



**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

**TESINA PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE INGENIERO EN RECURSOS
NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**

**“CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PRODUCIDA POR FUENTES MÓVILES
EN LA CIUDAD DE SANTA ROSA, LA PAMPA”**

AUTOR: ROMINA BELÉN BOLAÑO

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2.009

Prefacio:

Esta tesina es presentada como parte de los requisitos para optar el grado académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta universidad ni en otra institución académica. Se llevó a cabo en la ciudad de Santa Rosa, durante el período comprendido entre el 10/11/2008 y 05/08/2009, bajo la dirección de MSc. Marani Jorge Luis y la codirección de Lic. Bolaño Vanina.

18 De Septiembre de 2.009

Autor: ROMINA BELÉN BOLAÑO

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

RESUMEN

Se entiende por contaminación atmosférica, “la presencia en la misma de sustancias tales, que pueden afectar significativamente el confort, salud, bienestar de las personas y el ambiente” (De Lora Soria, F; Miró Chavarría, J. 1978). Puede deberse a gases, vapores, partículas sólidas o líquidas y pueden tener origen natural o antrópico.

Las fuentes que interesan estudiar por el volumen de contaminantes que liberan a la atmósfera son las antropogénicas y dentro de éstas a las móviles.

Los objetivos de este proyecto fueron: determinar los niveles promedio de emisión de gases contaminantes de los vehículos de ciclo Diesel (gasoleros) y de ciclo Otto (nafteros), establecer si existen diferencias entre ellos y si existen diferencias en la emisión de gases contaminantes de los vehículos por clase.

Se realizaron dos mediciones por semana durante noviembre, diciembre de 2.008 y enero, febrero, marzo, abril de 2.009.

Los instrumentos utilizados para determinar la emisión de gases contaminantes fueron:

- 1-Analizador de gases para los vehículos de motor ciclo Otto y
- 2- Opacímetro para los vehículos de motor ciclo Diesel.

Los resultados obtenidos, se pretende, sirvan para conocer los niveles de emisión de gases contaminantes por fuentes móviles, aplicar los mecanismos de control dentro de la jurisdicción municipal de la ciudad de Santa Rosa (La Pampa) y las políticas ambientales apropiadas en caso de ser necesarias.

ABSTRACT

There is understood by atmospheric pollution, " the presence in the same one of such substances, that they can affect significantly the comfort, health, well-being of the persons and the environment " (De Lora Soria, F; Miró Chavarría, J. 1978). It can be due gases, vapors, solid or liquid particles and they can have natural origin or antrópico.

The sources that they are interested in studying for the volume of pollutants that they liberate to the atmosphere are the anthropogenic and within these to the mobiles.

The objectives of this project were: to determine the levels average of emission or polluting gases of the vehicles of Diesel cycle and Otto cycle , to establish if differences exist between them and if differences exist in the emission of pollutant gases of the vehicles for class.

Two measurements were realized for week during november, december of 2.008 and january, february, march, april of 2.009.

The instruments used to determine the emission of polluting gases were:

1-Analizer of gases for the vehicles of motor Otto cycle and

2-Opacimeter for the vehicles of motor Diesel cycle.

The obtained results, it is sought, serve to know the levels of emission of polluting gases for mobile sources, to apply the control mechanisms inside the municipal jurisdiction of the city of Santa Rosa (La Pampa) and the environmental appropriate politicians in the event of being necessary.

ÍNDICE

RESÚMEN.....	3
ABSTRAC.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Concepto de contaminación atmosférica.....	7
1.1.1. Composición normal de la atmósfera.....	7
1.2. Evaluación de la contaminación atmosférica.....	8
1.3. Fuentes de contaminación atmosférica.....	9
1.4. Naturaleza, fuente y efectos de los principales contaminantes sobre la salud.....	12
1.4.1. Monóxido de Carbono.....	12
1.4.2. Material particulado en suspensión.....	13
1.4.3. Dióxido de Azufre.....	14
1.4.4. Dióxido de Nitrógeno.....	15
1.5. Marco legislativo.....	16
1.5.1. Ley Nacional de Tránsito N° 24.449/73.....	17
1.5.2. Decreto Nacional N° 779/95.....	18
1.5.3. Ley Provincial N° 1.713.....	21
1.5.4. Ordenanza Municipal 3.429/05.....	22
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	23
2.1. Objetivos.....	23
2.2. Hipótesis principal.....	23
3. ÁREA DE ESTUDIO.....	24
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4.1. Vehículos equipados con motor ciclo Otto.....	25
4.2. Vehículos equipados con motor ciclo Diesel.....	26

5. RESULTADOS Y DICUSIÓN.....	29
6. CONCLUSIONES PARTICULARES.....	33
7. ALTERNATIVAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN.....	34
7.1. Normativa legal restrictiva.....	34
7.2. Sanciones.....	34
7.3. Canon.....	34
7.4. Uso de combustibles alternativos: Biodiesel.....	35
7.5. Uso de filtros de partículas y de óxidos de nitrógeno.....	35
7.6. Uso de vehículos híbridos gasolino- eléctricos.....	36
7.7. Estaciones de monitoreo---.....	36
7.8. Construcción de barreras naturales.....	37
8. CONCLUSIÓN GENERAL.....	38
9. ANEXO. Tablas y Gráficos.....	39
10. BIBLIOGRAFÍA.....	49
11. AGRADECIMIENTOS.....	51

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Concepto de contaminación atmosférica

La atmósfera que rodea nuestro planeta es una capa gaseosa de espesor aproximadamente uniforme, que hace posible la vida en él.

