

## INTRODUCCIÓN

El incremento del parque automotor en las ciudades en nuestro país y particularmente en la ciudad de Tarija hace que la contaminación ambiental debido al tránsito vehicular sea cada día mayor en decremento de la calidad de vida en las ciudades.

Es importante determinar los valores de contaminación que se tienen en la ciudad por causa del tránsito vehicular, además de identificar a través de un mapeo en los distritos centrales de la ciudad; dónde se presenta la mayor contaminación para buscar las acciones más convenientes y reducir esta afectación al medio ambiente.

Es necesario este estudio para que las instituciones encargadas de la movilidad urbana puedan hacer gestiones que permitan reducir la contaminación atmosférica en nuestra ciudad.

El transporte, por su naturaleza, es fundamental para el crecimiento y desarrollo de la población, se relaciona prácticamente con todos los sectores ya sea economía, cultura, educación, desarrollo, producción, construcción, etc., y siendo el transporte pieza fundamental para toda actividad, se debe considerar que los mismos provocan un daño a la atmosfera, los resultados de este trabajo deben ser considerados para tomar acciones contra tal afectación ya que el ser humano es el más dañado.

El estudio a realizar permitirá obtener información actualizada de un parámetro que normalmente no se mide con continuidad sino como acción específica en función solo de determinados tipos de vehículos.

Tendrá un aporte académico porque esta problemática si bien es estudiada en forma conceptual; no ha sido puesta en servicio de proyectos específicos.

## CAPITULO I: MATERIALES Y MÉTODOS

### 1.1. DISEÑO TEÓRICO

#### 1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

**a) Situación Problémica:**

Todos podemos percibir el terrible caos vehicular que existe en la ciudad de Tarija, que ya data de hace mucho tiempo y se agrava cada vez más por el permanente crecimiento del parque automotor, que no va acompañado por medidas ingenieriles y de sentido común que se encuentren destinadas a mejorar la circulación y consecuentemente la calidad de vida de sus habitantes.

Es frustrante reconocer que cada vehículo y cada peatón en la ciudad de Tarija tienen un comportamiento completamente caótico porque funcionamos como unidades totalmente independientes, que solo nos preocupamos por resolver nuestros asuntos con un egoísmo ciudadano en el que no tomamos en cuenta al otro para definitivamente nada.

Todos absolutamente todos; hacemos lo que nos venga en gana a la hora de hacer movilidad por nuestra ciudad, el conductor de micro, taxi, taxi trufi, o cualquier vehículo del transporte público que se cree dueño de los caminos, creando paradas donde mejor le parezca, sin respetar las establecidas, peor sucede con los vehículos privados que generan igual o peor caos vehicular que los vehículos del transporte público.

Este problema se agrava con el paso del tiempo, y lo peor es que estos vehículos generan entre un 60 a 70 % de contaminación atmosférica en la ciudad de Tarija, en este sentido es que el parque automotor es el mayor

contaminante del medio ambiente, ya que no existe un control con los vehículos que circulan desde los años 70's hasta la actualidad, los gases liberados por los escapes de los vehículos cuando están en el aire provocan infecciones respiratorias, problemas dérmicos e irritación en los ojos, entre otros.

La acción de respirar es básica y primordial para nuestra supervivencia como humanos, por eso es lógico que la calidad del aire que respiramos sea saludable, lamentablemente es contaminado y afecta a nuestra salud de forma inevitable.

La contaminación del aire se produce por muchos factores unidos, el primordial son los vehículos, que producen diversos tipos de gases y partículas que se acumulan en la atmósfera.

Las consecuencias de la contaminación del aire puede acarrear para nuestra salud serios problemas por el elevado índice de contaminación, algunos pueden padecerse a corto plazo, pero otros son acumulativos y aparecen a lo largo de los años. Las enfermedades relacionadas con la contaminación del aire son aquellas que afectan a las vías respiratorias de carácter inflamatorio y otras, como pueden ser algunos tipos de cáncer, problemas del corazón y de los pulmones.

**b) Planteamiento del Problema:**

¿Será que a través de mediciones de la contaminación del tránsito vehicular en los distritos centrales de la ciudad de Tarija se pueda realizar un mapeo de contaminación que sirva para establecer acciones que estén orientadas a reducir esta afectación al medio ambiente?

### 1.1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### a) **Objetivo General:**

- Realizar una evaluación de la contaminación atmosférica producida por el tránsito vehicular en los distritos centrales de la ciudad de Tarija y a partir de ello elaborar un mapeo de contaminación que permita una identificación clara y específica de los puntos de mayor contaminación para el planteamiento de acciones que permitan reducir la afectación al medio ambiente.

#### b) **Objetivos Específicos:**

- Describir los aspectos generales de la circulación vehicular en vías urbanas.
- Desarrollar los principios, metodologías y relacionamiento del volumen de tránsito vehicular con los demás parámetros de la ingeniería de tráfico.
- Determinar la muestra de estudio respecto a la contaminación por tránsito vehicular en las vías de los distritos centrales de la ciudad de Tarija.
- Realizar la evaluación de la contaminación atmosférica en las vías de los distritos centrales de la ciudad de Tarija.
- Determinar una correspondencia de datos de la contaminación atmosférica con el volumen del tránsito vehicular en las vías urbanas de estudio.
- Realizar un análisis de resultados para plantear acciones y poder solucionar el problema.

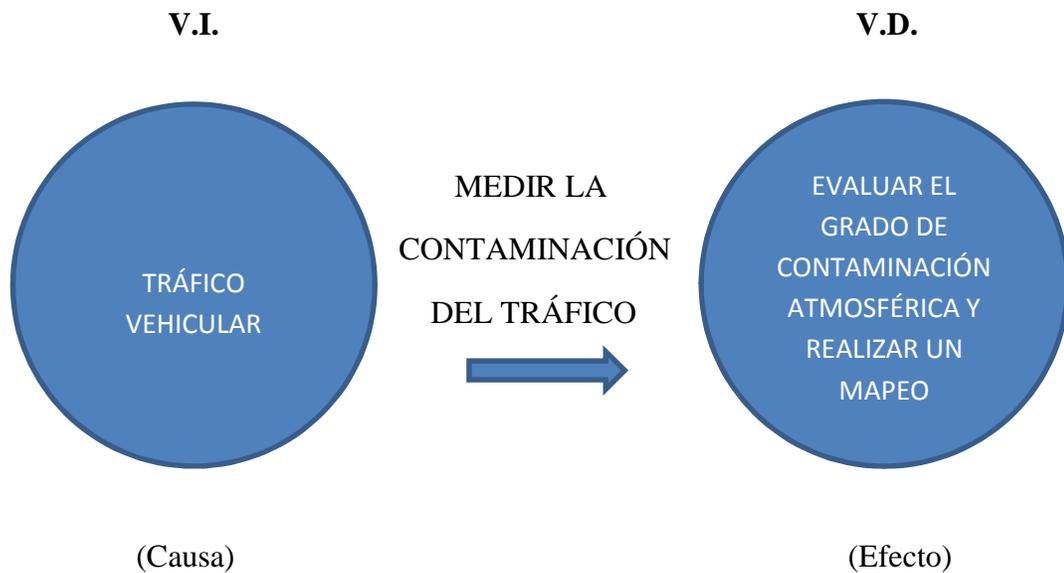
- Establecer conclusiones y recomendaciones en función a los resultados obtenidos en el estudio.

### 1.1.3. HIPÓTESIS

Si medimos la contaminación atmosférica producida por tránsito vehicular en los distritos centrales de la ciudad de Tarija, entonces tendremos la información actualizada sobre la afectación al medio ambiente, la cual permitirá planificar acciones de mitigación.

### 1.1.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES

**FIGURA N 1:** DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES



*FUENTE: Elaboración Propia.*

- **Variable Independiente:**

Es el tráfico vehicular producido en los distritos centrales de la ciudad de Tarija, ya que esta no cambia ni depende de nada para seguir su flujo.

- **Variable Dependiente:**

Es la contaminación atmosférica, ya que esta dependerá del flujo de tráfico y las vías urbanas de estudio, para ser medido.

### 1.1.5. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

a) **Grado de Contaminación:** Es el estado, valor o calidad susceptible de variación de los efectos a los componentes agua, aire y ruido.

b) **Tráfico Vehicular:** Son los distintos vehículos a analizar, privados y públicos, que transitan por la ciudad ya sea que funcionan a GNV, gasolina o diesel.

### 1.1.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL

**CUADRO N 1:** DEFINICIÓN DE VARIABLES - AGUA

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR O ACCIÓN
TRÁFICO VEHICULAR	Vehículos privados Vehículos públicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decibeles</li> <li>• Contaminación</li> <li>• Agua</li> </ul>	Reglamento en materia de contaminación atmosférica. DS N 24176-NB 62002

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR O ACCIÓN
GRADO DE CONTAMINACIÓN	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Ph (6-8.5)</li> <li>• Sólidos disueltos totales.(1000m g/l)</li> <li>• Porcentaje de Saturación. (&gt;80%)</li> <li>• Aceites y grasas (ausentes)</li> <li>• Cloruros (250mg/l)</li> <li>• DBO (&lt;2mg/l)</li> <li>• DQO (&lt;5mg/l)</li> <li>• NMP colifecales (&lt;50NMP/100 ml)</li> <li>• Conductividad</li> </ul>	Límites máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores

*FUENTE: Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica. Bolivia (1995).*

Como se observa en el CUADRO N 1 las variables para nuestra definición operacional es el tráfico que abarca un grado de contaminación atmosférica en tres componentes: Agua, Aire y Ruido.

**CUADRO N 2: DEFINICIÓN DE VARIABLES – AIRE Y RUIDO**

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR O ACCIÓN</b>
GRADO DE CONTAMINACIÓN	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel: 0-1500 m.s.n.m. opacidad 65%</li> <li>• Gasolina: 0-1500 m.s.n.m. carburador e inyección.</li> <li>• GNV: 0-1500 m.s.n.m. CO2% O2%.</li> </ul>	Límites permisibles NB 62002
GRADO DE CONTAMINACIÓN	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autos, taxis, petas, etc. Máximo permisible 79 DB y peso máximo de 3000kg.</li> <li>• Camionetas, vagonetas, etc. Máximo permisible 81 DB y un peso entre 3000-10000kg.</li> </ul>	Resolución Municipal N 083/2011 Reglamento de protección contra la emisión de ruidos.

*FUENTE: Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica. Bolivia (1995).*

## 1.2. DISEÑO METODOLÓGICO

### 1.2.1. COMPONENTES

#### UNIDADES DE ESTUDIO Y DECISIÓN MUESTRAL:

Los elementos que serán medidos; será la contaminación atmosférica emitida por escapes del tráfico vehicular en los distritos centrales de la ciudad de Tarija con el equipo correspondiente.

- **Unidad:** Es la contaminación atmosférica por tránsito vehicular.
- **Población:** Es la contaminación atmosférica por tránsito vehicular en la ciudad de Tarija.
- **Muestra:** Es la contaminación atmosférica en el distrito 1 y 3 de la ciudad de Tarija.
- **Muestreo:** Son los distritos 1 y 3 que corresponden a los barrios: El Molino y Las Panosas.

### 1.2.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS

Se realizará una evaluación de la contaminación atmosférica en los distritos 1 y 3 de la ciudad de Tarija producida por el tránsito vehicular, a partir de ello elaborar un mapeo de contaminación que permita una identificación clara de las zonas más críticas para así poder tomar acciones y reducir esta afectación.

La técnica para esta investigación será mediante un mapeo probabilístico que identifique las zonas más afectadas dentro de los distritos de estudio.

