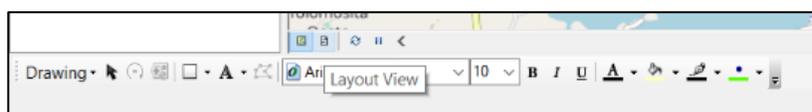


**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.5.2.- Proceso para trabajar en layout view

En esta interfaz que brinda de ArcMap se puede visualizar las dos datas frame creados, esto se hace para trabajarlos juntos e indicar con más detalles los puntos críticos en toda la zona urbana con fines de armar el diseño final del plano de información.

**Figura 3.34. Layout View**

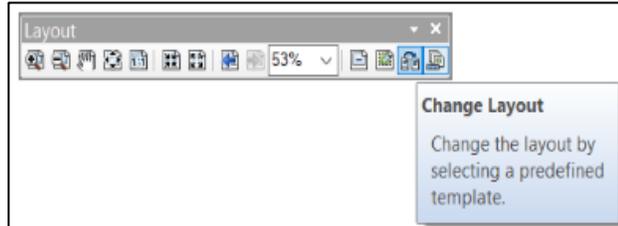


**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.5.2.1. Diseño de tamaño de hoja del plano

Como primer paso se da un tamaño a la hoja del plano que trabajaremos donde se da clic en la opción Change Layout.

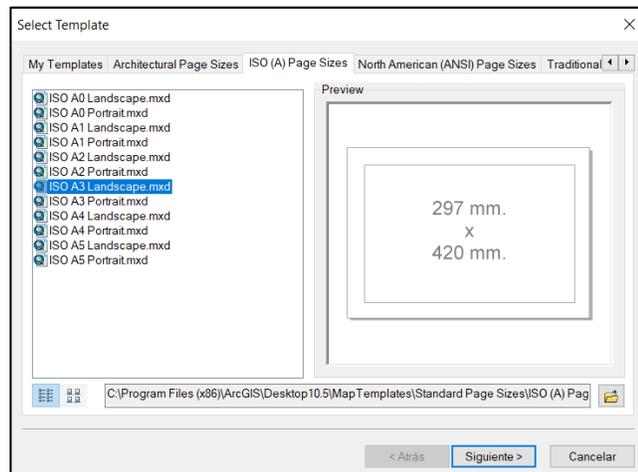
**Figura 3.35. Diseño de hoja**



**Fuente:** Elaboración propia.

En esta ventana de dialogo se puede ver los tipos de hojas la cual utilizamos la **A3** que es una hoja doble carta.

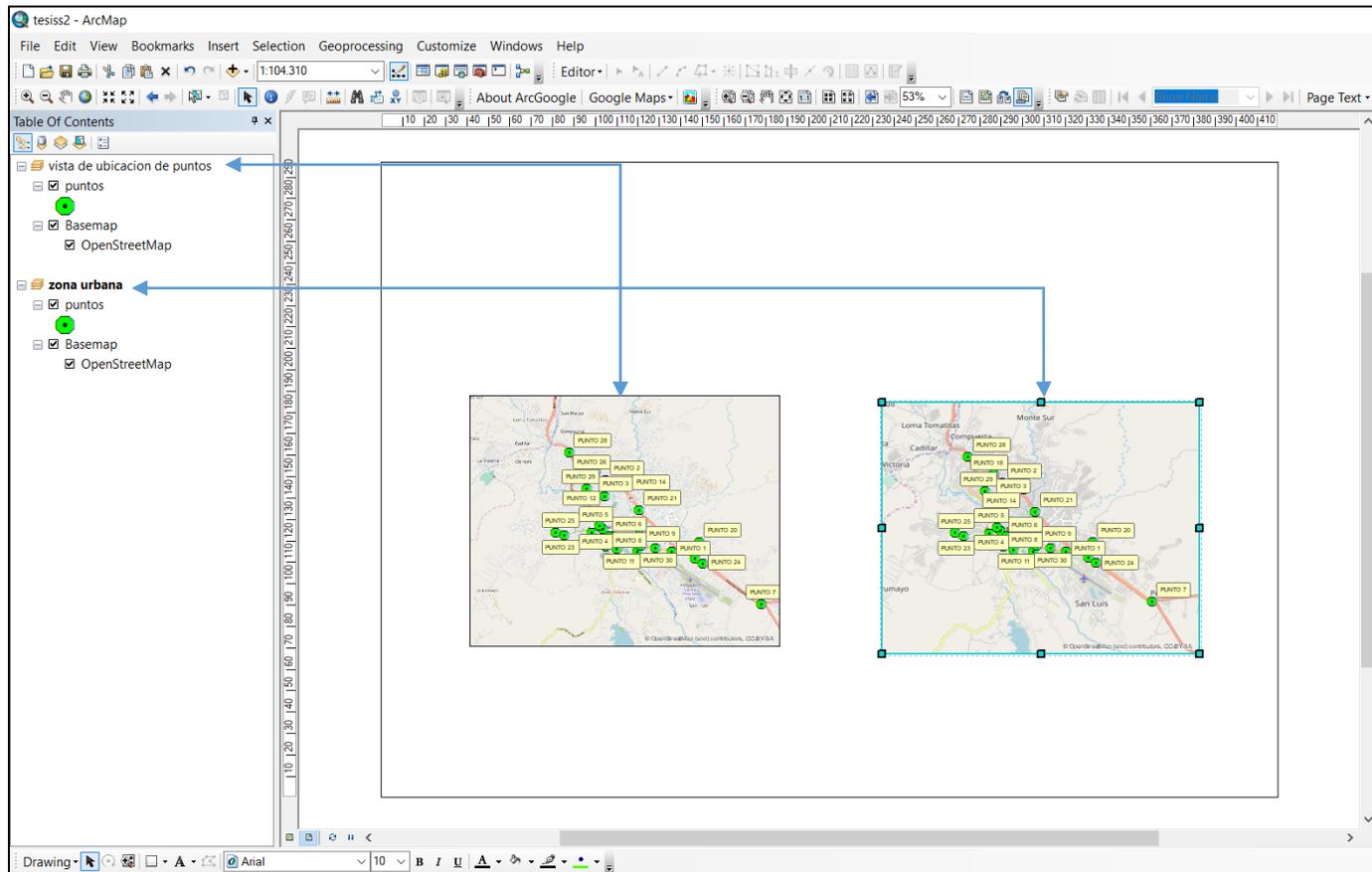
**Figura 3.36. Tipos de hoja**



**Fuente:** Elaboración propia.

Ya escogiendo el tipo de hoja del plano se puede visualizar los cantos de la hoja y las dos datas frame en el plano la de vista de ubicación y la otra zona urbana.

**Figura 3.37. Visualización de datas frame**

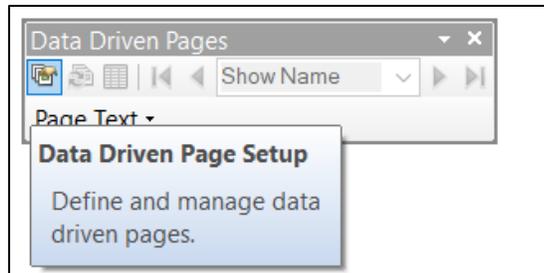


**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.5.2.2. Sincronización de las datas frame

Para la sincronización de los dos planos se va a la opción de Data Driven Page Setup.

**Figura 3.38. Opción para sincronizar**

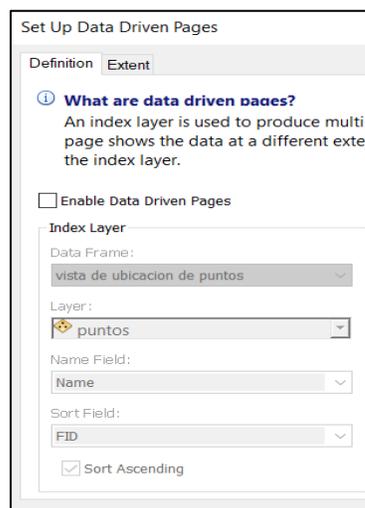


**Fuente:** Elaboración propia.

Después nos aparece la interfaz de Set up Data Driven Page en la cual se tiene que configurar primero en Definition y luego en Extent.

Primero se marca en Enable Data Driven Page para que me den las opciones de configurar.

**Figura 3.39. Configuración de sincronizado**

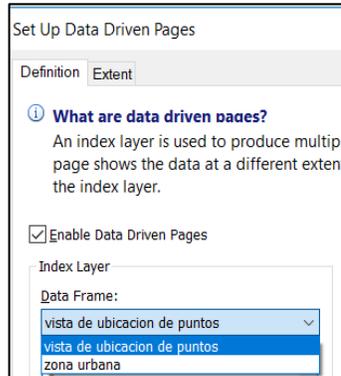


**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación se pasa a configurar cada campo del Set up Data Driven Page de la siguiente manera:

En data frame se escoge cuál de los dos será como punto de ubicación en nuestro caso será la data frame vista de ubicación de puntos.

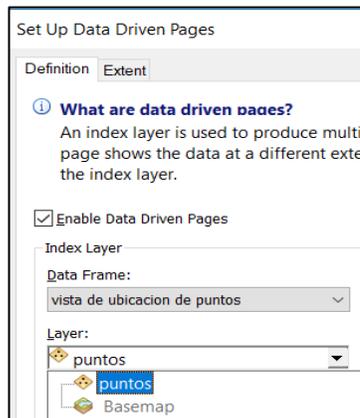
**Figura 3.40. Definición punto de ubicación**



**Fuente:** Elaboración propia.

En layers se escoge los datos que se van a sincronizar en nuestro caso será los puntos críticos.