La atmósfera está formada por una mezcla de gases en proporción variable cuya importancia relativa puede apreciarse en la tabla. De la observación detenida de ella se deduce que la atmósfera terrestre está constituida fundamentalmente por cuatro gases: nitrógeno, oxígeno, argón y dióxido de carbono, hallándose los demás en cantidades tales, que pueden considerarse despreciables frente a las anteriores mencionadas. (De Lora Soria, F; Miró Chavarría, J. 1978).

1.1.1. Composición normal de la atmósfera

Componente	pp. de volumen
Nitrógeno	780.900
Oxígeno	209.500
Argón	9.300
Dióxido de Carbono	300
Neón	18
Helio	5,2
Metano	2,2
Kriptón	1,0
Óxido nitroso	1,0
Hidrógeno	0,5
Xenón	0,08

La composición indicada corresponde a una situación ideal que no se da nunca en la práctica. De hecho, en cualquier tipo de atmósfera que se analice, se puede detectar la presencia de diversos compuestos que la impurifican y en un sentido estricto podría decirse que la contaminan. Aún las atmósferas más limpias que se conocen, que corresponden a los grandes océanos y a los casquetes polares, presentan en su seno compuestos químicos o residuos biológicos que pueden considerarse contaminantes.

La contaminación atmosférica se define como la presencia en la atmósfera de sustancias tales, que pueden afectar significativamente el confort, salud, bienestar de las personas y el ambiente.

Esta contaminación puede deberse a gases, vapores, partículas sólidas o líquidas e incluso radiaciones. (De Lora Soria, F; Miró Chavarría, J. 1978).

La materia que de forma indebida se encuentra presente en la atmósfera puede tener origen natural o puede ser debida a actividades humanas.

En la actualidad esta segunda faceta predomina enormemente sobre la primera y es causante de los elevados niveles de polución del aire que aparecen en numerosas partes del planeta.

1.2. Evaluación de la contaminación atmosférica

El proceso de contaminación de la atmósfera, comienza al depositarse en ella los contaminantes y continúa con la presencia de los mismos en el medio gaseoso, que es muy variable en el tiempo, según las propiedades de los compuestos y las condiciones ambientales.

La evaluación de la contaminación debe comenzar pues, desde la misma iniciación del proceso, es decir desde la *emisión* de los productos. Por emisión se entiende “la totalidad de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, de cualquier tipo y origen que pasan a la atmósfera después de dejar las fuentes de las que proceden”. (De Lora Soria, F ; Miró Chavarría, J. 1.978). Por ejemplo: los gases de escape de los automóviles, los humos de las chimeneas, los vapores de diversos procesos industriales, etc.

Una vez producida la emisión, los compuestos se distribuyen por la atmósfera según el proceso de *difusión* que principalmente depende de dos tipos de factores:

- específicos del contaminante: velocidad de salida, temperatura, forma, tamaño, peso, etc.
- meteorológicos: velocidad del viento, gradiente de temperatura, humedad, etc.

La *difusión* de los contaminantes, es un proceso cuya terminación es difícil de especificar, ya que representa una continua *dilución* de ellos en la atmósfera.

La evaluación de los contaminantes está relacionada con la idea de *inmisión*, que es “la permanencia de los compuestos de forma continua o temporal en la atmósfera presente

a nivel del suelo”. (De Lora Soria, F; Miró Chavarría, J. 1.978). La idea de inmisión coincide con la concentración de los contaminantes en el ambiente gaseoso.

Las concentraciones de emisión son por supuesto, mucho más elevadas que las de inmisión, puesto que entre unas y otras se produce el proceso de *difusión atmosférica*, que rebaja considerablemente el valor de las primeras.

1.3. Fuentes de contaminación atmosférica

Existen dos fuentes principales de contaminación atmosférica:

1. Fuentes naturales: provenientes de la acción de la naturaleza, tales como, accidentes volcánicos (lluvia de cenizas, lava, etc.), polen de las plantas, inundaciones, etc.

2. Fuentes antropogénicas: provienen principalmente de la actividad humana en el proceso de desarrollo económico y social, especialmente en aquellas actividades relacionadas con el transporte y las industrias. Esta fuente se puede dividir en:
 - Fuentes móviles: comprende toda forma de combustión de los vehículos motorizados (autos, camiones, ómnibus, motocicletas, aviones, etc.) y también el polvo que produce el tránsito de dichos vehículos.

 - Fuentes fijas o estacionarias:
 - fuentes de área rural tales como producción agrícola, minería.
 - fuentes industriales ubicadas tanto en un determinado punto o en un área determinada (fuentes industriales). Involucra a las manufacturas químicas, productos minerales no metálicos, industrias de metales básicos y generación de energía entre los principales.
 - fuentes provenientes de la población, tales como, calefacción de los hogares y edificios, residuos domiciliarios, incineradores, chimeneas, servicios de lavandería, etc.

- Fuentes de origen interior: incluyen el humo del tabaco, fuentes biológicas (polen, microorganismos, mohos, insectos, agentes alérgicos domésticos), emisiones de la combustión, emisiones de los componentes orgánicos volátiles del plomo, radón, amianto, sintéticos, químicos variados y otros.

En realidad, las fuentes que interesan estudiar por el volumen de contaminantes que liberan a la atmósfera son las antropogénicas y dentro de éstas a las móviles. En estas fuentes es donde será posible actuar para reducir sus efectos mediante la aplicación de las políticas ambientales apropiadas.

En las últimas décadas, las fuentes móviles han aparecido de forma masiva en las ciudades, contribuyendo a incrementar los problemas de contaminación atmosférica como consecuencia de los gases contaminantes que se emiten por los tubos de escape. Los principales contaminantes lanzados por los automóviles son: **monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) e hidrocarburos no quemados (HC)**. (DAGMA, 2003).

No todos los vehículos lanzan los distintos tipos de contaminantes en las mismas proporciones; éstos dependen del tipo de vehículo, combustible usado, de la tecnología del motor de combustión y del equipo de control de emisiones entre otros.