Se utilizaron tres equipos que se encuentran en el Gobierno Autónomo Municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado, en la oficina de Revisión Técnica Vehicular, me brindó también la ayuda con profesionales capacitados y me asesoraron con el manejo de estos.

**MGT5:** Instrumento que mide la densidad de la emisión de Hidrocarburos (HC), Monóxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Oxígeno (O<sub>2</sub>) y Óxidos de Nitrógeno (NO) presentes en los gases del escape de los automóviles a gasolina y gas natural vehicular (GNV). Este diagnóstico permite evaluar automáticamente el rendimiento de combustión del motor y las emisiones de gases. La unidad con la que trabaja este instrumento es en porcentajes.

**MDO2-LON:** Instrumento que mide precisamente los contenidos de humo de los gases de escape de motores a diesel, calcula la opacidad de las emisiones que refleja la cantidad de partículas sólidas presentes en los mismos, (principalmente carbonilla). La unidad con la que trabaja este instrumento es en porcentajes.

**SONÓMETRO:** Es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora (contaminación acústica). En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en los diversos automóviles, mediante el escape y la bocina. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.

Para realizar el procedimiento de la aplicación, ubicaremos las zonas de estudio, identificadas como distritos centrales 1 y 3 correspondientes a los barrios: El Molino y Las Panosas, como se aprecia en el ANEXO 2

Seguidamente realizaremos la medición de la contaminación atmosférica en aproximadamente 120 esquinas con el equipo correspondiente, se obtendrá también información básica sobre los volúmenes de tránsito vehicular de las respectivas calles.

Se determinara la correlación de la contaminación atmosférica con el volumen de tránsito vehicular y se planteara acciones para mitigar el impacto ambiental.

### 1.2.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y LA INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se procederá a realizar el análisis de la interpretación de la información, mediante un tratamiento de datos estadísticos, para ello se hará uso de las siguientes formulas probabilísticas:

**La Media** es comúnmente el promedio, se suman todos los números juntos y se divide por la cantidad de números que fueron sumados.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad (1.1)$$

**La Desviación Estándar o Típica** nos permite determinar el promedio aritmético de fluctuación de los datos respecto a su punto central o media.

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{N}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N} \quad (1.2)$$

Dónde:

$\bar{x}$  = La Media (Promedio).

N= Cantidad de números sumados.

**La Mediana** es el valor que ocupa el lugar central de todos los datos cuando éstos están ordenados de menor a mayor.

Si la serie tiene un número impar de medidas, la mediana es la puntuación central de la misma.

Si la serie tiene un número par de puntuaciones, la mediana es la medida entre las dos puntuaciones centrales.

**La Moda** es el valor que se presenta el mayor número de veces.

Ejemplo: Buscar la moda de:

5 12 9 5 8 7 1

Como la moda es el número que más se repite, la moda es 5.

**La Varianza** es la medida aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$
(1.3)

**El Coeficiente de Variación** es la relación entre la desviación típica y su media.

$$C. V. = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$
(1.4)

Dónde:

$\bar{x}$  = La Media (Promedio).

N= Cantidad de números sumados.

#### **1.2.4. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

El alcance de la investigación del presente proyecto pretende realizar una evaluación de la contaminación atmosférica producida por tránsito vehicular en los Distritos 1 y 3 de la ciudad de Tarija, a partir de ello se quiere elaborar un mapeo de contaminación que nos ayude a identificar de manera clara los puntos de mayor contaminación, para plantear acciones que nos permitan reducir esta afectación al medio ambiente y a la salud de la población.

Como primer punto hacemos referencia a toda la problemática del Proyecto y buscamos medidas para reducir esta afectación al medio ambiente, mediante variables, hipótesis, objetivos, métodos, técnicas, etc. Planteando así una metodología de estudio que nos permita tomar conciencia en el medio y adquirir conocimiento sobre el tema.

El estudio que se pretende realizar es el de ubicar las zonas a evaluar siendo estos los distritos 1 y 3 de la ciudad, como se observa en el ANEXO 2, realizar los aforos y mediciones de los vehículos contaminantes, utilizando equipo de última generación, recibiendo un asesoramiento para el manejo de estos de la Oficina de Revisión Técnica Vehicular y realizando un trabajo conjunto, para reducir esta afectación, se realizara también una correspondencia o correlación de datos de la contaminación atmosférica con el volumen de tránsito vehicular.

Obteniendo así resultados que normalmente no se miden con continuidad sino como acción específica en función solo de determinados tipos de vehículos.

Este estudio es importante para que las instituciones encargadas de la movilidad urbana puedan hacer gestiones que permitan reducir la contaminación atmosférica en nuestra ciudad.

## **CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1. TIPOS DE VÍAS**

Analizando en profundidad el término “Vía” que proviene de un origen etimológico; procedente del latín, y en concreto de la palabra “Vía” que puede traducirse como “camino”.

Puede tratarse del espacio que, en las ciudades, posibilita que la gente y los vehículos circulen y accedan a las construcciones que se sitúan a sus costados. Por debajo de las vías se encuentra la infraestructura de servicios públicos como la red de electricidad, cables de teléfono o el agua potable.

Las vías se agrupan en dos categorías principales: vías urbanas y vías interurbanas.

- Las vías urbanas se caracterizan por su multifuncionalidad, son utilizadas por peatones, vehículos privados de varios tipos, vehículos de transporte público, vehículos de reparto de mercancías y vehículos y maquinaria de servicio público. Las vías urbanas corresponden a las calles, rúas, pasajes, alameda, sendero, paseo o avenida.
- Las vías interurbanas corresponden a las carreteras.

#### **2.1.2. TRÁFICO VEHICULAR**

Los estudios sobre volúmenes de tránsito vehicular se realizan con el propósito de obtener datos reales, sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial de carreteras o calles. Dichos datos se expresan en relación con el tiempo, y de su

conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permiten estimar de manera razonable, la calidad del servicio que el sistema presta a los usuarios.

Así mismo la Ingeniería de Transito es la rama de la Ingeniería que estudia la forma de dar al usuario una circulación segura y eficiente tanto para los peatones como para los vehículos.

Esto ha dado origen a una rama científica que se llama Teoría del Flujo Vehicular o Teoría del Flujo de Tráfico, se ha definido esta sub-disciplina como la descripción del mecanismo del tránsito, principalmente por medio de la aplicación de las leyes de la física, las matemáticas y la teoría de las probabilidades. Es importante resaltar la importancia de la estadística en la ingeniería de transito debido al carácter aleatorio de todos los eventos de tránsito.

## **2.2. PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO**

### **2.2.1. VOLUMEN**

Se define como el número de vehículos o peatones que atraviesan un punto o una sección transversal de un carril o de una calzada durante un tiempo determinado. Se expresa como:

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

(2.1)

Dónde:

Q= Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)

N= Número total de vehículos que circulan.

T= Periodo determinado.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos y/o personas, sobre puntos o secciones específicas de una vía.

### 2.2.2. VELOCIDAD

La velocidad se ha convertido en uno de los principales indicadores utilizados para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. Se sabe, además, por experiencia que el factor más simple a considerar en la selección de una ruta específica para ir de un origen a un destino, consiste en la minimización de las demoras, lo cual obviamente se logrará con una velocidad buena y sostenida y que ofrezca seguridad.

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h).

$$v = \frac{d}{t} \quad (2.2)$$

Dónde:

v= velocidad constante en km/h

d= distancia recorrida en km.

t= tiempo recorrido en horas.

### 2.3. VOLUMEN DE TRÁNSITO VEHICULAR

Se denomina volumen de tránsito vehicular a la cantidad de vehículos que circulan por un punto dado en un periodo específico de tiempo, que generalmente es un día o una hora.

### 2.3.1. CLASIFICACIÓN DEL VOLUMEN

Los estudios sobre volúmenes de tráfico se realizan con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas, dentro de un sistema vial. Dichos datos de volúmenes de tráfico se expresan respecto al tiempo, y su conocimiento hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad del servicio prestado a los usuarios, mediante algún dispositivo de control de tránsito.

- Tráfico Semanal (TS): Número total de vehículos que pasa durante una semana.
- Tráfico Diario (TD): Número total de vehículos que pasa durante un día.
- Tráfico Horario (TH): Número total de vehículos que pasa durante una hora.
- Tráfico Promedio Diario (TPD): Número total de vehículos que pasa durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo, que será de 365 días si es que es anual, 30 si es mensual y 7 días si es semanal.

Según la expresión propuesta por Rafael Cal y Mayor en el libro “Ingeniería de Tránsito”, para estimar el tránsito promedio diario, usamos la siguiente expresión para vías urbanas:

$$VHP = k + TPD \quad (2.3)$$

Dónde:

VHP= Volumen total promedio

TPD= Tránsito promedio diario

k= es el valor esperado de la relación entre el volumen n-ava hora máxima seleccionada y el TPD. (k=0.08)

$$TPD = \frac{TPS}{7} \quad (2.4)$$

$$TPD = \frac{TPM}{30} \quad (2.5)$$

$$TPD = \frac{TPA}{365} \quad (2.6)$$

Dónde: TPD= transito promedio diario  
 TPS= transito promedio semanal  
 TPM= transito promedio mensual  
 TPA= transito promedio anual

### 2.3.2. AFORO DE VOLÚMENES DE TRANSITO

Para obtener el volumen de tráfico vehicular se realizaran aforos que es nada más que la enumeración de los vehículos que circulan por uno o varios puntos de una vía o vías, clasificándolos de acuerdo a distintos criterios.

- Aforos manuales o visuales: Consta de realizar un conteo en vehículos visualmente y anotando en hoja, la circulación de estos.
- Aforos automáticos o mecánicos: Consta en realizar un conteo en vehículos mediante tecnología innovadora como ser por ejemplo una manguera neumática, sensores piezoeléctricos, etc.
- Aforos fotográficos o en movimiento: Consta de realizar el conteo vehicular filmando constantemente el flujo vehicular, o tomando fotografías de estos.

### 2.4. MEDIO AMBIENTE EN VÍAS URBANAS

El concepto de Medio Ambiente resulta ser de por sí, bastante intuitivo. Es el entorno natural en el que habita cualquier organismo vivo. A medida que se ha ido estudiando

y profundizando, el verdadero significado del término Medio Ambiente se ha ido ampliando y concretando.

La contaminación atmosférica es la presencia en el aire de materias o formas de energía que implican riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir cualquier molestia acústica y hasta olores desagradables.

De acuerdo a nuestros derechos establecidos por la Ley No. 1333 “Reglamento del Medio Ambiente”: *“Toda persona tiene el derecho a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades, por lo que el Estado y la sociedad tienen el deber de mantener y/o lograr una calidad del aire tal, que permita la vida y su desarrollo en forma óptima y saludable”*.

La contaminación acústica hace referencia al ruido cuando este se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos (como la pérdida de audición) y psicológicos (como la irritabilidad exagerada) nocivos para una persona o grupo de personas.

#### **2.4.1. LEY DEL MEDIO AMBIENTE Y SU REGLAMENTACIÓN**

El 27 de abril de 1992 se aprobó la Ley No 1333 del Medio Ambiente con sus 118 artículos, distribuidos en 12 títulos y 34 capítulos, que abarcan desde las disposiciones generales, la gestión ambiental y otros aspectos ambientales vinculados a sectores de salud y población, la misma que entro en vigencia el 15 de Junio de 1992, el mismo año de su publicación en la Gaceta Oficial (No 1740).

El Reglamento de Prevención y Control Ambiental establece el proceso para la concesión de permisos ambientales, estableciendo una clara distinción entre las actividades nuevas (prevención, evaluación del impacto ambiental).