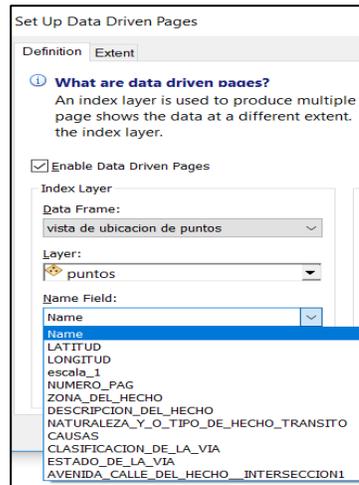
**Figura 3.41. Datos a sincronizar**



**Fuente:** Elaboración propia.

En name field se escoge el campo donde estén los nombres de los puntos de estudio en nuestro caso los nombres están con name estos datos están en la tabla de atributos.

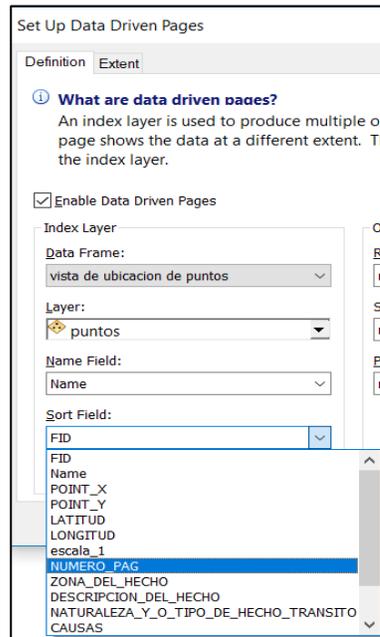
**Figura 3.42. Nombres de los puntos a sincronizar**



**Fuente:** Elaboración propia.

En Sort Field se escoge el campo donde estén los números de páginas que tendrá cada punto de estudio en nuestro caso la numeración está con NUMERO\_PAG lo cual este dato sale de tabla de atributos, este paso es con fin que los mapas vayan ordenados.

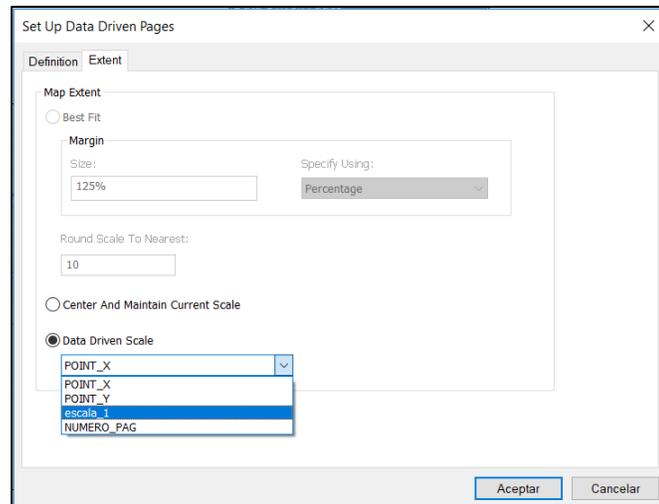
**Figura 3.43. Numero de página a sincronizar**



**Fuente:** Elaboración propia.

Después de configurar Definition se procede a configurar Extent en esta pestaña solo se configura la escala que queremos darle a la vista del punto a estudiar en nuestro caso se optó una escala de 1:2500 esto para que se vea mejor la ubicación del punto a estudio. En nuestro caso la escala esta con el nombre de escala\_1 estos datos están en la tabla de atributos.

**Figura 3.44. Escala del punto critico**

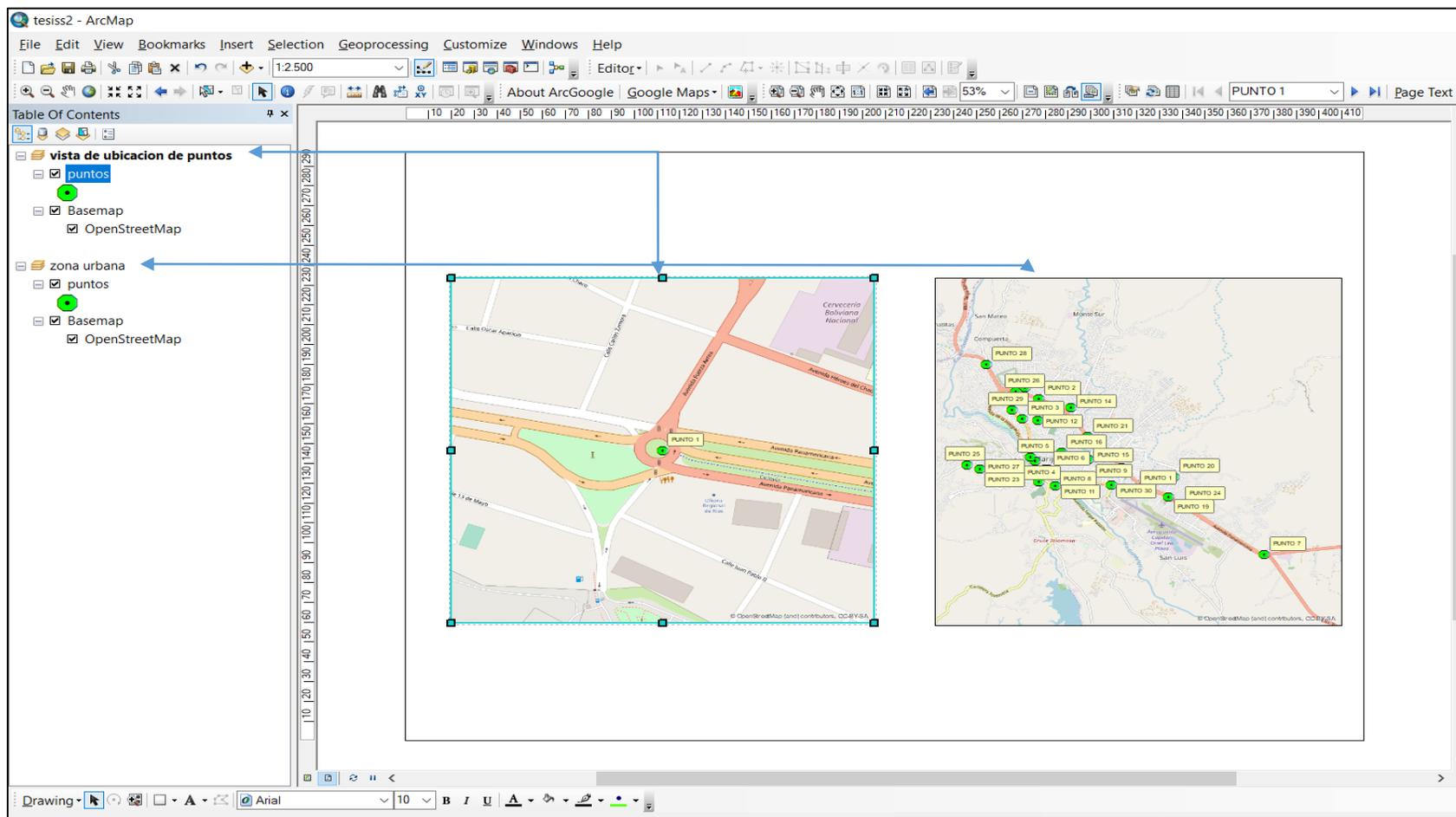


**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez ya configurado el Set up Data Driven Page se da clic en aceptar y el mapa nos queda de la siguiente manera figura 3.44.

Donde se visualiza que la data frame vista de ubicación esta solo el punto de estudio bien ubicado a su escala dada y en la otra data frame zona urbana se ve todos los puntos en zona urbana.

Figura 3.45. Visualización de puntos sincronizado

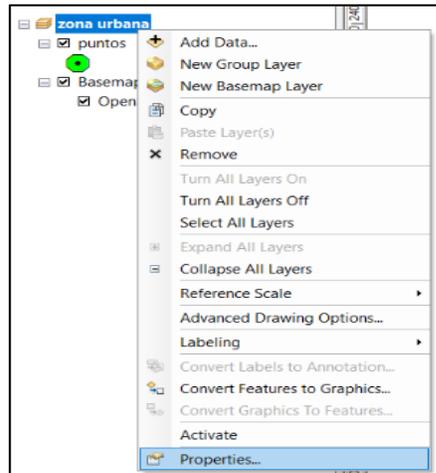


Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.2.3. Indicador del punto crítico en zona urbana

Para indicar el punto crítico en data frame zona urbana se procede de la siguiente manera:  
Se hace clic derecho en la data frame zona urbana y se va a la opción de propiedades.