Los vehículos que emplean *nafta como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos*.

Los principales contaminantes emitidos por los vehículos que utilizan motores de *ciclo diesel (camiones, colectivos, etc.) son partículas sólidas en forma de hollín que da lugar humos negros, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso* procedente del azufre contenido en el combustible.

La diferencia entre los vehículos que emplean nafta y los que utilizan motores diesel, es que éstos últimos llegan a producir hasta cuatro veces más partículas de carbono que los primeros, aunque resultan más eficientes energéticamente (superan el 40% de eficiencia). *Por ejemplo, el motor diesel de un vehículo mediano puede emitir entre 20 y 30 microgramos de partículas por kilómetro recorrido, frente a los menos de 5 microgramos de un motor de gasolina.*

Aunque tanto las fuentes móviles como las fijas generan contaminación atmosférica, la principal fuente de contaminación del aire es la vehicular, porque produce

grandes cantidades de monóxido de carbono y aunque en menor proporción, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. Las emisiones de los vehículos también contienen plomo y cantidades traza de algunos contaminantes peligrosos. (DAGMA, 2003).

En el caso de los camiones y los vehículos de transporte público (colectivos), éstos generalmente tienen motores diesel que producen mayor cantidad de óxidos de nitrógeno y material particulado.

Además de los impactos ambientales directos causados por las fuentes móviles (eliminación de gases tóxicos a la atmósfera), existen impactos indirectos como los citados por Moller (2004): grasas y aceites usados, elevación del polvo en calles que contienen sustancias tóxicas, impactos ambientales por metales y materiales usados en el ensamble de los vehículos, por la explotación y refinamiento del petróleo, la chatarra, etc.

En la ciudad de Santa Rosa (La Pampa) existen aproximadamente 40 mil vehículos cuyas patentes están registradas en la Dirección de Rentas pero no sólo esos automotores constituyen el fluido tránsito de esta capital, a esos hay que sumar los rodados provenientes de otras localidades. En una esquina céntrica, por ejemplo Mitre y Alem o Coronel Gil y Av. San Martín, pasan entre 18 y 20 mil vehículos diariamente (Diario La Arena, Diciembre 2007).

Debido al desarrollo industrial y al alto número de vehículos, la ciudad de Santa Rosa diariamente dispone a la atmósfera grandes cantidades de contaminantes, que al entrar en dinámica con la meteorología local contribuyen a la generación de episodios de contaminación atmosférica.

En numerosos estudios se ha encontrado que en los centros urbanos las fuentes móviles son las mayores contribuyentes de emisiones contaminantes a la atmósfera (con una cifra que oscila entre el 75% y el 80% del total de la contaminación) siendo siempre significativas comparadas con las emisiones de fuentes fijas. Es importante destacar que las fuentes móviles contribuyen con más del 70% del dióxido de carbono, con más del 50% de los hidrocarburos y con alrededor del 45% de los óxidos de nitrógeno del total que emite al aire cada una de las fuentes contaminantes.

1.4. Naturaleza, fuente y efectos de los principales contaminantes de la atmósfera sobre la salud.

Es importante señalar cuáles son los daños que la polución existente en el aire puede producir en la salud de la población e identificar las fuentes y los efectos de cada uno de los principales contaminantes.

1.4.1. Monóxido de carbono (CO)

1. Naturaleza y fuentes del contaminante

El monóxido de carbono es inodoro e incoloro y en altas concentraciones es un gas venenoso. La principal fuente antropogénica de monóxido de carbono es la quema incompleta de combustibles de los vehículos. Para que se complete el proceso de combustión es necesario que haya cantidad adecuada de oxígeno. Cuando éste es insuficiente, se forma el monóxido de carbono y una manera de reducirlo es exigir que los automóviles sean sincronizados debidamente para asegurar la mezcla del combustible con el oxígeno. Por esta razón los reglamentos de inspección han sido útiles para controlar el monóxido de carbono.

Contribuye con alrededor del sesenta por ciento (60%) de todas las emisiones de CO. Las mayores concentraciones de este gas se producen en áreas de fuerte congestión de tránsito, especialmente en las ciudades con un porcentaje más alto aún.

Otras fuentes las constituyen las emisiones de los procesos industriales o fuentes fijas de contaminación. En cuanto a la naturaleza, los incendios forestales son fuente natural de contaminación de este gas.

Los problemas se agudizan cuando se forman los picos de concentración. Estos ocurren típicamente en los meses fríos del año porque las emisiones de los vehículos son mayores y en los momentos en que se generan las condiciones de inversión, donde el aire contaminado es atrapado cerca de la superficie del suelo, debajo de una capa de aire caliente. Este fenómeno es más frecuente que se produzca en la noche.

2. Efectos sobre la salud y el ambiente

Normalmente, los glóbulos rojos transportan el oxígeno por todo el cuerpo. Cuando hay CO, éste atrae más a los glóbulos rojos que el oxígeno, lo que da lugar a la escasez de oxígeno en la sangre y afecta el transporte de oxígeno al corazón, músculos y cerebro. Con bajos niveles de concentración, quienes están susceptibles de sufrir afecciones son las personas que sufren de enfermedades coronarias. En altas concentraciones y con altos niveles de exposición el CO afecta también la salud de gente sana. Además, genera mayores admisiones hospitalarias, efectos negativos en la conducta, en el desarrollo mental y en las circunstancias perinatales. También produce otros efectos nocivos cardiovasculares.