Especifica también que para poner en ejecución cualquier proyecto, público o privado, obra de construcción o actividad a iniciarse, es necesario realizar de forma previa, un análisis ambiental, a menos que sea improbable, es necesario para

cualquier proyecto público o privado, obra de construcción o actividad, realizar un estudio ambiental del mismo, a menos que sea improbable que ocasione impactos ambientales adversos significativos.

El Reglamento en materia de contaminación atmosférica establece el ámbito de aplicación, el marco institucional correspondiente y los procedimientos para la evaluación y control, de la calidad del aire, como para emisiones provenientes de fuentes fijas (por ejemplo: establecimientos industriales) y fuentes móviles (por ejemplo: emisiones vehiculares).

El Reglamento en materia de contaminación hídrica regula la calidad y protección de los recursos hídricos, fijando parámetros de clasificación de la calidad del agua y determinando límites permisibles para las descargas líquidas. Establece el marco institucional a nivel nacional, departamental, municipal, sectorial e institucional.

El Reglamento para actividades con sustancias peligrosas determina el ámbito de aplicación y el marco institucional para la generación, optimización, reciclaje, colección, transporte, almacenamiento, tratamiento y confinamiento de sustancias peligrosas. Establece los procedimientos técnico administrativo para el registro y la obtención de la licencia para el manejo y generación de sustancias peligrosas.

El Reglamento de gestión de residuos sólidos regula las actividades relacionadas con la generación, barrido, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, de acuerdo a sus características, a fin de proteger la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente.

#### **2.4.2. LÍMITES PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDOS**

La unidad práctica de medición del nivel del ruido es el decibel (dB), esta unidad es igual a veinte veces el logaritmo decimal del cociente de la presión de sonido ejercida

por un sonido medio, y la presión de un sonido por un sonido standard (equivalente a 20 micropascales).

Se muestra a continuación en el CUADRO N 3 los límites máximos permisibles de emisión de ruido en fuentes móviles de acuerdo al peso del vehículo, sin embargo en la Oficina de Revisión Técnica Vehicular se toma en cuenta el valor de 81 decibeles como valor máximo permitido en automóviles y motocicletas.

**CUADRO N 3: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDOS**

<b>Peso bruto del Vehículo</b>	<b>Hasta 3000 kg</b>	<b>De 3000 a 10000 kg</b>	<b>Mayor a 10000 kg</b>
<b>Limite máx. Permisible en dB (A)</b>	79	81	84

*FUENTE: Límites permisibles NB 62002*

### **2.4.3. LÍMITES PERMISIBLES DE LA CALIDAD DEL AIRE**

**Sustancias Contaminantes:** Las fuentes móviles de acuerdo a las sustancias contaminantes se clasifican de la siguiente manera:

**Por parámetro de control:** Según el tipo de combustible que se utiliza, los parámetros de control para cada caso, son:

- Diesel: Opacidad (Flujo Parcial)
- Gasolina: Hidrocarburos totales (HC) y Monóxido de Carbono (CO)
- GNV: Hidrocarburos Totales (HC), Monóxido de Carbono (CO), otros.

**CUADRO N 4: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS A DIESEL Y AFINES**

<b>Altura sobre el nivel del mar</b>	<b>Opacidad: k(m-1)</b>	<b>Opacidad %</b>
<b>0-1500</b>	2.44	65
<b>1500-3000</b>	2.80	70
<b>3000-4500</b>	3.22	75

FUENTE: Límites permisibles NB 62002

**CUADRO N 5: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS A GNV Y GASOLINA**

<b>Año –modelo</b>	<b>Hidrocarburos (HC) ppm Max.</b>	<b>Monóxido de carbono (CO) %vol. Max.</b>	<b>Oxígeno (O<sub>2</sub>) %vol. Max.</b>
<b>1979 y anteriores</b>	700	6.0	6.0
<b>1980 a 1986</b>	500	5.0	6.0
<b>1986 a 1991</b>	400	4.0	6.0
<b>1992 a 1996</b>	400	3.0	6.0
<b>1997 en adelante</b>	200	2.0	6.0

FUENTE: Límites permisibles NB 62002

#### **2.4.4. LÍMITES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES**

Esta clasificación de cuerpos de agua; en relación con su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos:

**Clase “A”:** Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.

**Clase “B”:** Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica

**Clase “C”:** Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica.

**Clase “D”:** Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre-sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

**CUADRO N 6:** VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES.

No.	PARÁMETRO	UNID.	CANCERÍGENO	CLASE “A”	CLASE “B”	CLASE “C”	CLASE “D”
1	pH		No	6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0
2	Temperatura	C		±3C de c. receptor	±3 C de c. Receptor	±3 C de c. Recep tor	±3 C de c. Receptor
3	Sólidos Disueltos Totales	mg/l		1000	1000	1500	1500
4	Aceites y Grasas	mg/l	No	Ausentes	Ausentes	0.3	1
5	DBO5	mg/l	No	<2	<5	<20	<30
6	DQO	mg/l	No	<5	<10	<40	<60



No.	PARÁMETRO	UNID.	CANCERÍGENO	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
16	Arsénico Total	mg/l	Si	0.05 As	0.05 c. As	0.05 c. As	0.1 c. As
17	Benceno	µg/l	Si	2.0 c. Be	6.0 c. Be	10.0 c. Be	10.0 c. Be
18	Bario	mg/l	No	1.0 0.05 c. Ba	1.0 c. Ba	2.0 c. Ba	5.0 c. Ba
19	Berilio	mg/l	Si	0.001 c. Be	0.001 c. Be	0.001 c. Be	0.001 c. Be
20	Boro	mg/l		1.0 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B
21	Calcio	mg/l	No	200	300	300	400
22	Cadmio	mg/l	No	0.005	0.005	0.005	0.005
23	Cianuros	mg/l	No	0.02	0.01	0.02	0.02
24	Cloruros	mg/l	No	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	500 c. Cl
25	Cobre	mg/l	No	0.05 c. Cl	1.0 c. Cl	1.0 c. Cl	1.0 c. Cl
26	Cobalto	mg/l		0.1 c. Co	0.2 c. Co	0.2 c. Co	0.2 c. Co

FUENTE: Límites permisibles NB 62002

## **2.5. IMPACTOS EN EL MEDIO AMBIENTE**

### **2.5.1. COMPONENTE AIRE:**

Sus alteraciones están asociadas al polvo, el ruido, las emisiones de CO<sub>2</sub> como consecuencia, entre otras actividades, los gases producidos por los distintos vehículos que transitan por las vías urbanas, ya sean a gasolina, GNV o diesel, y que no cumplen con la roseta ambiental para su circulación. Dejando así las emisiones de su combustión tóxicas y dañinas para la población en general, con el paso del tiempo se presentan enfermedades en la tráquea, bronquios, que despiertan reacciones inflamatorias y con el tiempo alteraciones crónicas, también produciendo un gran cambio climático pues al ser quemados se presenta gran liberación de dióxido de carbono a las capas más bajas de la atmósfera donde se forma una barrera que atrapa el calor liberado por la tierra, generando lo que se conoce como efecto invernadero. Entre más dióxido de carbono se desprende de los vehículos que circulan en la ciudad más calor se acumula y este calentamiento provoca cambios climáticos.

### **2.5.2. COMPONENTE RUIDO:**

En los proyectos se suelen utilizar métodos de cálculo del nivel sonoro a distintas distancias, en función de la intensidad de tránsito estimada y su composición.

La limitación sonora es a 65 DB durante el día y 55 DB durante la noche, la cual es a veces difícil de cumplir; sin adoptar medidas muy costosas como la instalación de pantallas o barreras anti-ruido.

Otra alternativa para evitar el ruido es la planta de árboles, la cual permite mejorar la percepción psicológica al no verse la fuente sonora, en este caso la vía.

### **2.5.3. COMPONENTE AGUA:**

El recurso hídrico es un componente que afecta de gran manera la ciudad ya que vivimos en una ciudad conocida por ser húmeda, dañando así nuestras vías, en la

ciudad tenemos precipitaciones grandes, granizadas y hasta en el peor de los casos nevada. En el caso de las lluvias; sabemos que Tarija consta de un sistema de alcantarillado bastante pobre, donde no se puede circular por el centro de la ciudad ya que se inunda en época de lluvia, dañando de gran manera la estructura vial. Otros factores son los aceites que a veces escapa de los vehículos, dañando así la capa asfáltica.

## **2.6. EMISIONES VEHICULARES**

### **a) Contaminantes primarios por tubo de escape**

Son los introducidos directamente por los agentes contaminantes (vehículos) a la atmósfera y sirven como materia prima para la formación de contaminantes secundarios. Entre los principales tenemos los siguientes:

- Hidrocarburos HC
- Monóxido de Carbono CO
- Bióxido de Carbono CO<sub>2</sub>
- Óxido de Nitrógeno NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, etc.
- Bióxido de Azufre SO<sub>2</sub>
- Plomo Pb

### **b) Contaminantes secundarios por tubo de escape**

Se forman a partir de contaminantes primarios a través de reacciones como la oxidación fotoquímica etc., y entre los principales tenemos los siguientes:

- Ozono O<sub>3</sub>
- Ácido Sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Además, ciertos contaminantes presentes en el combustible como el azufre y, hasta hace algunos años, el plomo se liberan al ambiente a través del proceso de combustión.

## 2.7. EQUIPO

- **MGT5:** Es un instrumento que mide la densidad de la emisión de gases, presentes en los automóviles a gasolina y a gas natural vehicular (GNV). Este analizador mide cuatro gases, está equipado con una bomba de vacío, que arrastra los gases de escape a través de una manguera de muestra insertada en el tubo de escape del automóvil y de ahí al analizador de gases, donde una muestra de gas de escape pasa al interior del analizador; una emisión de luz infrarroja es proyectada a través de la muestra de gas de escape.

Diferentes partículas en el gas, evitan que ciertas porciones de la luz emitida, pueda alcanzar el receptor opuesto al emisor. Los sensores determinan la cantidad de luz remanente y producen una alimentación para el procesador; el procesador determina la cantidad de los cuatro gases en el escape el quinto gas es medido por un sensor independiente (Oxígeno), nos da también el diagnóstico del motor.

FIGURA N 2: MGT5 MEDIDOR DE GASES PARA VEHÍCULOS A GASOLINA Y GNV



Los gases que mide este aparato son:

- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Oxígeno (O<sub>2</sub>)
- Hidrocarburos (HC)

- **MDO2 LON:** Es un instrumento que al igual que el MGT5 mide la densidad de emisión de gases, pero en motores a Diesel, nos brinda también el diagnóstico del motor. Los contenidos de humo de los gases de escape de estos motores, calcula la opacidad de las emisiones que refleja la cantidad de partículas sólidas presentes en los mismos (principalmente carbonilla).

**FIGURA N 3:** MDO2-LON MEDIDOR DE GASES PARA VEHÍCULOS A DIESEL



- **SONÓMETRO:** Es el aparato mediante el cual se mide la intensidad del ruido que se mide en decibelios, algunas personas los conocen como “medidor de decibelios” aunque este no es el nombre técnico.

**FIGURA N 4: SONÓMETRO**



## **CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

La ciudad de Tarija se encuentra al sur de Bolivia, presenta coordenadas 21 35' 00" S; 63 50' 00" O, su capital es la provincia de Cercado, esta pequeña ciudad tiene vientos que se producen de suroeste a noreste. Tarija consta de 13 Distritos, según la Dirección de Ordenamiento Territorial, de los cuales dos serán estudiados en el presente proyecto, siendo las zonas más críticas y transitadas de la ciudad, como se puede observar en el ANEXO 2.

Los distritos elegidos para el presente proyecto son el Distrito 1; correspondiente a el barrio El Molino y el Distrito 3; correspondiente al barrio Las Panosas.