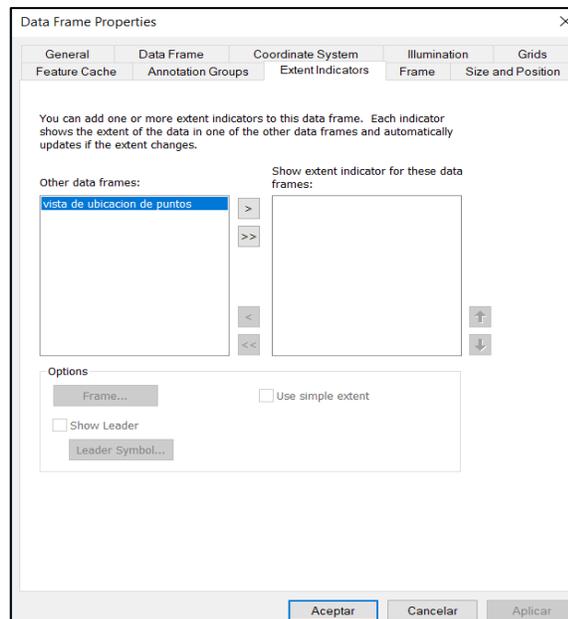
**Figura 3.46. Campo de propiedades de zona urbana**



**Fuente:** Elaboración propia.

En esta interfaz se sincronizará la data frame zona urbana con la data frame vista de ubicación del punto para indicar el lugar que tendrá en la zona urbana.

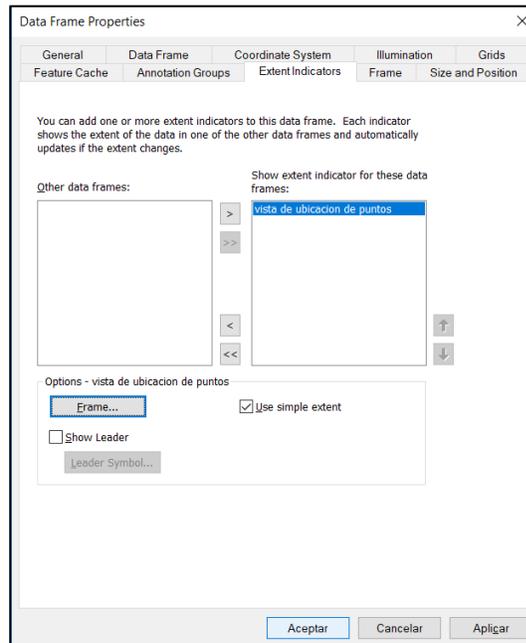
**Figura 3.47. Interfaz de propiedades**



**Fuente:** Elaboración propia.

En esta interfaz se configura dándole clic al icono de “>” donde se moverá la data frame vista de ubicación del punto y marcando la opción Use Simple extent con esto queda configurado y se da después aceptar.

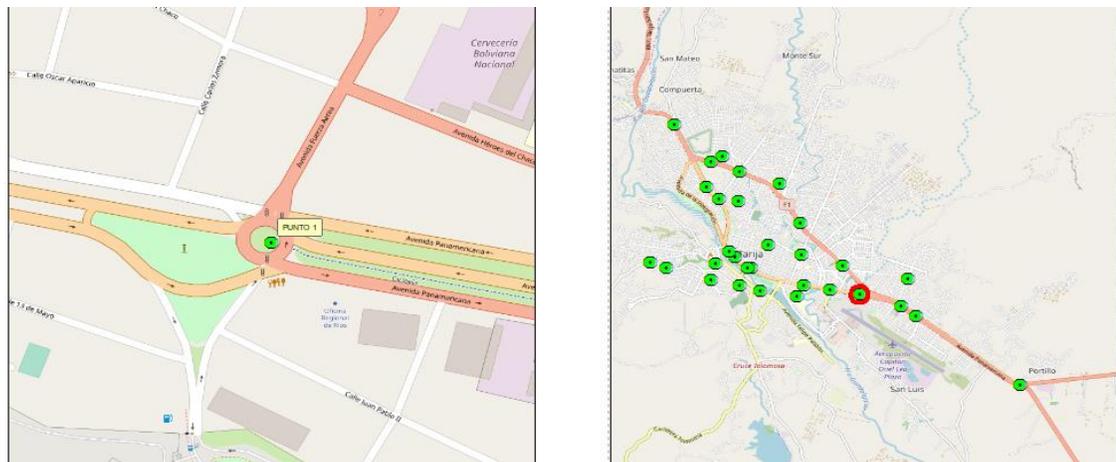
**Figura 3.48. Configuración de la interfaz de propiedades**



**Fuente:** Elaboración propia.

De esta manera queda la data frame zona urbana ya con la indicación del punto crítico en su respectivo lugar de la zona urbana.

**Figura 3.49. Indicador del punto crítico**



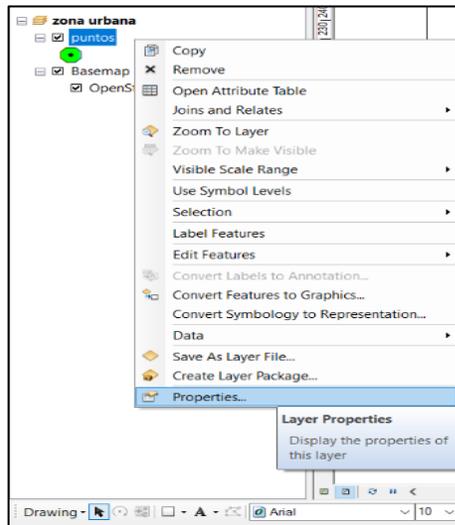
**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.5.2.4. Visualización de un solo punto crítico en zona urbana

Este paso se hará de manera que en la zona urbana solo se observe un solo punto crítico y no todos ya que puede ocasionar confusión al estar todos los puntos.

Para poder visualizar un solo punto en la zona urbana se procede de la siguiente manera: Primero se hace clic derecho en la capa de puntos y se va a la opción de propiedades.

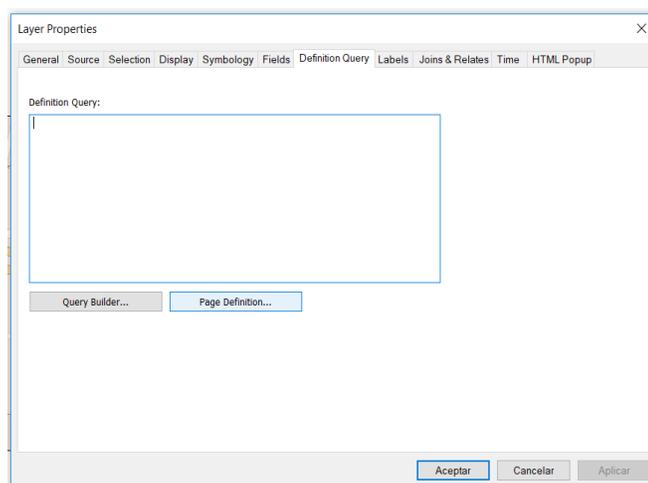
**Figura 3.50. Propiedades de puntos**



**Fuente:** Elaboración propia.

Estando en la interfaz de propiedades se va a la pestaña Definition Query se da clic en Page Definition y se procede a configurar.

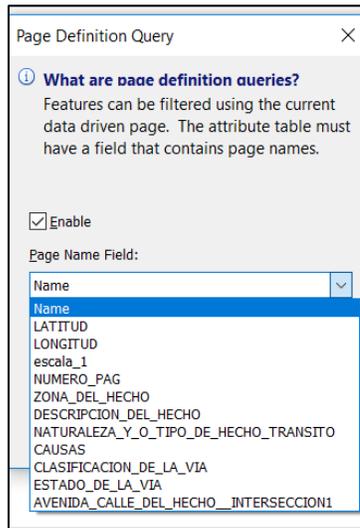
**Figura 3.51. Interfaz de propiedades**



**Fuente:** Elaboración propia.

En la configuración primero se marca en Enable y después en la opción de Page Name Field se busca los nombres de los puntos para sincronizarse el cual en nuestro caso está en name de la tabla de atributos.

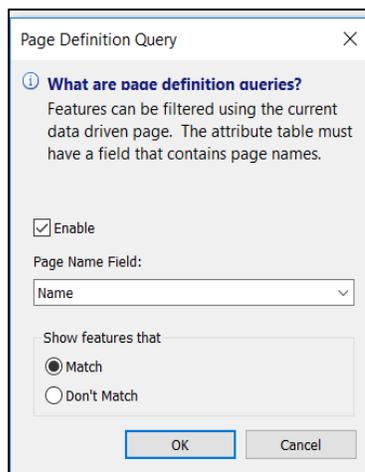
**Figura 3.52. Configuración de page name field**



**Fuente:** Elaboración propia.

Por ultimo en Show features that se marca la opción de Match esto para sincronizarse y luego se da ok.

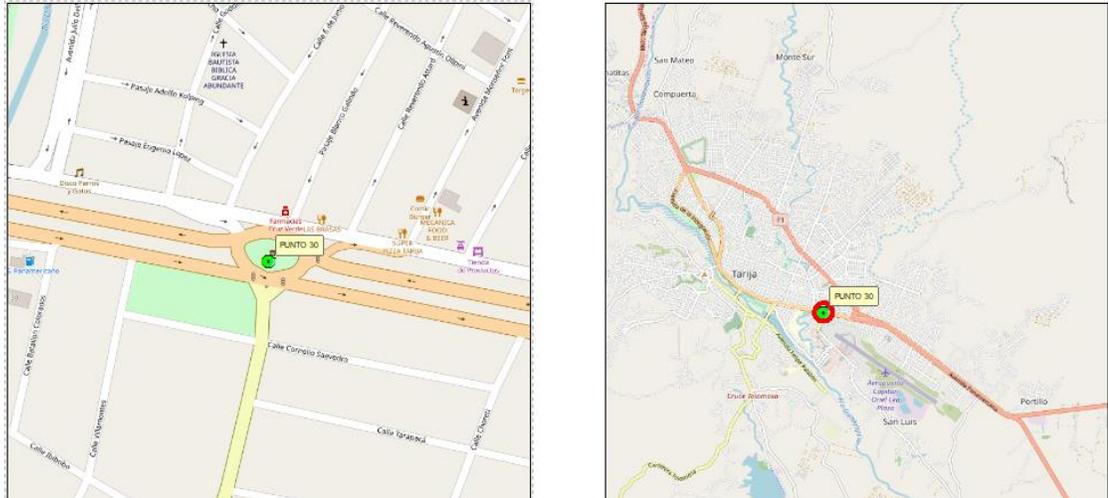
**Figura 3.53. Configuración de show features that**



**Fuente:** Elaboración propia.

De esta manera queda el mapa solo indicando el punto crítico en la zona urbana y con esto ya no hay confusión con los demás puntos.