1.4.2. Material particulado en suspensión (MPS)

1. Naturaleza y fuente del contaminante

Se le llama de este modo a un conjunto de partículas sólidas mezcladas con gotitas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas son grandes y oscuras, lo suficiente como para formar hollín. Otras son tan pequeñas que pueden ser detectadas solamente con un microscopio electrónico. Estas partículas que tienen un amplio rango de tamaños (PM₁₀, las más gruesas y PM_{2.5} las finas que también se observan del tamaño de un micrón), se originan en las fuentes móviles y en las estacionarias o fijas y también las producen fuentes naturales. Las finas resultan de la combustión de los vehículos motorizados, usinas térmicas, industrias y de fuente residencial (estufas de leña, chimeneas, etc.). Las partículas gruesas (PM₁₀) son emitidas generalmente por vehículos que transitan por rutas de tierra, manipulación de materiales en operaciones de molienda y triturado, también por el polvo que disemina el viento.

Parte de estas partículas provienen de emisiones primarias, es decir, directamente de sus fuentes, tales como las chimeneas y los vehículos.

También contribuyen a formar partículas finas otros gases como el óxido y el dióxido de azufre (SO y SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los componentes orgánicos volátiles (VOC). Estos interactúan entre sí y suman sus efectos contribuyendo a formar partículas finas cuya composición química y física depende de la localización, del estado del tiempo,

de la estación del año, de las características del viento (velocidad y dirección). Son las llamadas emisiones secundarias.

2. Efectos sobre la salud y el ambiente

A través de la inhalación de los dos tipos de partículas, gruesas (PM_{10}) y finas ($PM_{2.5}$) se acumulan en el sistema respiratorio y producen efectos nocivos sobre la salud. La exposición a las partículas gruesas provoca un agravamiento de las vías respiratorias especialmente a los que tienen asma. Las partículas finas también están asociadas a este tipo de problemas. Se traduce en incrementos en las admisiones hospitalarias y en las visitas de emergencia a los consultorios, en enfermedades de corazón y de pulmón, malestares crecientes en los síntomas respiratorios, deterioro y cambios en la función pulmonar que pueden provocar la aparición de muerte prematura. Los grupos de personas con mayor riesgo de padecer tales efectos son los ancianos, los niños y aquellos individuos con problemas cardiopulmonares tales como el asma.

En cuanto a los daños en el ambiente, las partículas suspendidas (PM) son la principal causa de la reducción de la visibilidad, es decir, provoca opacidad en el aire y daños en los edificios (deterioro de la pintura y otros materiales).

1.4.3. Dióxido de azufre (SO_2)

1. Naturaleza y fuente del contaminante

Este gas pertenece a la familia de los óxidos de azufre y se forma cuando se quema el combustible que contiene azufre (especialmente los fósiles como el carbón y petróleo o sus derivados). También surge por la fundición de metales que contengan azufre y por diferentes procesos industriales.

Los monitoreos se realizan en las áreas urbanas porque las más altas concentraciones de este contaminante se encuentran en las cercanías de los parques industriales. Es válida su consideración porque es un importante precursor de las partículas en suspensión de origen secundario y también de las partículas finas ($PM_{2.5}$). Sus efectos se potencian en presencia de las partículas gruesas (PM_{10}). En el interior del hogar la principal fuente la constituye el fuego que se produce en las casas.

2. Efectos sobre la salud y el ambiente

Provoca dificultades en la respiración de los niños y los adultos que padecen de asma cuando realizan actividades al aire libre. Las exposiciones por corto tiempo a elevadas concentraciones de SO_2 , sobre todo en los individuos asmáticos, pueden producir reducción de la función pulmonar, acompañada de dificultades en la respiración, opresión al pecho, irritación de las vías respiratorias, bronquitis obstructiva, etc. También se ha observado incremento en las admisiones hospitalarias. Los principales afectados por la acción de este contaminante son los que padecen de enfermedades cardiovasculares, enfermedades crónicas en los pulmones, además de afectar a los niños y ancianos.

En cuanto a los daños en el ambiente, tanto el dióxido de azufre (SO_2) como los óxidos de nitrógeno son los precursores de la lluvia ácida que provocan la acidificación de los suelos, lagos y corrientes de agua. Aceleran los procesos de corrosión de edificios y monumentos. El SO_2 reduce también la visibilidad porque es precursor de las partículas finas ($\text{PM}_{2.5}$).

1.4.4. Dióxido de nitrógeno (NO_2)

1. Naturaleza y fuente del contaminante

Forma parte del grupo de los óxidos de nitrógeno (NO_x) que involucra la suma del óxido y el dióxido de nitrógeno. Es de color rojizo y altamente reactivo. Se forma en el ambiente por la oxidación del óxido de nitrógeno (NO). Tiene una participación muy importante en la formación del ozono (O_3). La principal fuente de formación de los óxidos de nitrógeno son los procesos de combustión a altas temperaturas. Tales como las que se producen en los vehículos y en las plantas de energía. La calefacción y las estufas de gas de uso residencial también contribuyen sustancialmente a la formación de los NO_x .

2 Efectos sobre la salud y el ambiente

La aspiración del dióxido de nitrógeno (NO_2) genera efectos nocivos sobre la salud, pues su toxicidad se debe principalmente a que tiene propiedades oxidantes. Se le atribuyen

los siguientes efectos negativos: aumenta el metabolismo antioxidante, produce daño celular en el pulmón, causa irritación y pérdida de mucosas. No obstante estas consecuencias que se han detectado, existe aún poca certeza acerca de las evidencias epidemiológicas de los efectos del NO₂.

En cuanto al ambiente, los óxidos de nitrógeno son precursores del material particulado en suspensión de carácter secundario mediante reacciones fotoquímicas en la atmósfera.

Contribuyen a acentuar la contaminación con un amplio rango de efectos sobre el ambiente: cambios potenciales en la composición y competencia de algunas especies de vegetación en sistemas pantanosos y de tierra, empeoramiento de la visibilidad, acidificación de las aguas dulces, invasión de algas por agotamiento del oxígeno del agua.