Ambos distritos son conocidos como “casco viejo” o “zona central” de la ciudad de Tarija, por lo que son consideradas como las posibles calles con mayor flujo vehicular según los aforos realizados a 120 esquinas dentro de estos distritos.

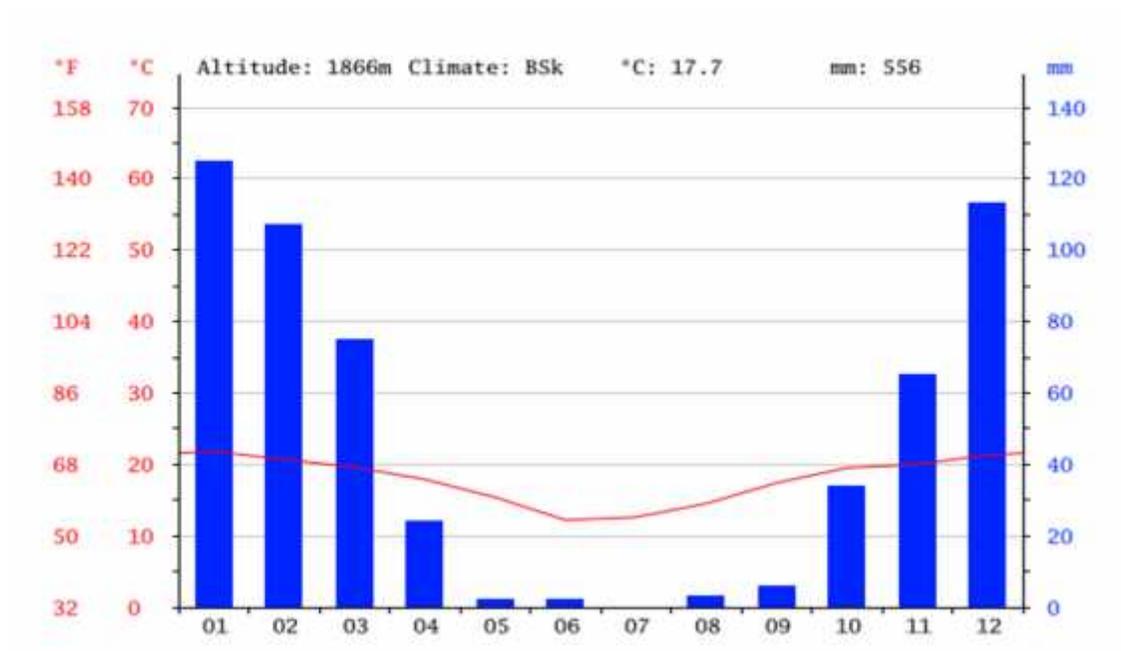
#### **3.1.1. CLIMA Y TEMPERATURA**

La ciudad de Tarija es considerada región climática valle, donde los vientos nororientales húmedos son empujados hacia las montañas, hacen que esta zona sea más húmedas y lluviosa.

La temperatura media anual en Tarija se encuentra a 17.7 °C. Hay alrededor de precipitaciones de 556 mm.

Tarija es considerada por sus altas temperaturas tanto en verano como en invierno, lo que si no presenta muchas nevadas, pero si granizadas.

**FIGURA N 5: CLIMOGRAMA TARIJA**



FUENTE: <http://www.climatarija.gobmunicipal.cer>

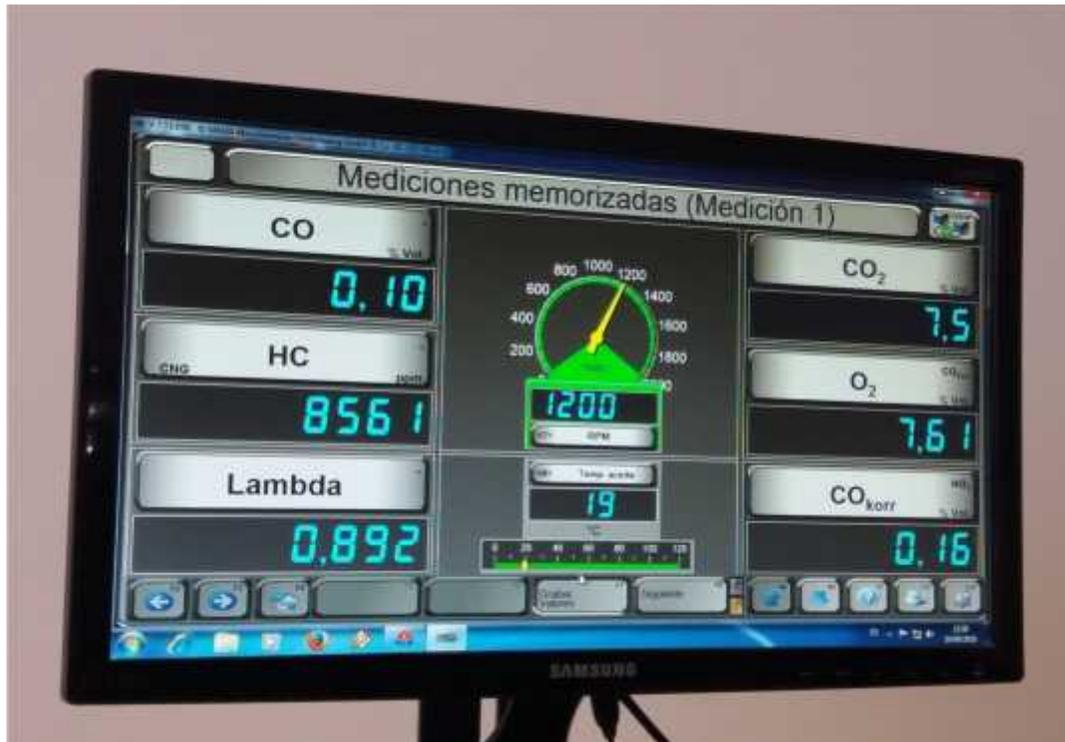
### 3.1.2. ASESORAMIENTO DEL MANEJO DE EQUIPO

El asesoramiento del equipo fue realizado en instalaciones de la Oficina de Revisión Técnica Vehicular por el Lic. Juan Carlos Camacho encargado de dicha oficina; ubicada en la Av. Circunvalación Montoneros de Méndez esquina Tolomosa a lado de los Bomberos Voluntarios.

Donde se me enseñó a usar el MGT5, el MDO2-LON y el sonómetro, equipo especializado para la medición de gases contaminantes y emisión de ruidos, así como demuestra la carta de apoyo y asesoramiento en el ANEXO 1. Este equipo es únicamente manipulado por el profesional técnico a cargo de él.

Gracias a la Oficina de Revisión Técnica Vehicular se pudo realizar el trabajo durante la gestión 2016, con los profesionales y pasantes a cargo.

**FIGURA N 6:** REALIZANDO MEDICIONES DE GASES



### 3.1.3. USO DEL EQUIPO

Se realizó la medición en 120 esquinas de los distritos centrales de la ciudad de Tarija, como se observa en el ANEXO 2.

**a) Funcionamiento del MGT5:** Este equipo evalúa la expulsión de gases en vehículos a gas GNV y a gasolina, como se puede observar en la FIGURA N 6 el equipo nos expulsa en porcentaje CO, HC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> con cálculo del valor lambda (landa ); el cálculo lambda es un sistema formal diseñado para definir de manera limpia que es una “función computable” es aplicada en software.

El equipo se conecta a una computadora para expulsar los resultados a través de un terminal de mano con cable Display – LCD. Tiene un filtro de carbón activo, conexión al gas de calibración, sensor O<sub>2</sub> externo, receptor de la sonda gas metálica 400 mm, Manguera de sonda (8m) con filtro anterior.

Una vez conectado el equipo a la computadora y a la impresora se coloca la manguera de sensor en el escape del vehículo, se realiza el ajuste a cero en la computadora y se realiza la medición.

**FIGURA N 7:** REALIZANDO LA MEDICIÓN A GASOLINA Y A GNV



**b) Funcionamiento del MDO2-LON:** Este equipo evalúa la expulsión de gases en vehículos a diesel, en este caso hablamos de la opacidad de los gases que de igual manera que el MGT5 mide a través de una manguera con sensor que va al escape de la movilidad, expulsando como resultado en la computadora un porcentaje de opacidad único.

**FIGURA N 8:** REALIZANDO LA MEDICIÓN A DIESEL



**c) Funcionamiento del Sonómetro:** Este aparato mide la intensidad del ruido en decibelios, su funcionamiento es simple, se prende el aparato y se está a 7.5 metros de distancia del vehículo o motorizado, en motos se mide el nivel de sonido del escape y en automóviles las bocinas. Se calibra a cero para luego expulsar el valor, da un solo valor en dB.

**FIGURA N 9: REALIZANDO LA MEDICIÓN ACÚSTICA**



### **3.2. AFORO DE LOS DISTRITOS 1 Y 3 DE LA CIUDAD DE TARIJA**

Durante la gestión 2016 junto con el Gobierno Municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado, se realizó el aforo de 120 esquinas de acuerdo a la zona de estudio escogida como se aprecia en el ANEXO 2; para analizar la contaminación atmosférica q presenta los lugares de aforo.

Para los aforos obtenidos en los 120 puntos de estudio, no fueron sumadas las motocicletas, ya que estas no congestionan el tráfico. Pero si serán consideradas para la contaminación acústica.

**FIGURA N 10: REALIZANDO LOS AFOROS CORRESPONDIENTES**



Estos aforos fueron realizados en las horas pico de los días hábiles de la semana, ya que es cuando más se circula por esas calles.

Los aforos fueron realizados de 7 a 9 de la mañana, de 11 a 1 de la tarde y de 6 a 8 de la noche. Consideradas como las horas pico.

En total se aforo 6 horas diarias, en 120 puntos de estudio elegidos, dentro de los distritos 1 y 3 de la ciudad de Tarija.

### 3.2.1. TABLA DE VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS AFOROS

CUADRO N 7: TABLA DE VALORES ESTADÍSTICOS DE AFORO

Punto	Volumen Aforado (veh)	Media Aritmética (veh/h)	Desviación Estándar o Típica	Mediana	Moda	Varianza	Coefficiente de Variación
1	438	146	21.311	134	-	454.16	14.60
2	378	126	21.217	104	-	450.16	16.84
3	340	113	7.004	113	-	49.06	6.19
4	219	73	9.568	68	63	91.55	13.14
5	200	67	7.261	62	-	52.72	10.89
6	271	90	3.064	87	-	9.39	3.40
7	465	155	11.669	158	-	136.17	7.53
8	448	149	14.085	153	-	198.39	9.43
9	601	200	16.033	212	-	257.06	8.00
10	872	291	29.451	304	-	867.36	10.13
11	820	273	25.773	268	-	664.25	9.43
12	1184	395	14.946	393	-	223.38	3.79
13	991	330	39.758	319	-	1580.70	12.04
14	1194	398	37.882	405	-	1435.05	9.52
15	966	322	59.447	344	-	3533.95	18.46
16	1087	362	33.718	353	-	1136.90	9.31
17	1174	391	54.955	390	-	3020.05	14.05
18	1380	460	85.089	449	-	7240.14	18.50
19	366	122	26.898	118	-	723.50	22.05
20	473	158	22.76	160	-	518.02	14.45
21	492	164	10.835	162	-	117.40	6.61
22	551	184	26.882	180	-	722.64	14.65
23	981	327	61.168	343	-	3741.52	18.71
24	1010	337	40.164	353	-	1613.15	11.94
25	1228	409	79.198	422	-	6272.32	19.36
26	893	298	47.97	297	-	2301.12	16.12
27	1594	531	110.599	531	-	12232.14	20.82
28	1618	539	67.293	514	-	4528.35	12.48
29	1308	436	59.758	440	-	3571.02	13.71
30	1407	469	73.757	472	-	5440.10	15.73
31	1243	414	69.173	404	-	4784.90	16.70
32	1088	363	59.557	408	-	3547.04	16.42