**Figura 3.54. Vista de un punto en zona urbana**

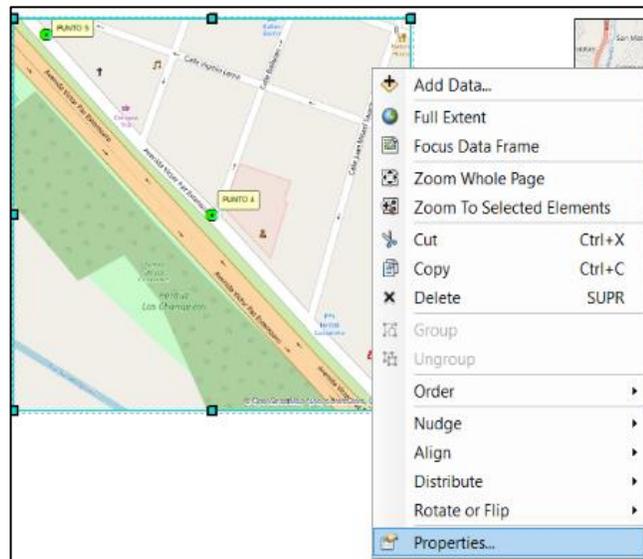


Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.2.5. Opciones de modelación de las datas frame

En este paso se procede a dar clic derecho en la data frame vista de ubicación de puntos y luego se va a la interfaz de propiedades, este paso es para dar un modelo al margen de la vista del punto crítico.

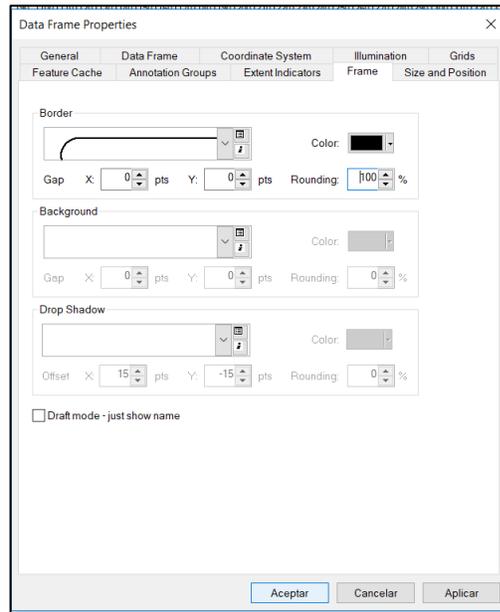
**Figura 3.55. Propiedades del punto crítico**



Fuente: Elaboración propia.

En la interfaz de propiedades se va a la pestaña de Frame y se configura en Rounding poniendo un valor de 100 y dándole aceptar, la cual es para que el margen quede en círculo.

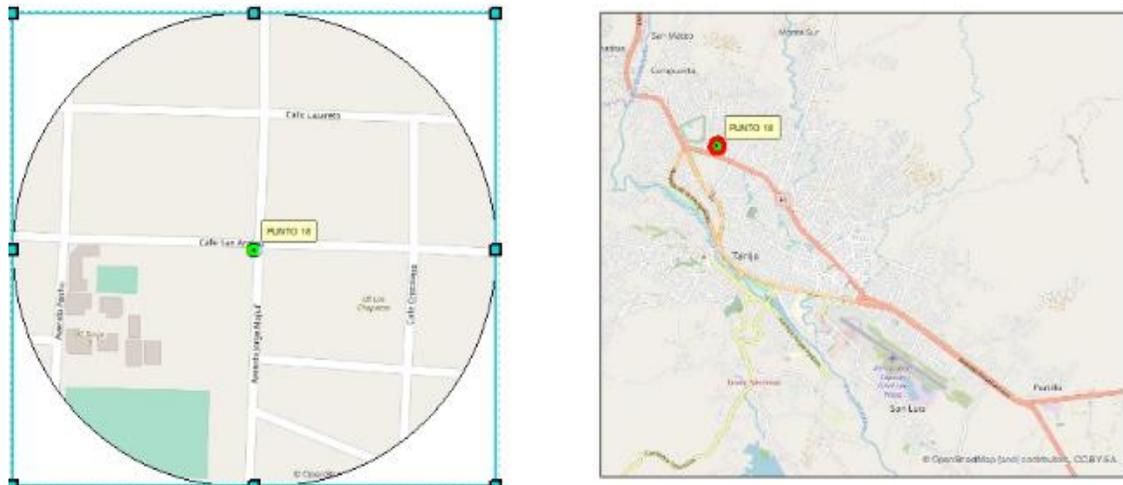
**Figura 3.56. Configurado de pestaña frame**



**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa el margen cambia esto es para darle un modelo más dinámico al mapa de información.

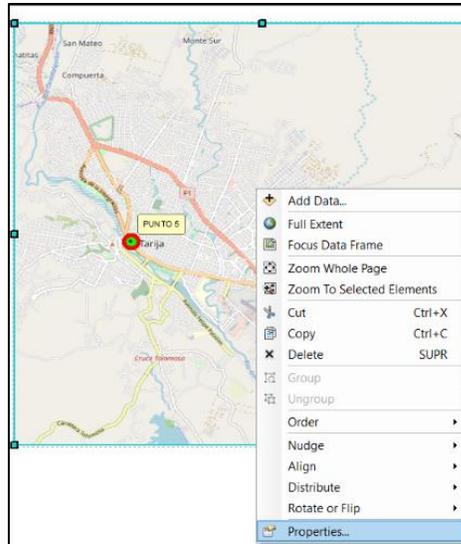
**Figura 3.57. Vista del margen del punto crítico**



**Fuente:** Elaboración propia.

En este paso se procede a dar clic derecho en la data frame Zona Urbana y luego se va a la interfaz de propiedades, este paso es para asignar la grilla al mapa de zona urbana.

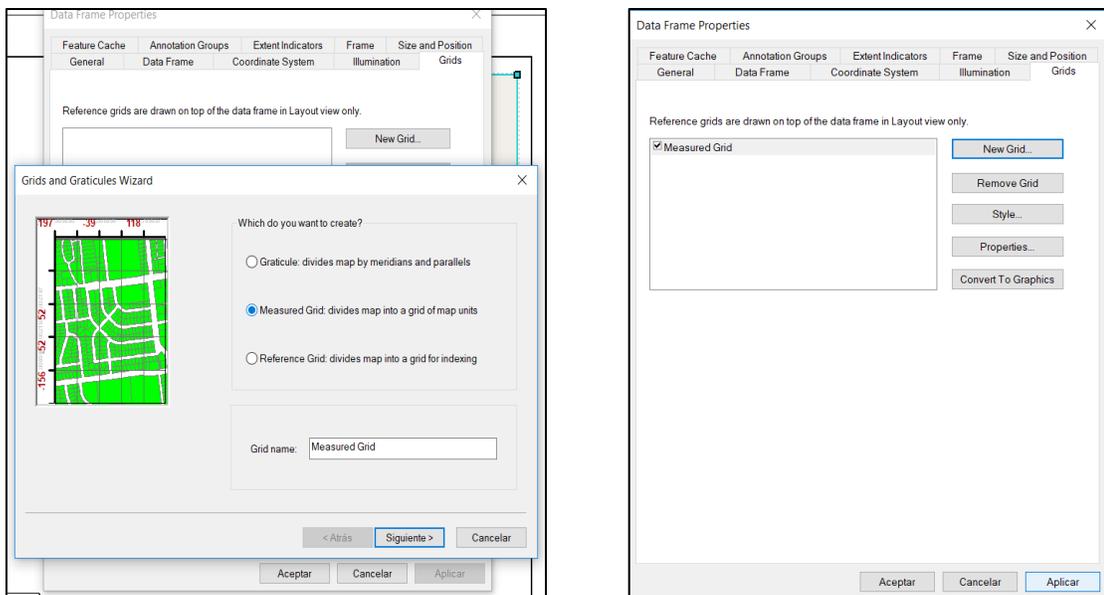
**Figura 3.58. Propiedades de zona urbana**



**Fuente:** Elaboración propia.

En la interfaz de propiedades se va a la pestaña de Grids y se da clic en New Grid donde nos aparece la interfaz en la que se le da clic en siguiente y al final aceptar.