De los contaminantes mencionados se van a identificar y cuantificar en este trabajo, el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos (HC) y el material particulado (MP), porque son los que se emiten en mayor proporción por los vehículos tanto de ciclo Otto como de ciclo Diesel.

1.5. Marco Legislativo

En la actualidad cada país desarrolla una legislación específica para controlar la generación de gases y los problemas que ésta acarrea.

Se establecen estándares de calidad ambiental del aire, los cuales determinan los *niveles máximos permisibles* de concentración de contaminantes en un cuerpo receptor. Es decir cuánto material tóxico puede tolerar el organismo sin causar daño a la salud. Los niveles máximos aceptables varían en cada país según el clima (temperatura, viento, etc.) y las condiciones topográficas.

Existen dos tipos de medidas que son equivalentes para cuantificar a los contaminantes:

- ppm: significa número de moléculas de contaminantes por millón de moléculas de aire.
- mg/m³: significa miligramos de contaminante por metro cúbico de aire.

Ambas medidas se expresan en función del tiempo (en horas) de permanencia de los contaminantes en el aire.

A continuación se presentan los estándares permitidos en EEUU por la Agencia de Protección Ambiental. También los ha establecido la Unión Europea y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Contaminante	Tiempo	Valor estándar	
Monóxido de Carbono (CO)	8 hs. promedio	9 ppm	10 mg/m ³
	1 h. promedio	35 ppm	40 mg/m ³
Material particulado en suspensión PM₁₀	media aritmética anual		50 mg/m ³
	24 hs. promedio		1.500 mg/m ³
Material particulado en suspensión PM_{2,5}	media aritmética anual		15 mg/ m ³
	24 hs. promedio		65 mg/m ³
Dióxido de Nitrógeno (NO₂)	media aritmética anual	0.053 ppm	100 mg/m ³
	media aritmética anual	0.03 ppm	80 mg/m ³
Dióxido de Azufre (SO₂)	24 hs. promedio	0.14 ppm	365 mg/m ³
	3 hs. promedio	0.50 ppm	1300 mg/m ³

En Argentina, a nivel nacional existen diferentes leyes relacionadas a la problemática de la contaminación ambiental:

1.5.1. Ley Nacional de Tránsito N° 24.449 /73

Establece en el artículo N°34 que todos los vehículos automotores destinados a circular por la vía pública están sujetos a la revisión técnica periódica a fin de determinar el estado de funcionamiento de las piezas y sistemas que hacen a su seguridad activa y pasiva y a la *emisión de contaminantes* .

Las piezas y sistemas a examinar, la periodicidad de revisión, el procedimiento a emplear, el criterio de evaluación de resultados y el lugar donde se efectúe, son establecidos por la reglamentación y cumplimentados por la autoridad competente (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social).

Ésta podrá delegar la verificación a las concesionarias oficiales de los fabricantes o importadores o a los talleres habilitados a estos efectos manteniendo un estricto control.

Los talleres mecánicos privados u oficiales de reparación de vehículos, en aspectos que hacen a la seguridad y emisión de contaminantes, serán habilitados por la autoridad local (Municipalidad), que llevará un registro de ellos y sus características.

Cada taller debe tener : la idoneidad y demás características reglamentarias, un director técnico responsable civil y penalmente de las reparaciones, un libro rubricado con los datos de los vehículos y arreglos realizados, en el que se dejará constancia de los que sean retirados sin su terminación.

1.5.2. Decreto Nacional 779/95: Reglamentación general de la ley N° 24.449 de tránsito y seguridad vial.

Establece en el *Capítulo I*, Título V “El vehículo”, Artículo N° 33: que la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano es la autoridad competente para todos los aspectos relativos a emisión de gases contaminantes, ruidos y radiaciones parásitas provenientes de automóviles, quedando facultada para:

- aprobar las configuraciones de modelos de vehículos automotores en lo referente a emisiones de gases contaminantes y nivel sonoro.
- modificar los límites máximos de emisión de contaminantes al medio ambiente y los procedimientos de ensayo establecidos en este artículo, para los motores y vehículos nuevos y usados.
- introducir nuevos límites máximos de emisión de contaminantes no previstos en este artículo, tanto para los motores y vehículos automotores nuevos como usados que utilicen combustibles líquidos y gaseosos.
- definir los métodos de ensayo, mediciones, verificaciones, certificaciones y documentación complementaria necesarios para el cumplimiento de ese artículo.

Las exigencias del presente artículo, se aplicarán tanto para vehículos nacionales como importados.

Niveles de emisión de contaminantes para vehículos automotores equipados con motor de ciclo Diesel, usados:

Todo vehículo automotor equipado con motor ciclo Diesel en circulación deberá cumplir con los siguientes límites de partículas visibles (humos negros) por el tubo de escape en aceleración libre, referidos al uso de gas oil comercial:

- Vehículos en circulación desde el 1° de julio de 1994 :
Medición por filtrado: ÍNDICE BACHARACH 6
Medición por opacímetro: COEFICIENTE DE ABSORCIÓN 2.62 m-1
- A partir del 1° de julio de 1997 los vehículos que se encuentren en circulación desde el 1° de julio de 1994 :
Medición por filtrado: ÍNDICE BACHARACH 5
Medición por opacímetro: COEFICIENTE DE ABSORCIÓN 2.62 m-1

Niveles de emisión de contaminantes para vehículos automotores equipados con motor de ciclo Otto, usados:

Todo vehículo automotor equipado con motor de ciclo Otto en circulación, deberá cumplir con los siguientes límites de emisiones de gases contaminantes medidos en marcha lenta:

- Vehículos en circulación fabricados hasta el 31/12/91 :
Monóxido de carbono (CO): 4.5% en volumen
Hidrocarburos (HC): 900 en volumen
- Vehículos en circulación fabricados entre el 01/01/92 hasta el 31/12/94 :
Monóxido de carbono (CO): 3.0% en volumen
Hidrocarburos (HC): 600 en volumen
- Vehículos en circulación fabricados a partir del 01/01/95 :
Monóxido de carbono (CO): 2.5% en volumen
Hidrocarburos (HC): 400 en volumen

Capítulo II “Parque Usado”, Artículo N° 34: Revisión Técnica Obligatoria.