<b>Punto</b>	<b>Volumen Aforado (veh)</b>	<b>Media Aritmética (veh/h)</b>	<b>Desviación Estándar o Típica</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Varianza</b>	<b>Coefficiente de Variación</b>
33	1555	518	91.583	517	-	8387.45	17.67
34	2431	810	150.903	842	-	22771.72	18.63
35	1045	348	33.457	362	-	1119.37	9.60
36	627	209	15.122	188	-	228.67	7.24
37	1008	336	48.848	343	-	2386.13	14.54
38	1039	346	41.973	351	-	1761.73	12.13
39	1155	385	48.406	402	-	2343.14	12.58
40	1394	465	110.787	497	-	12273.76	23.84
41	1381	460	138.16	484	-	19088.19	30.02
42	1460	487	194.416	467	-	37797.58	39.95
43	1296	432	55.162	457	-	3042.85	12.77
44	1509	503	116.808	550	-	13644.11	23.23
45	1689	563	110.291	583	-	12164.10	19.60
46	1866	622	157.329	678	-	24752.41	25.30
47	1279	426	121.033	413	-	14648.99	28.39
48	1166	389	95.673	417	-	9153.32	24.62
49	1103	368	107.781	400	-	11616.74	29.31
50	1987	662	180.996	723	-	32759.55	27.33
51	2026	675	120.092	690	-	14422.09	17.78
52	1174	391	128.147	405	-	16421.65	32.75
53	1084	361	85.433	384	-	7298.80	23.64
54	1794	598	180.942	668	-	32740.01	30.26
55	1276	425	80.316	450	-	6450.66	18.89
56	1727	576	163.29	596	-	26663.62	28.37
57	1793	598	191.887	611	-	36820.62	32.11
58	1967	656	191.568	744	-	36698.30	29.22
59	1296	432	99.88	422	-	9976.01	23.13
60	2147	716	188.86	744	-	35668.10	26.39
61	1742	581	173.376	606	-	30059.24	29.86
62	1543	514	165.441	533	-	27370.72	32.18
63	1449	483	163.851	473	-	26847.15	33.92
64	1193	398	62.698	372	-	3931.04	15.77
65	955	318	69.8	337	-	4872.04	21.94
66	1839	613	164.953	593	-	27209.49	26.92
67	504	168	20.384	180	-	415.51	12.13
68	838	279	49.809	276	-	2480.94	17.84
69	1083	361	58.178	373	-	3384.68	16.12

<b>Punto</b>	<b>Volumen Aforado (veh)</b>	<b>Media Aritmética (veh/h)</b>	<b>Desviación Estándar o Típica</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Varianza</b>	<b>Coefficiente de Variación</b>
70	960	320	80.394	312	-	6463.20	25.12
71	1279	426	106.569	429	-	11356.95	25.00
72	1042	347	91.747	383	-	8417.51	26.41
73	1464	488	134.381	482	-	18058.25	27.54
74	1147	382	77.831	390	-	6057.66	20.37
75	1783	594	163.529	634	-	26741.73	27.51
76	1616	539	143.789	578	-	20675.28	26.70
77	1536	512	141.839	502	-	20118.30	27.70
78	1205	402	135.546	400	-	18372.72	33.76
79	837	279	41.03	276	-	1683.46	14.71
80	823	274	60.643	260	-	3677.57	22.12
81	1573	524	197.079	503	-	38840.13	37.60
82	685	228	46.823	231	-	2192.39	20.52
83	882	294	80.412	275	-	6466.09	27.37
84	1090	363	80.508	347	-	6481.54	22.17
85	1089	363	79.007	375	-	6242.11	21.77
86	1459	486	130.66	473	-	17072.04	26.87
87	1153	384	81.308	394	-	6610.99	21.16
88	1138	379	96.501	397	-	9312.44	25.44
89	643	214	17.613	220	182	310.22	8.22
90	766	255	53.688	273	-	2882.40	21.03
91	638	213	14.872	224	-	221.18	7.00
92	802	267	48.001	317	-	2304.10	17.96
93	832	277	45.957	296	-	2112.05	16.58
94	807	269	55.594	261	-	3090.69	20.68
95	1214	405	142.187	451	-	20217.14	35.15
96	1158	383	91.544	419	-	8380.30	23.91
97	1236	412	136.511	435	-	18635.25	33.13
98	1247	416	90.822	424	-	8248.64	21.85
99	1206	402	86.679	435	-	7513.25	21.56
100	427	142	24.581	146	-	604.23	17.29
101	496	165	8.663	165	-	75.05	5.24
102	474	158	14.574	163	-	212.40	9.23
103	550	183	28.941	189	-	837.58	15.80
104	275	92	16.31	91	91	266.02	17.83
105	199	66	5.662	67	-	32.06	8.54
106	452	151	17.969	155	-	322.88	11.93

Punto	Volumen Aforado (veh)	Media Aritmética (veh/h)	Desviación Estándar o Típica	Mediana	Moda	Varianza	Coefficiente de Variación
107	486	162	28.502	169	-	812.36	17.61
108	579	193	39.701	171	-	1576.17	20.57
109	584	195	49.488	208	-	2449.06	25.42
110	556	185	34.721	187	-	1205.55	18.73
111	869	290	126.614	250	-	16031.10	43.74
112	1136	379	87.07	331	-	7581.18	23.00
113	1203	401	150.305	444	-	22591.59	37.50
114	1004	335	70.631	332	-	4988.74	21.10
115	904	301	110.291	273	-	12164.10	36.60
116	932	311	44.129	323	-	1947.37	14.20
117	787	262	74.436	269	-	5540.72	28.39
118	651	218	42.148	213	-	1776.45	19.38
119	544	181	15.547	186	-	241.71	8.58
120	740	247	47.441	251	-	2250.65	19.25

FUENTE: Elaboración Propia.

El tráfico al ser una variable aleatoria no se asume que responde a ningún tipo de distribución específica, en cambio se emplean modelos empíricos para obtener proyecciones de la variable. En cuyo caso no corresponde realizar pruebas de bondad de ajuste.

### 3.2.2. TABLA DE VALORES DEL TRÁFICO

CUADRO N 8: TABLA DE VALORES DEL TRÁFICO

Punto	Volumen Aforado (veh)	Tráfico Promedio Diario	Tráfico Promedio Semanal	Tráfico Promedio Mensual	Tráfico Promedio Anual
1	438	5475	38325	164250	1998375
2	378	4725	33075	141750	1724625
3	340	4244	29706	127313	1548969
4	219	2731	19119	81938	996906
5	200	2500	17500	75000	912500
6	271	3381	23669	101438	1234156
7	465	5813	40688	174375	2121563
8	448	5600	39200	168000	2044000

<b>Punto</b>	<b>Volumen Aforado (veh)</b>	<b>Tráfico Promedio Diario</b>	<b>Tráfico Promedio Semanal</b>	<b>Tráfico Promedio Mensual</b>	<b>Tráfico Promedio Anual</b>
9	601	7513	52588	225375	2742063
10	872	10900	76300	327000	3978500
11	820	10250	71750	307500	3741250
12	1184	14800	103600	444000	5402000
13	991	12388	86713	371625	4521438
14	1194	14919	104431	447563	5445344
15	966	12075	84525	362250	4407375
16	1087	13588	95113	407625	4959438
17	1174	14669	102681	440063	5354094
18	1380	17250	120750	517500	6296250
19	366	4575	32025	137250	1669875
20	473	5906	41344	177188	2155781
21	492	6144	43006	184313	2242469
22	551	6881	48169	206438	2511656
23	981	12263	85838	367875	4475813
24	1010	12619	88331	378563	4605844
25	1228	15344	107406	460313	5600469
26	893	11156	78094	334688	4072031
27	1594	19925	139475	597750	7272625
28	1618	20225	141575	606750	7382125
29	1308	16344	114406	490313	5965469
30	1407	17588	123113	527625	6419438
31	1243	15531	108719	465938	5668906
32	1088	13600	95200	408000	4964000
33	1555	19431	136019	582938	7092406
34	2431	30381	212669	911438	11089156
35	1045	13063	91438	391875	4767813
36	627	7838	54863	235125	2860688
37	1008	12600	88200	378000	4599000
38	1039	12981	90869	389438	4738156
39	1155	14431	101019	432938	5267406
40	1394	17425	121975	522750	6360125
41	1381	17256	120794	517688	6298531
42	1460	18250	127750	547500	6661250
43	1296	16194	113356	485813	5910719
44	1509	18856	131994	565688	6882531
45	1689	21106	147744	633188	7703781

<b>Punto</b>	<b>Volumen Aforado (veh)</b>	<b>Tráfico Promedio Diario</b>	<b>Tráfico Promedio Semanal</b>	<b>Tráfico Promedio Mensual</b>	<b>Tráfico Promedio Anual</b>
46	1866	23319	163231	699563	8511344
47	1279	15988	111913	479625	5835438
48	1166	14575	102025	437250	5319875
49	1103	13788	96513	413625	5032438
50	1987	24838	173863	745125	9065688
51	2026	25325	177275	759750	9243625
52	1174	14675	102725	440250	5356375
53	1084	13550	94850	406500	4945750
54	1794	22425	156975	672750	8185125
55	1276	15944	111606	478313	5819469
56	1727	21588	151113	647625	7879438
57	1793	22406	156844	672188	8178281
58	1967	24581	172069	737438	8972156
59	1296	16194	113356	485813	5910719
60	2147	26838	187863	805125	9795688
61	1742	21775	152425	653250	7947875
62	1543	19281	134969	578438	7037656
63	1449	18113	126788	543375	6611063
64	1193	14913	104388	447375	5443063
65	955	11931	83519	357938	4354906
66	1839	22981	160869	689438	8388156
67	504	6300	44100	189000	2299500
68	838	10469	73281	314063	3821094
69	1083	13538	94763	406125	4941188
70	960	12000	84000	360000	4380000
71	1279	15988	111913	479625	5835438
72	1042	13025	91175	390750	4754125
73	1464	18300	128100	549000	6679500
74	1147	14331	100319	429938	5230906
75	1783	22288	156013	668625	8134938
76	1616	20194	141356	605813	7370719
77	1536	19200	134400	576000	7008000
78	1205	15056	105394	451688	5495531
79	837	10463	73238	313875	3818813
80	823	10281	71969	308438	3752656
81	1573	19656	137594	589688	7174531
82	685	8556	59894	256688	3123031

<b>Punto</b>	<b>Volumen Aforado (veh)</b>	<b>Tráfico Promedio Diario</b>	<b>Tráfico Promedio Semanal</b>	<b>Tráfico Promedio Mensual</b>	<b>Tráfico Promedio Anual</b>
83	882	11019	77131	330563	4021844
84	1090	13619	95331	408563	4970844
85	1089	13613	95288	408375	4968563
86	1459	18238	127663	547125	6656688
87	1153	14406	100844	432188	5258281
88	1138	14225	99575	426750	5192125
89	643	8031	56219	240938	2931406
90	766	9575	67025	287250	3494875
91	638	7969	55781	239063	2908594
92	802	10025	70175	300750	3659125
93	832	10394	72756	311813	3793719
94	807	10081	70569	302438	3679656
95	1214	15169	106181	455063	5536594
96	1158	14469	101281	434063	5281094
97	1236	15450	108150	463500	5639250
98	1247	15588	109113	467625	5689438
99	1206	15075	105525	452250	5502375
100	427	5331	37319	159938	1945906
101	496	6200	43400	186000	2263000
102	474	5919	41431	177563	2160344
103	550	6869	48081	206063	2507094
104	275	3431	24019	102938	1252406
105	199	2488	17413	74625	907938
106	452	5650	39550	169500	2062250
107	486	6069	42481	182063	2215094
108	579	7238	50663	217125	2641688
109	584	7300	51100	219000	2664500
110	556	6950	48650	208500	2536750
111	869	10856	75994	325688	3962531
112	1136	14194	99356	425813	5180719
113	1203	15031	105219	450938	5486406
114	1004	12550	87850	376500	4580750
115	904	11300	79100	339000	4124500
116	932	11650	81550	349500	4252250
117	787	9831	68819	294938	3588406
118	651	8138	56963	244125	2970188
119	544	6794	47556	203813	2479719

<b>Punto</b>	<b>Volumen Aforado (veh)</b>	<b>Tráfico Promedio Diario</b>	<b>Tráfico Promedio Semanal</b>	<b>Tráfico Promedio Mensual</b>	<b>Tráfico Promedio Anual</b>
120	740	9244	64706	277313	3373969

*FUENTE: Elaboración Propia.*

Se obtuvo el volumen total de tráfico durante el periodo de aforo por punto. A partir del volumen total aforado, se determinó el tráfico promedio horario con la ecuación (2.3) con el cual se pudo estimar el tráfico promedio diario.