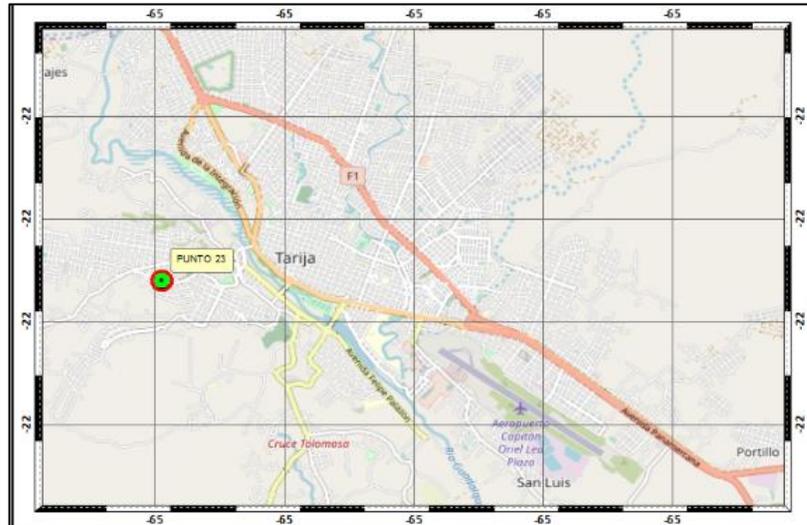
**Figura 3.59. Configurado de grilla**



**Fuente:** Elaboración propia.

De esta manera queda la grilla en la data frame de Zona Urbana.

**Figura 3.60. Vista de grilla en zona urbana**



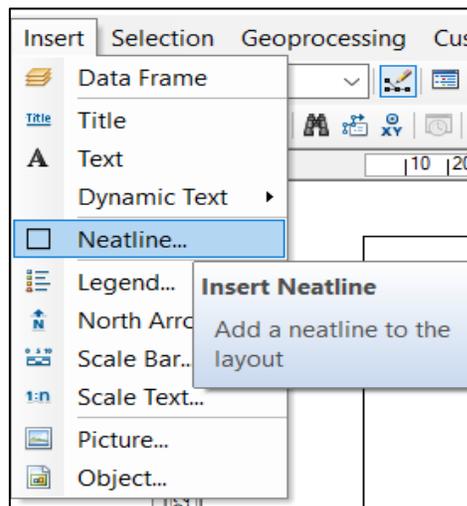
**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.5.2.6. Componentes para la modelación del mapa de información

En este punto se explicará las diferentes opciones que brinda ArcMap que se le puede dar al mapa de información para que sea más fácil de leerlo.

Se va a la opción Neatline y se configura su interfaz.

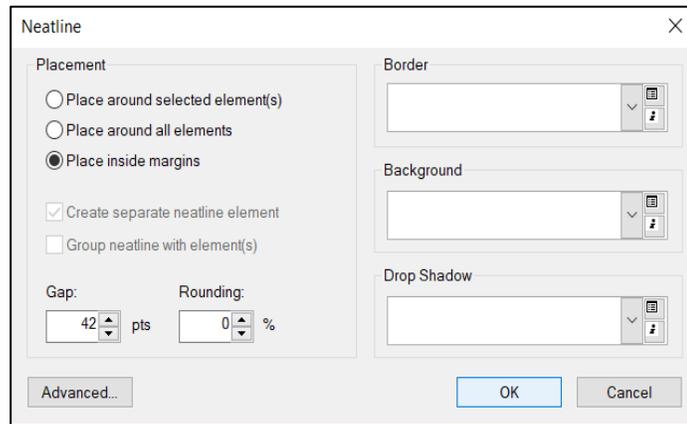
**Figura 3.61. Insertado de margen**



**Fuente:** Elaboración propia.

Se procede a marcar Place inside margins esto para que el margen se produzca dentro de la hoja del mapa y se da ok.

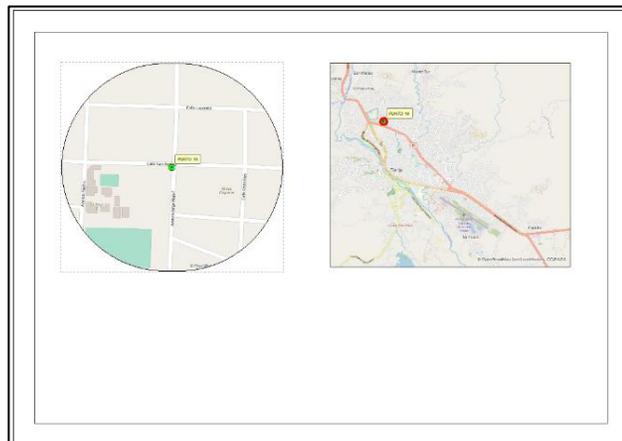
**Figura 3.62. Configurado de margen**



**Fuente:** Elaboración propia.

De esta manera queda el margen para la hoja del mapa.

**Figura 3.63. Vista del margen**



**Fuente:** Elaboración propia.

Para el insertado de tabla de información se procede ha tener una tabla en excel ya definida con los campos de información pero vacia en su descripción ya que esta sera la misma para todos los puntos pero con diferente descripción de cada punto crítico, la cual se la copea de forma normal y se la pega en el mapa de información.

**Figura 3.64. Copiado de tabla de información**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.65. Pegado en mapa de información**

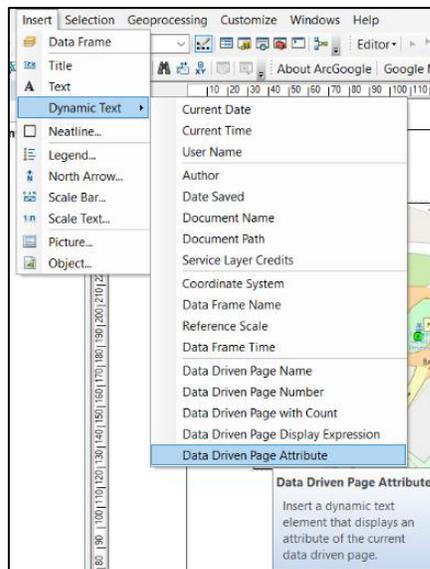


Fuente: Elaboración propia.

Esta opción es para agregar los datos de la tabla de atributos.

Se procede en dar clic en insert seguidamente en Dynamic Text concluyendo en Data Driven Page Attribute.

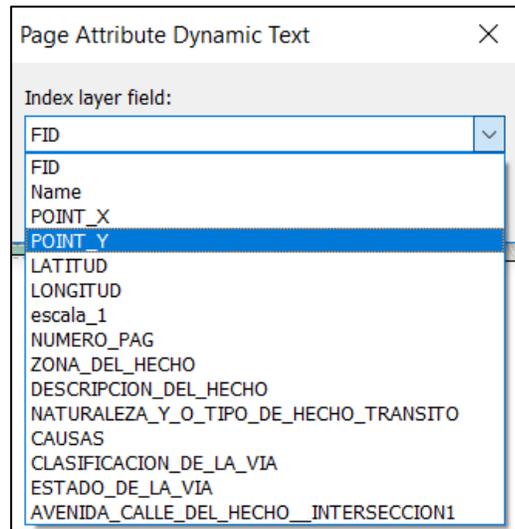
**Figura 3.66. Insertado de dynamic text**



Fuente: Elaboración propia.

En esta ventana se observa todos los campos de la tabla de atributos la cual se escogera uno por uno dandole ok al escoger el campo y se ubicaran en el lugar donde corresponda en nuestra tabla de informacion que fue insertada anteriormente.

**Figura 3.67. Interfaz data driven page attribute**



**Fuente:** Elaboración propia.

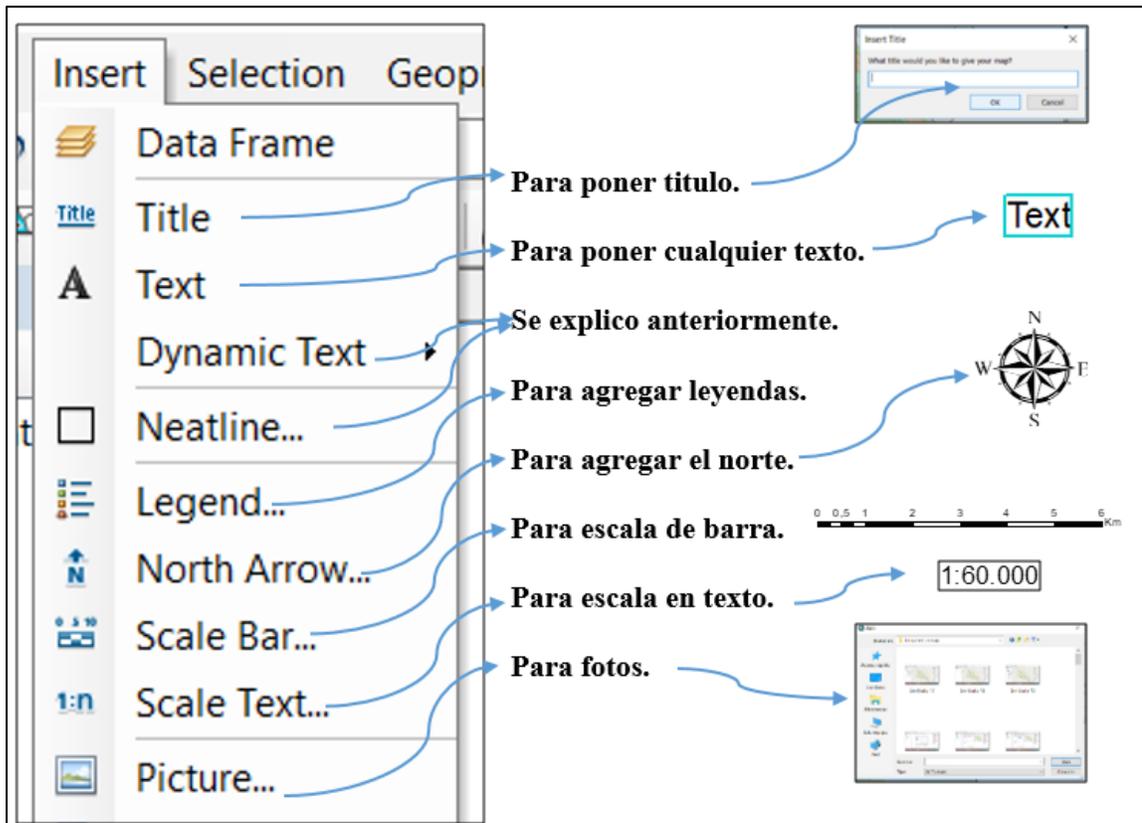
Dicha tabla quedara de la siguiente manera:

**Figura 3.68. Tabla de información**

PUNTOS	PUNTO 23
ZONA DEL HECHO	SENAC
AVENIDA/CALLE DEL HECHO (INTERSECCION)	HEROES DE LA INDEPENDENCIA Y 6 DE AGOSTO
GPS LATITUD - LONGITUD	21° 32' 15,526" S      64° 45' 14,897" W
DESCRIPCION DEL HECHO	COLISION Y CHOQUE A VEHICULO
NATURALEZA Y/O TIPO DE HECHO TRANSITO	COLISION Y CHOQUE
CAUSAS	VIA EN MAL ESTADO Y IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR
CLASIFICACION DE LA VIA	AVENIDA
ESTADO DE LA VIA	MALO

**Fuente:** Elaboración propia.

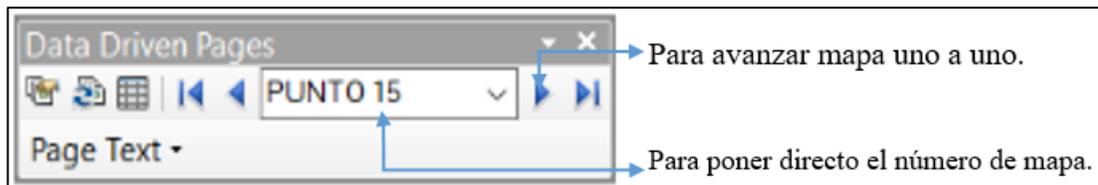
**Figura 3.69. Componentes para diseño final**



**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, se puede observar todos los mapas con la componente de Data Driven Pages que facilita al buscar un mapa de cualquier punto crítico con su respectivo dato y ubicación de cada uno.

**Figura 3.70. Componente para ver cualquier punto crítico**



**Fuente:** Elaboración propia.

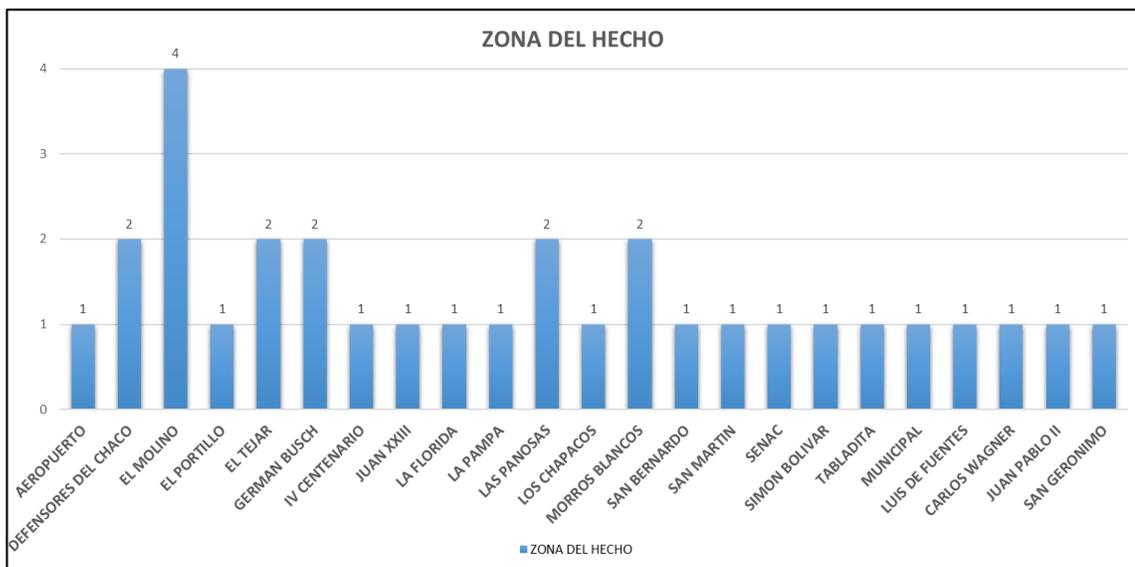
A partir de las distintas capas temáticas que se guardan en la base de datos, tras haber realizado un procesamiento correcto para ubicar los puntos críticos, se realizan los mapas para cada punto crítico de la zona urbana de la ciudad de Tarija.

### 3.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de cargar el ArcGIS con los datos obtenidos de accidentalidad y de generar los diferentes Mapas con la información antes descrita (puntos, zona del hecho avenida/calle del hecho, latitud, longitud, descripción del hecho, naturaleza y/o tipo de hecho tráfico, causas, clasificación de la vía, estado de la vía) nos permite concentrar el ejercicio de análisis en estos diferentes puntos y poder emitir posibles acciones de mejoramiento.

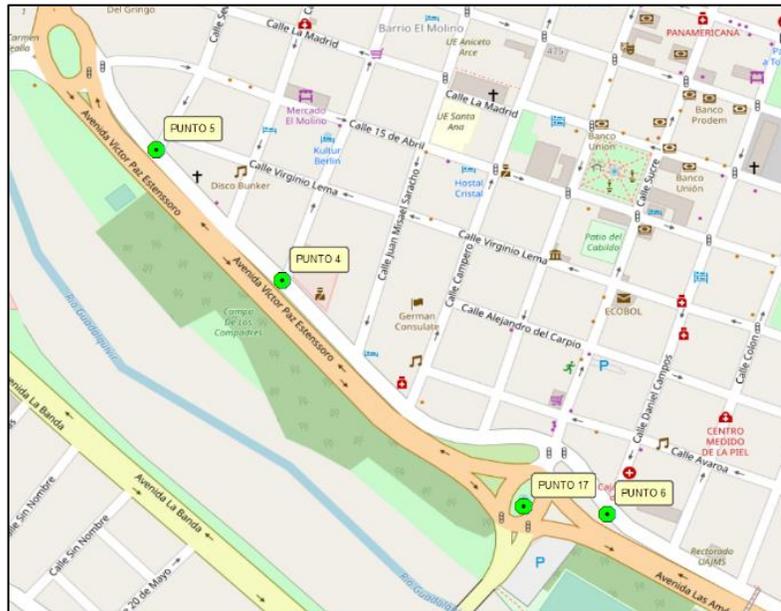
Se pudo analizar con los mapas obtenidos del ArcGIS que los accidentes de tráfico se ocasionan más en la zona EL MOLINO ya que se registran cuatro hechos de accidentalidad en el año más que en las otras zonas.

**Figura 3.71. Hechos de accidentabilidad por zona**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 3.72. Parte de la zona El Molino**



**Fuente:** Elaboración propia.

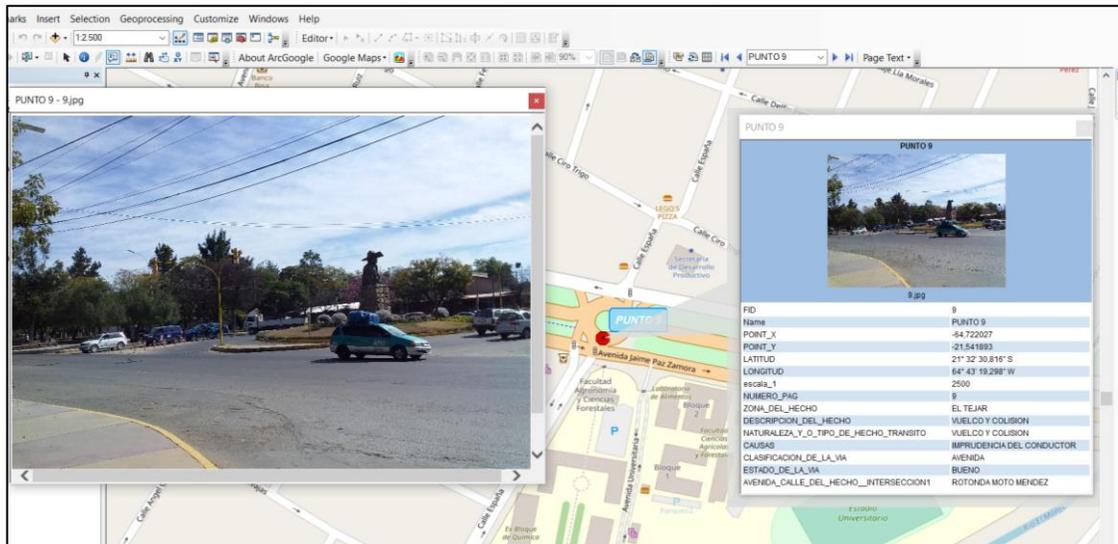
También se pudo observar por las imágenes introducidas al programa que la mayoría de los hechos de accidentabilidad son ocasionados en rotondas.