- Todos los vehículos, a partir del 1° de mayo de 1996, para poder circular por la vía pública deberán tener aprobada la Revisión Técnica Obligatoria (RTO) y podrán ser sometidos, además, a una Revisión Rápida y Aleatoria (RRA) (a la vera de la vía), que implemente la Autoridad Jurisdiccional correspondiente, la que dará constancia de ello en el Certificado de Revisión Técnica (CRT).

- Las unidades particulares cero kilómetro (0 Km.) que se incorporen al Parque Automotor tendrán un plazo de gracia de treinta y seis (36) meses a partir de su fecha de patentamiento inicial para realizar su primera Revisión Técnica Obligatoria (RTO).

Todos los vehículos que no sean de uso particular realizarán la primera RTO, en un plano menor a doce (12) meses del patentamiento inicial.

- La RTO para las unidades particulares tendrá una vigencia efectiva de veinticuatro (24) meses a partir de la fecha de revisión, cuando la antigüedad del vehículo no excede los siete (7) años desde su patentamiento inicial para los vehículos de mayor antigüedad tendrá una vigencia efectiva de doce (12) meses.

En Argentina en septiembre de 1.992 se creó la Consultora Ejecutiva Nacional de Transporte (CENT), como resultado de un convenio entre la Secretaría de Transporte de la Nación y la Universidad Tecnológica Nacional, siendo su objetivo la implementación de un sistema de Revisión Técnica Obligatoria (RTO) para vehículos de transporte ínter jurisdiccional de cargas y pasajeros. En el año 1.993 comenzaron a operar los primeros talleres y hoy existen más de 100 talleres habilitados (en todo el país) y se han realizado más de dos millones de revisiones técnicas.

La CENT controla a través de trece Auditorías Regionales, el cumplimiento de los procedimientos técnicos vigentes garantizando la uniformidad de la revisión.

Los objetivos fundamentales de la RTO son brindar una mayor seguridad al tránsito y aumentar la confiabilidad del sistema de transporte de cargas y pasajeros de carácter ínter jurisdiccional. El mejoramiento de las condiciones de seguridad tanto activas como pasivas de los vehículos, es sin duda una de las condiciones primordiales para disminuir la cantidad de accidentes viales, el nivel de *contaminación gaseoso* y sonoro, mejorando de esta manera nuestra calidad de vida.

Los principales grupos o sistemas sometidos a control durante el proceso de Revisión Técnica, son los siguientes:

1. Sistema de dirección
2. Tren delantero, tren trasero, suspensión
3. Sistema de frenos. Determinación dinámica de eficiencia
4. Control de estado de chasis
5. *Emisión de contaminantes gaseosos*
6. Emisión de contaminantes sonoros

7. Neumáticos y llantas
8. Sistema eléctrico, iluminación y señalización
9. Instrumentos y accesorios
10. Estado general de carrocería
11. Letreros e indicadores
12. Elementos de emergencia
13. Salidas de emergencia
14. Vehículos propulsados a GNC , Dual
15. Vehículos de transporte de pasajeros 0Km
16. Sistema de arrastre para semirremolque
17. Sistema de enganche para acoplado
18. Unidades para contenedores
19. Transporte de sustancias peligrosas
20. Procedimiento para vehículos no convencionales

De los veinte (20) grupos o sistemas sometidos a control, el que interesa estudiar en este caso es el ítem cinco (5) que hace referencia a la emisión de gases contaminantes.

Si el vehículo luego de superar el procedimiento de Revisión Técnica, no presenta deficiencias o las mismas no inciden sobre los aspectos de seguridad para circular por la vía pública, es aprobado. En ese instante, se otorga al transportista el *certificado de revisión técnica* y la *oblea* identificatoria correspondiente ambos con la misma numeración y con la indicación de la fecha de vigencia de la RTO. Estos elementos constituyen el documento que certifica que el vehículo se encuentra apto para circular y realizar un tráfico inter jurisdiccional, que ha cumplido con la ley y que no está obligado a efectuar la revisión técnica en otras jurisdicciones.

1.5.3. Ley Provincial N° 1713/97: Adhesión de la Provincia de La Pampa a la ley Nacional de Tránsito N° 24.449 y a su reglamentación aprobada por el Decreto Nacional N° 779/95.

Esta ley, rige en La Pampa desde 1997 y es una certificación importante, ya que es requerida por juzgados en casos de accidentes a nivel nacional.

Establece como autoridad de aplicación al Poder Ejecutivo Provincial a través de los organismos que al efecto designe, y las municipalidades que adhieran a las nuevas disposiciones.