### **3.3. MEDICIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS DISTRITOS 1 Y 3 DE LA CIUDAD DE TARIJA**

#### **3.3.1. COMPONENTE AIRE**

La medición de gases se realiza para conocer el estado del motor, a través de un equipo llamado analizador de gases MGT5, el cual mide la densidad de la emisión de Hidrocarburos (HC), Monóxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Oxígeno (O<sub>2</sub>) y Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) presentes en los gases del escape de los automóviles a gasolina y gas natural vehicular (GNV).

Este diagnóstico permite evaluar automáticamente el rendimiento de combustión del motor y las emisiones. En el caso de los motores a diesel, el analizador de humos MDO2-LON, mide precisamente los contenidos de humo de los gases de escape de estos motores, calcula la opacidad de las emisiones que refleja la cantidad de partículas sólidas presentes en los mismos (Principalmente carbonilla).

**FIGURA N 11: BOLETA USADA PARA LA INSPECCIÓN VEHICULAR**

Año de fabricación (\*):

**N° 0000001**

**Combustible:**

Gasolina  GNC  GLP  Diesel

Carburador  Inyección

Con turbo  Sin turbo

Público  Privado

**Resultados de la medición gases de escape:**

CO [%]	HC [ppm]	CO <sub>2</sub> [%]	O <sub>2</sub> [%]	Opacidad	Aprobado <input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	Reprobado <input type="checkbox"/>				

**Valores máximos permisibles:**

Año de fabricación (*)	Gasolina		GNC		DIESEL	
	CO %	HC ppm	CO %	HC ppm	Altura sobre el nivel del mar (msnm)	Opacidad %
Hasta 1997	6	600	2.5	600	0 - 500	65
1998 a 2004	2.5	400	2.5	400	1,500 - 3,000	70
2005 en adelante	0.5	125	0.5	125	3,000 - 4,500	75

**Valores de referencia**

Gasolina				GNC	
Carburador		Inyección		Carburador/Inyección	
CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %
>10.5	<6	>12.5	<6	>8	<6

**Recomendaciones:**

<input type="checkbox"/> afinado de motor	<input type="checkbox"/> cambio de aceite	<input type="checkbox"/> limpiar tanque de combustible
<input type="checkbox"/> revisar sistema de encendido	<input type="checkbox"/> reparar fuga de escape	<input type="checkbox"/> calibración de bomba inyectora
<input type="checkbox"/> cambio de filtros	<input type="checkbox"/> limpiar caño de escape	<input type="checkbox"/> calibración de toberas

Como se observa en el ANEXO 1 se obtuvieron bastantes datos, ya que se midió vehículos a gasolina, GNV y a diesel.

La medición se realizó en las 120 esquinas de los distritos de estudio, esta medición lleva tiempo y no se llegó a medir la misma cantidad de vehículos aforados, ya que por Norma no se puede interferir con el tráfico vehicular. El trabajo fue realizado con profesionales técnicos a cargo del equipo, brindados por el Gobierno municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado.

### 3.3.2. COMPONENTE RUIDO

La medición de ruido fue realizada en los puntos de aforo y se realizaron mediciones a las bocinas en automóviles y en los escapes a las motocicletas.

Esta medición se realiza a 7.5 metros de distancia de la fuente móvil que se quiere medir, se realizó la medición con ayuda del profesional técnico brindado por el Gobierno municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado.

Como se observa en el ANEXO 1, la contaminación acústica en vehículos no es elevada, en cambio en las motocicletas presenta un numeroso diagnóstico de reprobadas, ya que las personas jóvenes a propósito realizan este tipo de ruido como algún tipo de “moda” al parecer, ocasionando un daño acústico a la población.

### 3.3.3. COMPONENTE AGUA

Se realizó un proceso físico-químico, bacteriológico e hidrobiológico, en este caso se hizo un estudio de aguas de lluvia. La lluvia depende de tres factores: la presión atmosférica, la temperatura y la humedad de la zona.

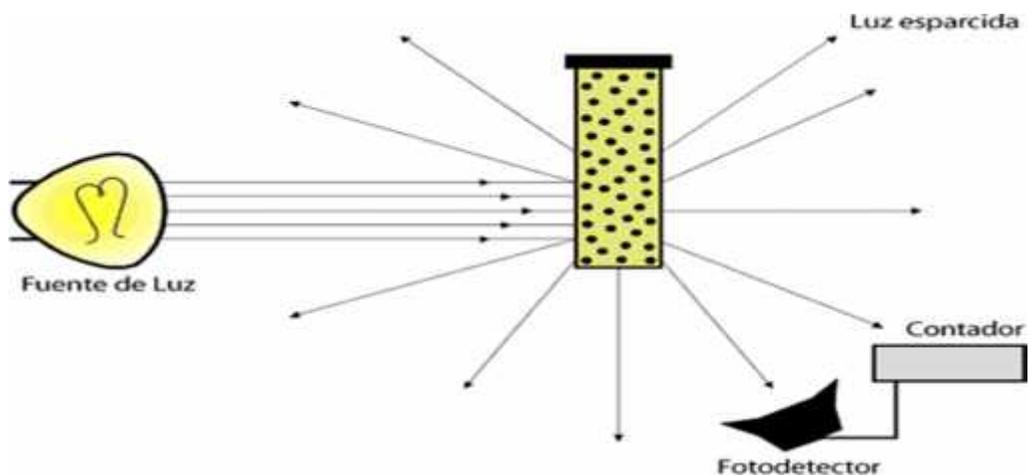
Para este proyecto se tomaron muestras de agua cada 10 esquinas, ya que estas se encuentran a una distancia considerada para notar diferencia alguna. En total se obtuvieron 12 muestras.

**FIGURA N 12:** MUESTRA DE AGUA



**FIGURA N 13: EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA**

Como primer paso se empleó a determinar la turbidez del agua mediante el método de la nefelometría que consta en incidir en una muestra de agua un rayo luminoso, las partículas en suspensión dispersan parte de la luz que penetra en la muestra. Esa luz dispersa se recoge sobre una célula fotoeléctrica provocando una corriente eléctrica en función de su intensidad y grado de turbidez de la muestra.

**FIGURA N 14: MÉTODO DE NEFELOMETRÍA**

Sus unidades son U.N.F. nefelometrías de formacina o unidades de Jackson.

Seguidamente se midió la temperatura usando sensores basados en el cambio de la resistencia de un resistor metálico o de un termistor. Midiendo en unidades de grados Celsius ( C).

**FIGURA N 15: TERMISTOR**



Luego se midió el pH del agua usando el método más común que consta de una celda electroquímica, que en un electrodo indicador sensible a la concentración de protones ( $H^+$ ), un electrodo de referencia y la muestra (como electrolito de la celda). El potencial de la celda está relacionado con el pH. Sus unidades son adimensionales.

Para la determinación de los sólidos totales permite estimar los contenidos de materias o partículas disueltas en el agua, el resultado está condicionado con la temperatura del agua. Su determinación se basa en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimenta una capsula previamente tratada tras la evaporación de una muestra y secada a peso constante a  $103 - 105$  C.

La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Para la determinación de la conductividad la medida física en el laboratorio es la resistencia en ohmios o mega-ohmios. La conductividad es el inverso de la resistencia específica y se expresa en micro-ohmio por centímetro ( $\mu\text{mho/cm}$ ).

**FIGURA N 16:** MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD



Para analizar el contenido de grasas y aceites se hizo uso del método Soxhlet que es un extractor, es un tipo de material de vidrio utilizado para la extracción de compuestos, generalmente de naturaleza lipídica.

Los datos obtenidos se muestran en la memoria de cálculo ANEXO 1.

### **3.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

En este punto se presentan los resultados obtenidos de todas las mediciones que se hicieron a lo largo del proyecto.

#### **1) Como primer exponente tenemos el tráfico:**

Se realizó el aforo a 120 esquinas de la ciudad de Tarija, de acuerdo al Ordenamiento Territorial estas 120 esquinas pertenecen a los distritos 1 y 3, esta zona fue elegida por ser considerada la más transitada y congestionada.

De acuerdo a los aforos realizados y con datos pasados del Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija y la Provincia Cercado, se comprobó que el parque automotor crece de una manera veloz.

En el año 2008 Tarija estaba constituido por 75.633 vehículos de cuatro ruedas, además de unas 9.000 motocicletas declaradas oficialmente según el RUAT, la tasa de motorización oficial del municipio es de 170 vehículos (4 ruedas) cada 1.000 habitantes.

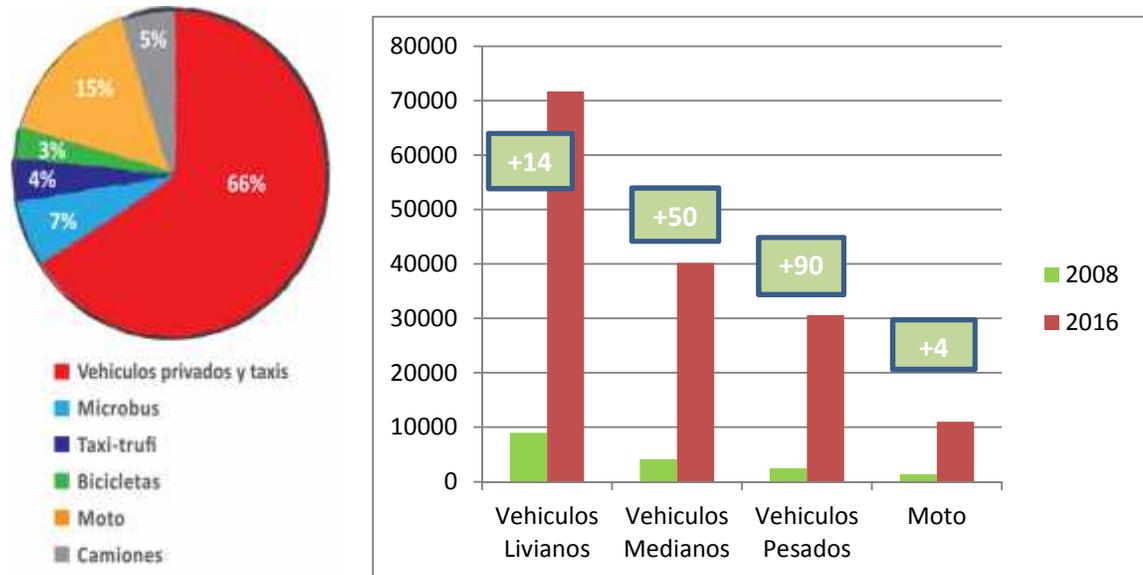
La mayoría del parque automotor está constituido de vehículos livianos, sobre todo de tipo “vagoneta”. En efecto son 46% de los hogares que poseen un vehículo o más, 45% que no disponen ni de auto ni de moto y 9% que poseen solamente una moto. Lo interesante es estudiar la evolución del parque automotor desde 2008. Globalmente el parque duplico entre 2008 y 2016 pasando de 16.000 vehículos (4R) a 75.633.