**Figura 3.73. Clasificación de la vía**



**Fuente:** Elaboración propia.

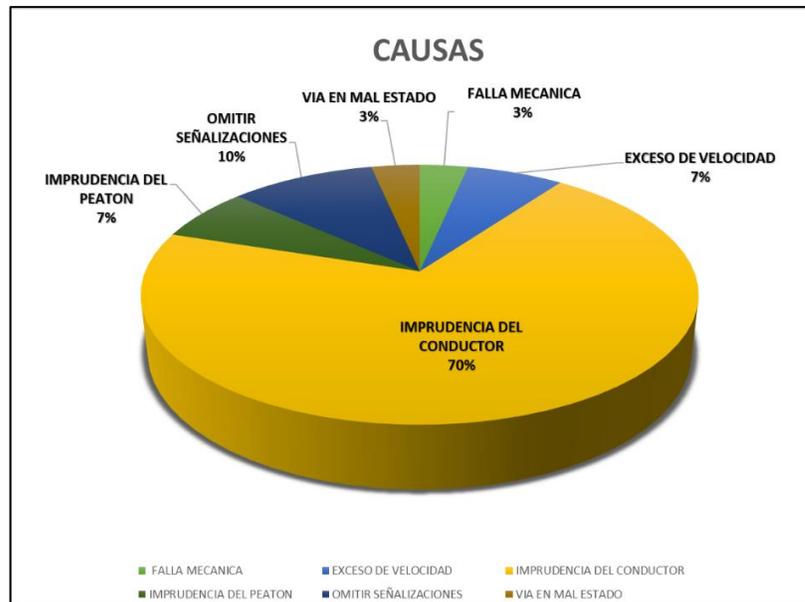
**Figura 3.74. Vista del lugar del hecho.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Los hechos de accidentabilidad fueron ocasionados por imprudencia de los conductores y en otros por omitir señales de tráfico ocasionando atropellos a personas y choques a objetos fijos.

**Figura 3.75. Causas de los hechos de trafico**

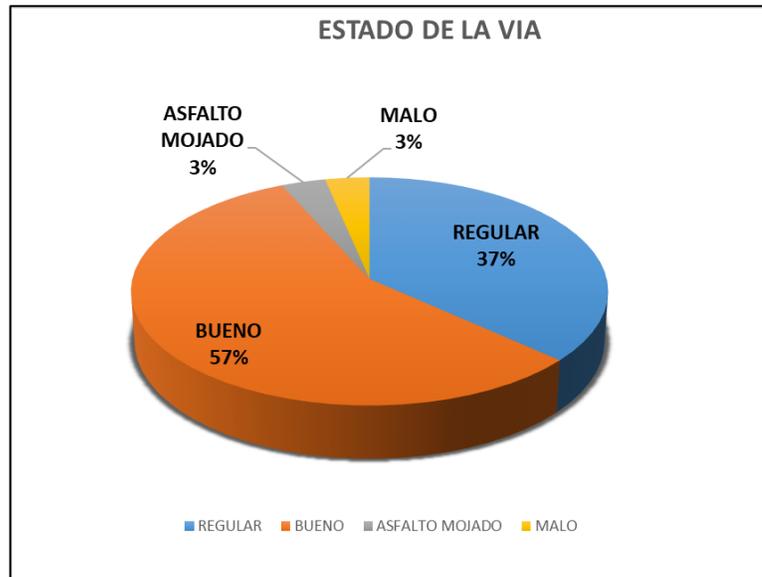


**Fuente:** Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 3.74 se puede observar que el estado de la vía donde sufrieron los accidentes en un 57% se encuentra en buen estado, un 37% en estado regular, 3% en estado malo y 3% asfalto mojado.

Como se observa no se atribuyen mayores causas de accidentabilidad debido al estado de la vía ya que en su más del 57% se encuentra en buen estado.

**Figura 3.76. Estado de la vía**



**Fuente:** Elaboración propia.

Esta es una manera muy rápida de analizar las causas que pudieron haber ocurrido los hechos de tráfico mediante el ArcGIS ya que nos ayuda a tomar conciencia de los actos ocurridos para mejorar la seguridad vial y a tener precaución en los lugares donde hay más accidentabilidad mostrado en los mapas obtenidos.

### **3.6.1. Acciones de mejoramiento**

Gracias a los mapas obtenidos del ArcGIS, que nos brinda toda la información detalla de accidentabilidad se puede proponer las siguientes acciones de mejoramiento para la seguridad vial.

- a. Proporción de información actualizada sobre el área de estudio para un mejor análisis de los accidentes.
- b. Determinación de puntos críticos desde el punto de vista espacial facilitando a la hora de ir al lugar del hecho.

- c. Dimensionamiento de señalización horizontal y vertical en los puntos que no los tenga al observar las imágenes del lugar del hecho en los mapas.
- d. Regulación adecuada de la circulación vehicular y peatonal en el área de estudio sabiendo las causas por las que ocurrieron.

### **3.6.2. Análisis de elementos de tráfico en los puntos críticos**

De acuerdo al análisis de accidentabilidad se procederá analizar con los mapas obtenidos del software ArcGis los elementos de tráfico de cada punto crítico para poder dar posibles acciones de mejoramiento.

#### **3.6.2.1. Análisis punto 1 Victor Paz Estenssoro (rotonda aeropuerto)**

En este punto se puede analizar y observar que es una avenida la cual tiene semaforización en todas sus intercepciones de la rotonda, también cuenta con señalización vertical, horizontal y reductores de velocidad (rompemuelles).

Se recomienda mejoramiento de sus señales verticales y horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

Se recomienda mejorar los rompemuelles ya que están muy deteriorados por que ya están casi al nivel de vía y no reducen la velocidad lo cual puede ser factor los accidentes ocurridos en este punto.

#### **3.6.2.2. Análisis punto 2 (Circunvalación y Avenida Froilán Tejerina)**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenidas la cual tiene semaforización en su intercepción y cuenta con señalización vertical.

Se recomienda mejorar y aumentar las señales verticales e incorporación de señales horizontales como ser un paso de cebra para los peatones puedan pasar tranquilamente.

#### **3.6.2.3. Análisis punto 3 Froilán Tejerina y calle México**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual cuenta solo con señalización vertical.

Se recomienda el incorporar y mejorar las señales verticales también se recomienda la incorporación de señales horizontales ya que no existe.

#### **3.6.2.4. Análisis punto 4 Av. Víctor Paz/Ballivian**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual no cuenta con ninguna señalización.

Se recomienda por lo menos incorporar señales verticales tales serán de mucha ayuda para el conductor ya que en este punto el accidente fue por imprudencia.

#### **3.6.2.5. Análisis punto 5 Av. Víctor Paz/Sevilla**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual no cuenta con ninguna señalización ni semaforización.

Se recomienda incorporar un semáforo y señales verticales tales serán de mucha ayuda para reducir el riesgo.

#### **3.6.2.6. Análisis punto 6 Av. Víctor Paz /Daniel Campos**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle que no cuenta con señalización vertical ni horizontal y tampoco tiene semaforización.

Se recomienda incorporar señalización vertical y horizontal como ser un paso de cebra ya que en ese punto hay muchos atropellos.

#### **3.6.2.7. Análisis punto 7 El Portillo**

En este punto se puede analizar y observar que es una avenida la cual no tiene semaforización en sus intercepciones y cuenta con señalización vertical.

Se recomienda incorporar y mejorar las señales verticales y horizontales las cuales son pocas y están deterioradas donde no se las puede ver claramente.

Se recomienda incorporar reductores de velocidad como ser rompemuelleres ya que es importante reducir la velocidad en ese punto ya que en ese punto los accidentes son por colisión entre vehículos.

#### **3.6.2.8. Análisis punto 8 España y Heriberto Trigo**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual no tiene semaforización en su intercepción, también cuenta con señalización vertical, horizontal y reductores de velocidad (rompemuelleres).

Se recomienda incorporar un semáforo ya que es una zona de la universidad donde transitan muchos estudiantes.

Se recomienda mejoramiento de sus señales horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

Se recomienda mejorar los rompemuelleres ya que están muy deteriorados por que están al nivel de la vía.

### **3.6.2.9. Análisis punto 9 Rotonda Moto Méndez**

En este punto se puede analizar y observar que es una avenida la cual tiene semaforización en todas sus intercepciones de la rotonda, también cuenta con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda mejoramiento de sus señales verticales y horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

### **3.6.2.10. Análisis punto 10 Los Sauces Altura local La Floresta**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre dos avenidas la cual no tiene semaforización en su intercepción, también cuenta con señalización vertical, horizontal y con tachones viales.

Se recomienda incorporar semáforos, señalizaciones horizontales y verticales ya que es una intercepción de dos avenidas.

Se recomienda mejorar los tachones viales ya que están muy deteriorados y algunos destruidos.

### **3.6.2.11. Análisis punto 11 Av. Hernando Siles Suazo Alt. Hotel Viña Del Sur**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual no tiene semaforización, no cuenta con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda incorporar señales horizontales, verticales y aumentar reductores de velocidad como tachones o rompemuelleres ya que es un punto que está cerca de un hotel.