1.5.4. Ordenanza Municipal N° 3429/05: Adhesión de la Municipalidad de Santa Rosa (La Pampa) a la ley Nacional de Tránsito N° 24.449 y la ley Provincial N° 1713 de “Adhesión de la Provincia a la ley Nacional de Tránsito N° 24.449 y su Reglamentación”.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos

- Determinar los niveles promedio de emisión de gases contaminantes de los vehículos en circulación, tanto de ciclo Diesel como de ciclo Otto.
- Determinar si existen diferencias significativas en la emisión de gases contaminantes entre los vehículos de ciclo Diesel y de ciclo Otto.
- Establecer si existen diferencias significativas en la emisión de gases contaminantes de los vehículos por modelo (año).
- Establecer si existen diferencias significativas en la emisión de gases contaminantes de los vehículos por clase. (CA: camiones, CO: colectivos, AU: vehículos particulares, OT: camionetas y utilitarios,)

2.2. Hipótesis

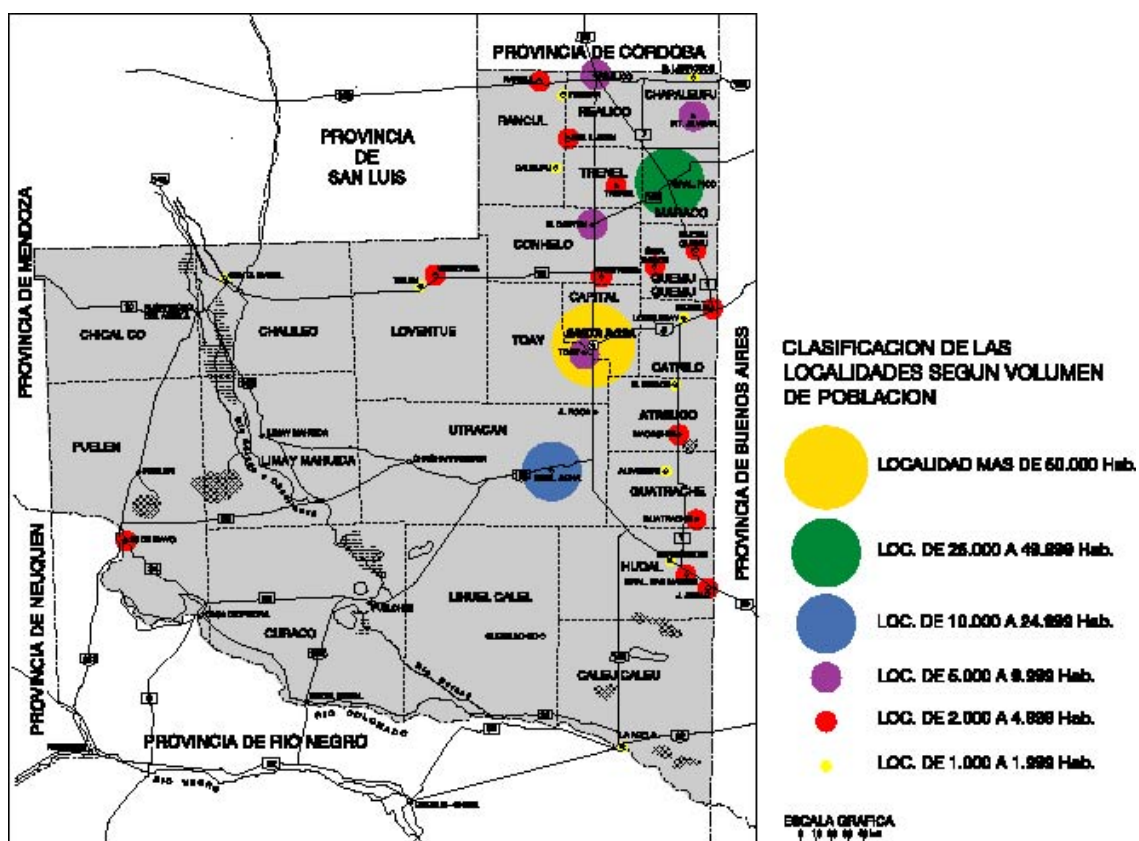
- Determinar si existe en la ciudad de Santa Rosa (La Pampa) contaminación atmosférica producida por fuentes móviles.

3. ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Santa Rosa se encuentra ubicada en el sector noreste de la provincia de La Pampa, con una altitud de 177 m.s.n.m., una temperatura promedio anual aproximada de 16°C y una extensión Municipal de 1.500 km².

Ubicada sobre la intersección de la Ruta Nacional N° 35 y N° 5, su localización es de latitud 36° 37' Sur y de longitud 64° 17' Oeste, equidistante a los grandes centros urbanos del país como Buenos Aires al Este, Córdoba y Rosario al Norte, Mendoza al Oeste y Neuquén y el valle rionegrino al Sur (Semenario REGIÓN, 2004).

En el último censo Nacional del año 2001 se registró una población de 101.987 habitantes, con crecimiento exponencial ya que se estima que alcanzó en el año 2.007, los 110.000 habitantes.



4. MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la emisión de gases contaminantes se utilizaron los siguientes métodos basados en la ley Nacional N° 24.449 y el Decreto 779/95, artículo N° 33.

4.1. Vehículos equipados con motor ciclo Otto (nafteros):

Analizador de gases NDIR Giga Gas-4020, se utilizó para el análisis de las concentraciones de los gases de escape de vehículos de motor ciclo Otto, incluyendo Hidrocarburos (HC) y Monóxido de Carbono (CO).

Entre sus cualidades se destacan su reducido tamaño, gran estabilidad, alta precisión, rápida instalación y fácil operación. Es apto para uso en talleres de Revisión Técnica Vehicular.

El instrumento consta de:

- analizador de gases
- sonda de acero inoxidable y manguera (5 metros)
- cable al sensor de RPM
- cable a computadora

Procedimiento

Antes de encender el analizador se conectó la sonda a la manguera de forma fuerte y segura, para evitar que las pérdidas en las conexiones causen errores en la medición. Luego se presionó la tecla de encendido y se vio la pantalla de bienvenida.

Después de 10 segundos, el analizador inició el proceso de calentamiento, durante el mismo, el teclado está bloqueado, después de los 10 minutos, el analizador inició automáticamente el proceso de puesta a cero y se visualizó su display. Se presionó la tecla confirmar para comenzar la medición.