La tasa de motorización del Municipio de Tarija está por encima de la tasa promedio para las zonas urbanas bolivianas (145 vehículos/1000 habitantes).

Las consecuencias de la antigüedad de los vehículos sobre la calidad del aire y la seguridad son importantes. Dos tercios de los vehículos en circulación en las calles son autos privados o taxis. La segunda parte más importante es la de las motos que representan un 15% de los vehículos en circulación (y 10% del parque automotor

oficial). El transporte público representa solamente 11% de todos los vehículos que circulan.

**FIGURA N 17:** COMPARACIÓN TRAFICO AÑO 2008-2016



*FUENTE: Elaboración Propia.*

Una alternativa de transporte en la zona de estudio es la caminata es la manera más respetuosa con el medio ambiente para desplazarse; no se genera gas de escape, se ocupa poco espacio público, es gratis para los usuarios, etc. La caminata es el cimiento de todo el sistema de transporte ¿Sin caminata como se puede ir hasta la parada de transporte público o hasta su lugar de estacionamiento? Sin embargo, los peatones son los usuarios de la calle más desaventajados: no hay inversión pública hacia las infraestructuras peatonales, y son los grandes olvidados de la planificación urbana, existe muy poco respeto hacia ellos.

**FIGURA N 18: MEJORAMIENTO DE LA RED PEATONAL**



FUENTE: <http://www.medioambiente.ta.gobmunicipal>

2) Al ser el tráfico la variable independiente más importante de la cual dependen necesariamente las variables dependientes de la contaminación atmosférica generando áreas definidas en su composición atmosférica que por su valor puede ser discretizado en un mapeo.

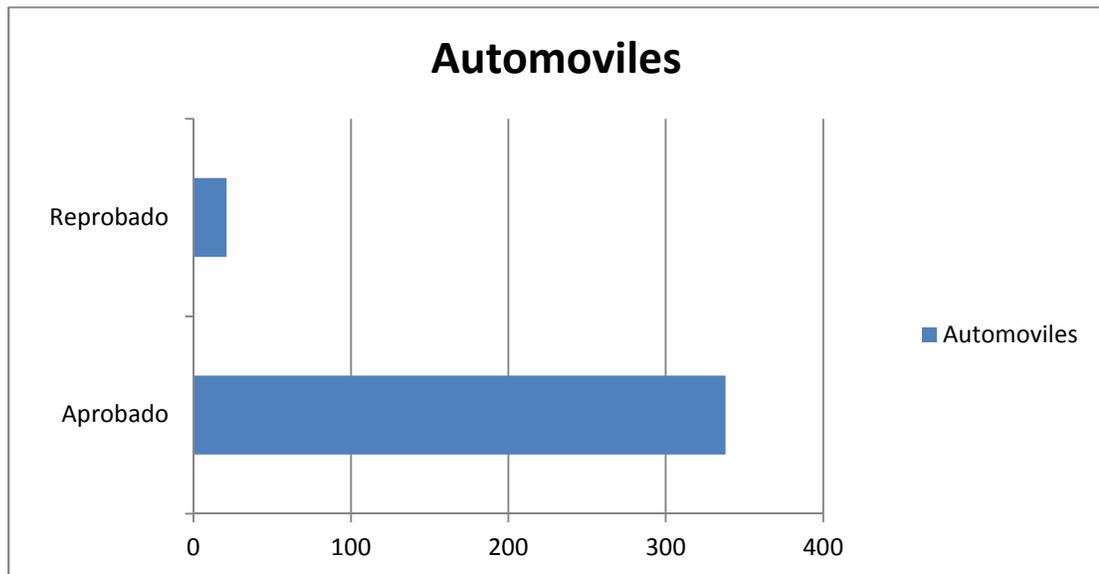
El tráfico está compuesto por el conjunto de vehículos que tiene el parque automotor en determinado tiempo, cuya circulación vehicular es a través de las vías urbanas o carreteras.

El tráfico para considerar en aspectos ambientales debe analizarse las características que tiene el conjunto de vehículos sobre cada aspecto, la calidad en cuanto a su incidencia en aspectos ambientales del aire y ruido dependen particularmente de cada vehículo, el mismo que debe ser medido en los indicadores ambientales y medir su ocurrencia en el medio ambiente.

Las variables dependientes han tenido un resultado que depende particularmente del conjunto de datos obtenidos de cada uno de los vehículos que han sido cuantificados.

3) Para la contaminación acústica en automóviles podemos observar lo siguiente:

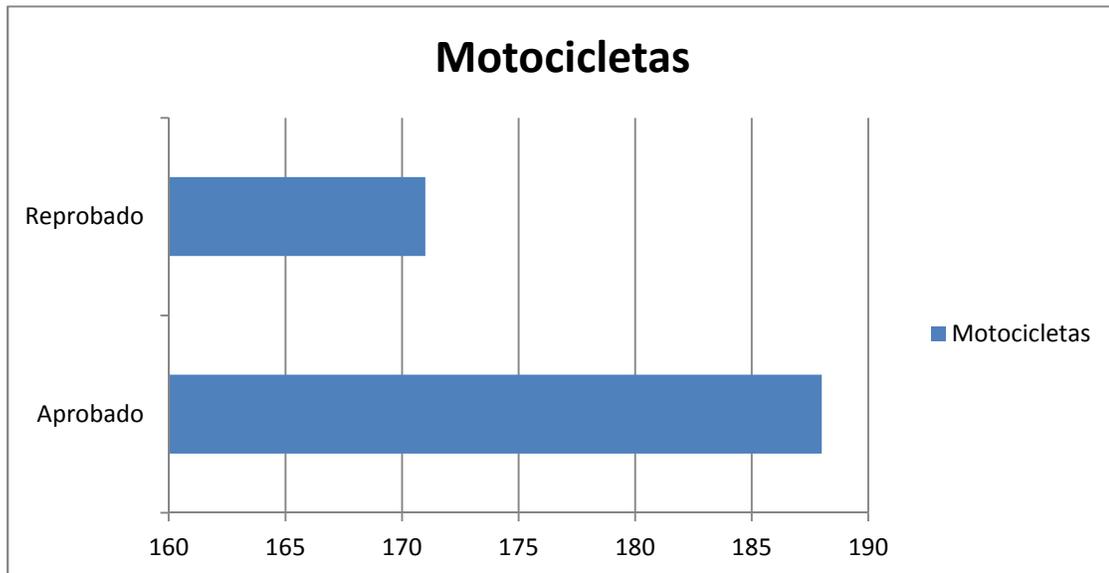
**FIGURA N 19: CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN AUTOMÓVILES**



*FUENTE: Elaboración Propia.*

Como se observa en la figura la contaminación acústica presentada en las bocinas de los vehículos no muestra una cifra alta, un 94% de los vehículos en circulación cumplen con lo establecido.

4) Para la contaminación acústica en motocicletas, podemos observar lo siguiente:

**FIGURA N 20: CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN MOTOCICLETAS**

*FUENTE: Elaboración Propia.*

Como se observa en la figura un 52% de motocicletas en circulación cumplen la norma para su libre tránsito en la emisión de ruidos.

Como una segunda evaluación general de acuerdo a la contaminación acústica que presentan automóviles y motocicletas de la ciudad, se aprecia que las bocinas en los automóviles no es tan percibida como el de las motocicletas que relativamente la mitad del total que circulan causan ruidos bastantes altos ocasionando un daño auditivo y/o psicológico a la población en general.

5) Para la contaminación hídrica podemos observar lo siguiente:

**CUADRO N 9: ANÁLISIS FÍSICO DEL AGUA POR CLASES**

Análisis Físico del Agua								
Puntos	Temperatura ( C )	Turbiedad (N.T.U.)	pH	Conductividad (uS/cm)	Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	Sólidos en Suspensión (mg/l)	Sólidos Totales (mg/l)	Color (APHA)
1	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
10	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
20	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
30	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
40	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
50	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
60	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
70	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
80	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
90	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
100	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
110	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"
120	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"	-	Clase "A"	-	-	Clase "C"

FUENTE: Elaboración Propia.

**CUADRO N 10: ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA POR CLASES**

Análisis Químico del Agua							
Puntos	Oxido Disuelto In Situ (mg/l)	% de Saturación	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	Demanda Química de Oxígeno (mg/l)	Fosforo Total (mg/l)	Aceites y Grasas (mg/l)	Cloruros (mg/l)
1	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
10	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
20	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
30	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
40	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
50	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
60	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
70	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
80	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
90	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
100	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
110	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"
120	Clase "D"	Clase "A"	-	-	Clase "A"	Clase "C"	Clase "A"

FUENTE: Elaboración Propia.

**CUADRO N 11: ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL AGUA POR CLASES**

<b>Análisis Bacteriológico del Agua</b>	
<b>Puntos</b>	<b>Coliformes Fecales (NMP/100ml)</b>
1	Clase "A"
10	Clase "A"
20	Clase "A"
30	Clase "A"
40	Clase "A"
50	Clase "A"
60	Clase "A"
70	Clase "A"
80	Clase "A"
90	Clase "A"
100	Clase "A"
110	Clase "A"
120	Clase "A"

*FUENTE: Elaboración Propia.*

**Clase “A”:** Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.

**Clase “B”:** Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica

**Clase “C”:** Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica.

**Clase “D”:** Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre-sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en

suspensión, y luego tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

6) Como una tercera evaluación observamos el comportamiento del agua en los distritos 1 y 3 de la ciudad de Tarija, presentan ser aguas no habilitadas para el consumo humano, estas requieren tratamiento físico y desinfección.

Se obtuvo una clase C en aceites y grasas; significado de que en las vías existe derrame de aceites y lubricantes de los mismos vehículos que la circulan.

Estas aguas de lluvia por lo general drenan por las alcantarillas, y no es recolectada para ningún uso. Sin embargo las áreas verdes son favorecidas en muchas ocasiones por estas precipitaciones producidas.

7) De acuerdo al resultado del mapeo que se muestra en el ANEXO 2, la ciudad de Tarija distrito 1 y 3 presenta una contaminación en gases alta en zonas donde el congestionamiento vehicular es constante, por lo que presenta un daño grave e irrevocable para la salud de la población, los efectos pueden presentarse a corto o largo plazo. Dentro de la contaminación de gases el combustible a GNV es el más usado, en la contaminación acústica las motocicletas son las más ruidosas y dentro de la contaminación hídrica el agua presenta condiciones no potables para consumo humano.