### **3.6.2.12. Análisis punto 12 Daniel Zamora y Calle Jorge Echazu**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre calles donde esta intercepción no cuenta con semaforización tampoco cuenta con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda incorporar señales horizontales y verticales ya que es un punto donde existe muchos locales de comida y por lo tanto es muy transitado.

### **3.6.2.13. Análisis punto 13 Avenida Circunvalación y 6 de junio**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual no tiene semaforización en su intercepción, también no cuenta con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda incorporar señales horizontales y señales verticales.

#### **3.6.2.14. Análisis punto 14 Calle 15 de Agosto y General Trigo**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre dos calles la cual no tiene semaforización en su intercepción, también cuenta con señalización vertical, horizontal y reductores de velocidad (rompemuelles).

Se recomienda incorporar semáforo ya que es una intercepción afuera de un colegio donde transitan muchos estudiantes.

Se recomienda mejorar los rompemuelles ya que están muy deteriorados por que ya están casi al nivel de la vía.

#### **3.6.2.15. Análisis punto 15 Av. Paz / Potosí y Oruro**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual tiene semaforización en todas sus intercepciones, también cuenta con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda mejoramiento de sus señales verticales y horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente y es una intercepción muy transitada.

#### **3.6.2.16. Análisis punto 16 Av. Domingo Paz y Calle Suipacha**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual cuenta con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda mejoramiento de sus señales verticales y horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

Se recomienda incorporar semáforos ya que es una calle céntrica y por lo tanto es muy transitada.

#### **3.6.2.17. Análisis punto 17 Rotonda Fuentes los Deseos**

En este punto se puede analizar y observar que es una avenida la cual tiene semaforización en todas sus intercepciones de la rotonda, también cuenta con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda mejoramiento de sus señales verticales y horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

Se recomienda incorporar reductores de velocidad como ser rompemuelles para educar a los conductores ya que en esta intercepción los accidentes son por imprudencia.

### **3.6.2.18. Análisis punto 18 San Andrés y Jorge Maglu**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre dos calles la cual no tiene semaforización en su intercepción, también cuenta con señalización vertical, horizontal y reductores de velocidad (rompemuelles).

Se recomienda incorporar semáforo ya que es una intercepción afuera de un colegio donde transitan muchos estudiantes.

Se recomienda mejorar los rompemuelles ya que están muy deteriorados por que ya están casi al nivel de la vía.

Se recomienda mejoramiento de sus señales verticales y horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

### **3.6.2.19. Análisis punto 19 Panamericana Altura Parada Del Chaco**

En este punto se puede analizar y observar que es una avenida la cual no tiene semaforización, también no cuenta con señalización vertical ni horizontal.

Se recomienda incorporar rompemuelles, señales verticales y horizontales ya que en este punto está la parada del chaco la cual es muy transitada.

### **3.6.2.20. Análisis punto 20 Octavio Campero Echazu y Tomas Oconor**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual no tiene semaforización en su intercepción, pero cuenta con señalización vertical, horizontal y reductores de velocidad (rompemuelles).

Se recomienda incorporar semaforización para que peatones puedan cruzar dicha intercepción la cual es difícil.

Se recomienda mejoramiento de las señales horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

Se recomienda mejorar los rompemuelles ya que están muy deteriorados por que están al nivel de la vía.

### **3.6.2.21. Análisis punto 21 Circunvalacion entre San Cristobal**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual tiene señalización vertical pero no tiene señalización horizontal y tampoco cuenta con semaforización.

Se recomienda incorporar señales horizontales y aumentar señales verticales ya que es una avenida muy transitada.

#### **3.6.2.22. Análisis punto 22 Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre dos avenidas la cual tiene semaforización en su intercepción, pero no cuenta con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda incorporar rompemuelleres, señalizaciones horizontales y verticales ya que es una intercepción de dos avenidas.

#### **3.6.2.23. Análisis punto 23 Av. Heroes de la Independencia y 6 De Agosto**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual no tiene semaforización, pero cuenta con señalización vertical, horizontal y reductores de velocidad (rompemuelleres).

Se recomienda mejoramiento de las señales horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

Se recomienda mejorar los rompemuelleres ya que están muy deteriorados por que están al nivel de la vía.

#### **3.6.2.24. Análisis punto 24 Av. Panamericana Entre Av. Renan Justiniano**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual no tiene semaforización y tampoco cuenta con señalización horizontal, solo cuenta con señalización vertical.

Se recomienda incorporar un semáforo y señalización horizontal ya que es una avenida que contiene tres carriles.

Se recomienda mejoramiento de sus señales horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

#### **3.6.2.25. Análisis punto 25 Los Molles Rotonda Paita**

En este punto se puede analizar y observar que es una rotonda la cual no cuenta con semaforización ni con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda incorporar señales verticales y señales horizontales ya que es una rotonda con muchas intercepciones.

#### **3.6.2.26. Análisis punto 26 Circunvalación y Avenida Camilo Moreno**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre dos avenidas la cual no tiene semaforización, tampoco cuenta con señalización vertical y horizontal.

Se recomienda incorporar semáforos, señalizaciones horizontales y verticales ya que es una intercepción de dos avenidas.

#### **3.6.2.27. Análisis punto 27 Av. Julio Arce Esq. Manuel De Uriondo**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual tiene señalización horizontal pero no tiene señalización vertical y tampoco cuenta con semaforización.

Se recomienda incorporar señales verticales y mejorar señales horizontales ya que no se ve bien por el deterioro.

#### **3.6.2.28. Análisis punto 28 Panamericana y Rotonda San Mateo**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida en rotonda la cual no tiene semaforización, tampoco cuenta con señalización horizontal y vertical.

Se recomienda incorporar reductores de velocidad, señales verticales y señales horizontales ya que es una intercepción muy transitada por los peatones.

#### **3.6.2.29. Análisis punto 29 Panamericana y Avenida Mauro Molina**

En este punto se puede analizar y observar que es una intercepción entre avenida y calle la cual no tiene semaforización, también no cuenta con señalización vertical ni horizontal.

Se recomienda incorporar señales horizontales y señales verticales ya que es una avenida muy transitada y aparte esta alado de un puesto policial.

#### **3.6.2.30. Análisis punto 30 Jaime Paz Rotonda San Gerónimo**

En este punto se puede analizar y observar que es una avenida en rotonda la cual tiene semaforización en todas sus intercepciones de la rotonda, también cuenta con señalización horizontal y vertical.

Se recomienda mejoramiento de sus señales verticales y horizontales las cuales están deterioradas ya que no se las puede ver claramente.

Las acciones de mejoramiento planteadas gracias a los mapas de ArcGIS lo harán las instituciones pertinentes ya sea Policía Nacional Tránsito o La Secretaria de Movilidad Urbana de la ciudad de Tarija, quienes son los encargados de velar la seguridad vial del departamento.

Las cuales aplicarán un estudio más profundo de todas las intercepciones con facilidad, al tener todos los mapas obtenidos.

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

Una vez construido el ArcGIS y su posterior cargado de los puntos críticos que vendrían siendo la información concerniente de accidentalidad se llega a la siguiente conclusión:

- La gran cantidad de información que se hallaban en las diversas tablas de los archivos de Microsoft Excel se ha logrado reunir en un solo lugar que es la base de datos del SIG, creándose dentro de la misma información fidedigna por temas que fueron cargados con la información del inventario la cual por supuesto se georreferenciaron para su visualización en la interfaz de ArcMap.
- Una capa puede contener mucha información, el cual se visualiza en el mapa. Para trabajar con datos específicos de la misma es posible restringir la vista a solo esos datos y de este modo facilitar el análisis para una toma de decisiones.
- A partir de la base de datos del SIG en el área de estudio se crearon mapas vinculando imágenes a sus datos, para la representación de cada punto crítico con su respectiva información.
- En el SIG la información se analiza con mayor rapidez en forma gráfica (mapa) que mediante la impresión de hojas con reportes.
- Gracias al programa se cuenta ahora con mapas que permiten visualizar los lugares de mayor accidentalidad que al principio estaban tan solo en tablas.
- El tener una información confiable en una base de datos sirve de mucho en el momento de tomar decisiones, el cual no es más que una elección de alternativas que se elige a fines de solucionar un problema.
- Se cumplió con los objetivos específicos para llegar al objetivo general, que era la aplicación de un Sistema de Información para Gestión de Accidentabilidad y Seguridad Vial en los Puntos Críticos de las Vías Urbanas De La Ciudad De Tarija.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Si se tiene los datos geográficos tabulados en tablas de archivos Excel para su procesamiento y visualización en ArcGis se recomienda crear archivos shape el cual es un formato vectorial con el que trabaja el programa.
- Es importante realizar capacitaciones acerca de programas de Sistema de Información Geográfico con el fin de conocer sus bondades y aprovechar al máximo sus capacidades para facilitar las planificaciones y la búsqueda espacial de elementos de ciertas características en una determinada vía.
- Se recomienda la utilización del sistema de información geográfico en todo trabajo que involucre el manejo de información geográfica ya que es una herramienta que permite visualizar objetos del mundo real mediante su representación en un mapa.
- Se recomienda realizar convenios entre la universidad y la unidad operativa de tránsito para obtener información actualizada cronograma con fecha para abastecer de información necesaria al programa presentado.
- Se recomienda a las instituciones pertinentes seguir haciendo la evaluación anual de estos datos para seguir mejorando las acciones en seguridad vial ya que cada año crece la población.