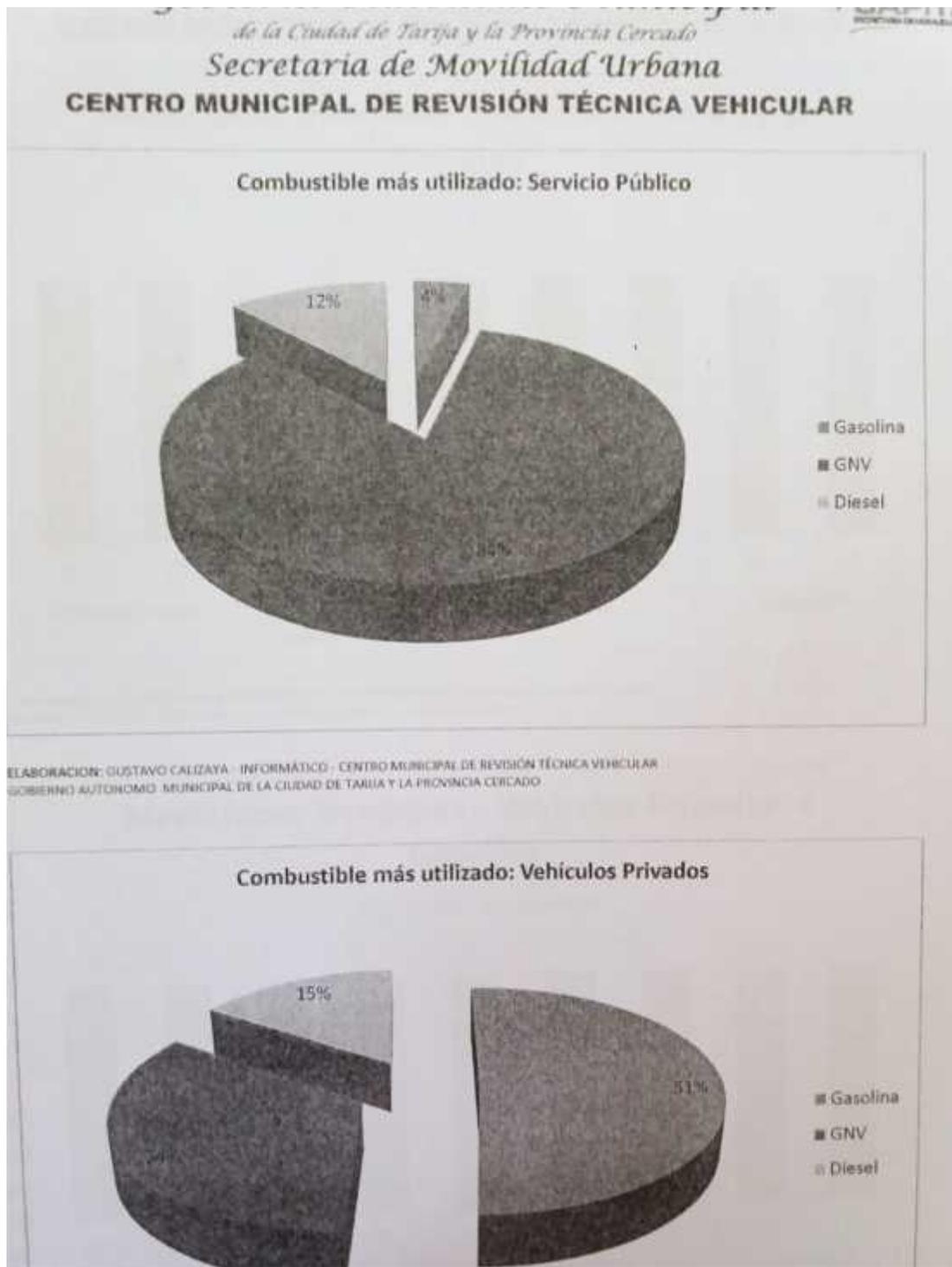
En general los distritos 1 y 3 presentan calidades ambientales bastante bajas según lo establecido por la Ley del Medio Ambiente N 1333.

De acuerdo a los registros de la Secretaria de Movilidad Urbana:

Combustible más usado en Transporte público: 12% Diesel, 4% Gasolina y 84% GNV.

Combustible más usado en Transporte privado: 15% Diesel, 51% Gasolina y 34% GNV.

FIGURA N 21: COMBUSTIBLES MÁS USADOS



CUADRO N 12: TABLA DE CONTAMINANTES Y EFECTOS

Contaminante	Origen	Efectos sobre la salud
<p style="text-align: center;"><b>CO</b></p> <p><b>(monóxido de carbono)</b></p>	<p style="text-align: center;">Producido por combustión incompleta</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye la absorción del oxígeno de los glóbulos rojos, afecta la percepción y la capacidad de pensar relacionada con el síndrome de bajo rendimiento, disminuye los reflejos y puede causar inconciencia.</li> <li>• Afecta el crecimiento fetal en mujeres embarazadas</li> <li>• Junto con otros contaminantes origina enfermedades de personas con problemas respiratorios y circulatorios</li> <li>• Disminuye la capacidad de realizar ejercicios a corto plazo</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>HC</b></p> <p><b>(hidrocarburo)</b></p>	<p style="text-align: center;">Combustión incompleta de evaporación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritación de los ojos, cansancio y tendencia a toser. Pueden tener efecto cancerígeno o mutagénico. Pueden causar enfermedades pulmonares</li> <li>• Disminuye la formación de ozono troposférico, el cual irrita las vías respiratorias y disminuye la función pulmonar</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>PB</b></p> <p><b>(plomo)</b></p>	<p style="text-align: center;">Aditivo para aumentar el octanaje de gasolina</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afecta al sistema circulatorio, reproductivo, los riñones y nervios del cuerpo</li> <li>• Reduce la capacidad de aprendizaje de los niños y puede provocar hiperactividad.</li> <li>• Puede causar daños neurológicos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Partículas Pm</b></p> <p><b>(hollín)</b></p>	<p style="text-align: center;">Cristalización de carbono a alta presión en los motores a diesel</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden iniciar enfermedades respiratorias (afectando en primer plano a niños y ancianos) y provocar cáncer en los pulmones</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las partículas más pequeñas sirven como medio de transporte de hidrocarburos y metales pesados por el tracto respiratorio hasta los alvéolos pulmonares y el sistema sanguíneo</li> <li>• En las partículas suspendidas en el aire se pueden condensar o formar otros contaminantes (sulfatos), y luego ingresar al cuerpo como contaminante por la misma vía.</li> </ul>
<p><b>NO<sub>x</sub></b>  (óxidos de nitrógeno)</p>	Combustión a altas temperaturas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritan los ojos, nariz, garganta y causa dolores de cabeza</li> <li>• Produce cambios en la función del pulmón P.ej. aumento de respuesta de las vías aéreas por bronco constrictores en adultos sanos</li> </ul>
<p><b>SO<sub>2</sub></b>  (Dióxido de azufre)</p>	Contenido de azufre en el diesel y la gasolina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irrita las membranas del sistema respiratorio y causa inflamación en la garganta</li> <li>• Incremento sustancial en la resistencia aérea específica (RAE) en vías respiratorias y otros cambios en función pulmonar, que son indicadores de bronco constricción y síntomas respiratorios (tos, irritación de la garganta, etc.)</li> </ul>

FUENTE: Elaboración Propia.

El daño a la salud es extremadamente grave hacia todo ser vivo, ya que la acción de respirar es indispensable para la sobrevivencia, según los estudios realizados para verificar la contaminación atmosférica en los distritos 1 y 3 de la ciudad de Tarija y de acuerdo a los resultados de mapeo de contaminación presentados en el ANEXO 2, la salud de todo ser vivo está siendo afectada por estos gases.

## **CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

El presente proyecto de investigación fue culminado exitosamente, el trabajo fue realizado con el fin de evaluar los distritos 1 y 3 de la ciudad de Tarija, lugares elegidos por caracterizarse como los más transitados, ya que dentro de estos distritos podemos encontrar oficinas instituciones, colegios, plazas, plazuelas, restaurantes, etc.

La contaminación atmosférica en general es bastante dañina para la población, atacando de manera más directa a los niños y a los adultos ya que son considerados los más vulnerables. Los resultados expuestos en el presente trabajo nos muestran niveles altos de contaminación sobre todo por el componente aire.

El componente más contaminante es el aire, de acuerdo al estudio realizado.

La contaminación acústica presenta un 94% de aprobados en el sonido de la bocina de los automóviles, en las motocicletas un 52% cumple con la norma para su libre circulación y el 48% infringe la ley, esto debido a que varios jóvenes les gusta el sonido de escape de su motocicleta, y a propósito suben el sonido de este siendo un acto bastante envidioso ya que provoca un daño molesto, irritable, sin consideración por los niños o la personas mayores. Existen escapes de motocicletas que despiertan alarmas en vehículos y hasta zumban los vidrios.

La contaminación del agua presenta resultados contaminados, debido a varios factores, como ser: el estado de la vía, aceites y/o lubricantes derramados por vehículos en circulación, desechos fecales, turbiedad, etc. Para esta investigación en laboratorio se tomaron 12 muestras cada diez cuadras, las cuales no variaron mucho pese a la distancia, los resultados dentro de los rangos de clasificación por clase

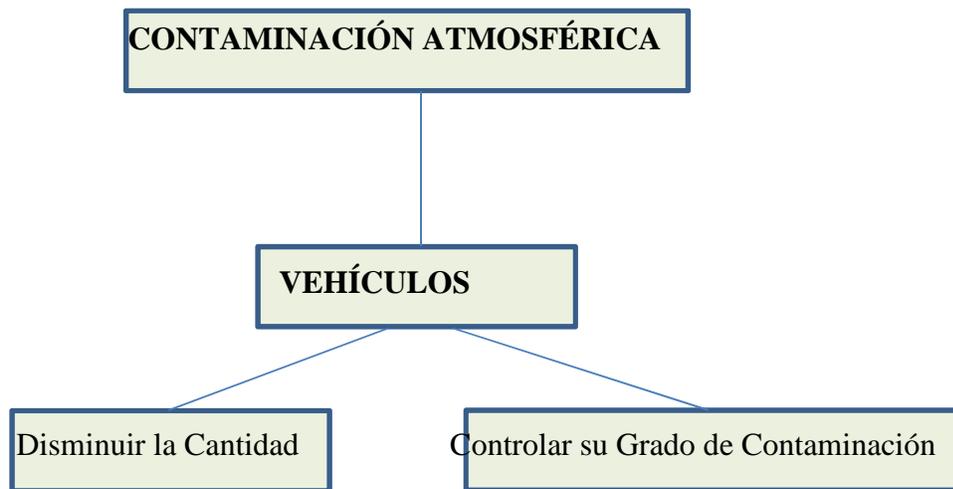
fueron prácticamente los mismos. Los cuales presentaron resultados de clase A y clase C.

**Clase “A”:** Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.

**Clase “C”:** Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica.

En conclusión la contaminación atmosférica en vehículos, presenta un alto grado de polución en los distritos de estudio. Lo que se debe hacer, para reducir esta afectación al medio es lo siguiente:

**FIGURA N 22:** CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA



Para Disminuir la cantidad de vehículos:

- Restricción de placas por zonas
- Restricción de rutas de transporte público
- Control del parque automotor en la ciudad
- Incremento de estacionamientos y parqueos

Para Controlar su grado de Contaminación:

- Establecer una roseta ambiental semestral obligatoria.
- Establecer un centro de monitoreo gratuito para vehículos en la H.A.M.
- Restringir vehículos con contaminación alta (H.A.M. - Tránsito).
- Restricción por contaminación en zonas críticas.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones para el presente proyecto de investigación concluido exitosamente, son varias ya que se pretende erradicar esta afectación.

El equipo usado en el presente proyecto lo tiene únicamente la Oficina de Revisión Técnica Vehicular del Gobierno Municipal de Tarija y la Provincia Cercado, responsables a cargo y no se encuentra disponible para el uso o medición de cualquier ciudadano, para el uso de este proyecto se solicitó mediante nota a la Alcaldía y fue usado por profesional técnico capacitado.

El equipo usado no es difícil de transportar, pero se debe tener el mayor de los cuidados ya que es bastante sensible y los repuestos deben ser solicitados a otros países.

Se debe concientizar a la población tarijeña, mediante campañas de prevención para la contaminación atmosférica. Muchos jóvenes son inconscientes porque no saben el daño que puede generar la contaminación atmosférica para todo ser vivo.