Cuando el motor se encontraba a temperatura normal de funcionamiento con el motor en ralentí (marcha lenta) se tomó la muestra introduciendo la sonda de medición en el caño de

escape a una profundidad mayor de veinticinco centímetros (25 cm) y se comprobó el valor de monóxido de carbono e hidrocarburos de la misma.

4.2. Vehículos equipados con motor ciclo Diesel:

Opacímetro GigaSmoke-6010, es un instrumento que controla temperatura y presión del humo del escape de vehículos con motor Diesel, analizándolo en una celda con control de flujo que asegura la máxima repetibilidad y estabilidad métrica.

Está diseñado para medir en forma continua al grado de opacidad en régimen de ralentí y durante aceleraciones. Es apto para uso en talleres de Revisión Técnica Vehicular.

El instrumento consta de:

- sensor (unidad de medición)
- pantalla (unidad de control)
- manguera (1.5 m entre sensor y pantalla)
- sonda (de acero inoxidable, con sujetador)
- cable al sensor
- cable a la computadora

Procedimiento

Antes de encender el opacímetro se conectó la manguera a la unidad de medición y la sonda a la manguera. También se conectó el cable de comunicaciones entre la unidad de medición y el display y entre el display y la computadora.

Luego de instalar el opacímetro, se encendió la unidad de medición y luego el display, donde pudo verse la pantalla de bienvenida.

El opacímetro inició el proceso de calentamiento que dura un total de 15 minutos, finalizando este tiempo se activó el menú principal.

Medición de aceleración libre (conectado a una PC)

- Después de conectar el opacímetro y terminar el calentamiento se eligió el ítem free accelerative measure (medición de aceleración libre). Al pulsar la tecla de confirmar se ingresó en la pantalla de arriba donde se indican los valores de opacidad lineal (N) y el

coeficiente de absorción (K) en forma instantánea y sobre el costado izquierdo la lectura máxima o de pico registrada en cada aceleración.

- Antes de medir, el vehículo se puso en marcha durante unos minutos y previo a la medición se aceleró a fondo dos o tres veces para limpiar el escape.
- Antes de iniciar la medición, se pulsó la tecla Enter para realizar la calibración automática del opacímetro y ajustar los extremos de cero y fondo de escala.
- Una vez concluida la calibración, se colocó la sonda en el escape, cuidando que la unidad de medición estuviera ubicada en un costado, para que no llegue el humo del escape directamente a la toma de aire de la turbina, puesto que podría alterar la medición.
- Se colocó la sonda unos treinta centímetros (30 cm) dentro del escape lo más recta posible, para asegurar la correcta toma de la muestra.
- Al terminar con el paso anterior, se procedió a medir siguiendo las indicaciones del operador de la PC, que inicialmente requirió mantener el acelerador en ralentí (regulando) para que el opacímetro registre el valor de base con el que se refiere el inicio y el final de la aceleración.
- Al terminar la detección de ralentí, el operador de la PC requirió que acelere y el conductor debió acelerar durante dos o tres segundos y soltar el pedal del acelerador. Cuando el opacímetro detectó un aumento en la opacidad, tomó los datos hasta que volvió a su valor original, registrando el valor máximo.
- Este paso se repitió cada vez que lo requirió el operador o la PC, hasta completar cuatro aceleraciones aceptables (cada 10 segundos aproximadamente).
- En base a los valores medidos se tomó el promedio como el valor del ensayo y concluyó el mismo.

Las mediciones fueron tomadas dos veces por semana durante los meses de noviembre y diciembre de 2.008 y enero, febrero, marzo, abril de 2.009 en el Taller de Verificación Técnica “Patagonia Vertec” ubicado en Corona Martínez 550, perteneciente al señor Erick Sabaidini, cuyo responsable técnico es el Ing. Claudio Verbeke. Los datos fueron procesados durante mayo, junio y julio de 2.009.

A fin de dar respuesta a los objetivos planteados, se procedió al tratamiento de los datos, con la siguiente metodología:

- Recopilación de datos de emisiones de CO, HC para vehículos de ciclo Otto y de Opacidad para vehículos de ciclo Diesel.
- Análisis exploratorio de los datos por modelos de vehículo, para conocer su magnitud y variabilidad con respecto a la media y a valores establecidos por ley.
- Test Mann- Whitney a fin de comparar si las emisiones gaseosas de los vehículos Diesel son significativamente mayores que las de los vehículos Otto. Considerándose para tal fin los datos de las variables CO y Opacidad por estar medidas en la misma magnitud (%).
- Test Kolmogorov, cuyo objetivo fue verificar el grado de acuerdo entre alguna distribución teórica continua predeterminada y la distribución empírica obtenida en la muestra para los vehículos de ciclo Otto y ciclo Diesel en el período comprendido entre 1.974- 2.007 y 1.957- 2.007 respectivamente.
- Test Kruscal- Wallis a fin de determinar si existen diferencias significativas de las emisiones gaseosas por clase de vehículo.

Para el análisis de datos se utilizaron los programas *STATISTICA release 6 for Windows* y la planilla de cálculo *Microsoft Office Excel for Windows 2.003*.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Anexo resume en tablas y gráficos los resultados de los análisis estadísticos realizados.

- La TABLA 1 contiene información descriptiva (medidas resumen y diseños de caja) de las emisiones de CO (%) de los vehículos de ciclo Otto, modelo (1.974– 1.991). Claramente en media los valores están por debajo de lo establecido por la legislación al 31/12/91 (4,5 % en volumen de CO). No se observaron puntos extremos que distorsionen la serie.
- La TABLA 2 presenta el análisis exploratorio para las emisiones de los vehículos de ciclo Otto, modelo (1.992-1.994). En donde se observó que el valor medio tampoco superó lo establecido por ley al 31/12/94 (3,0 % en volumen de CO). No obstante, la serie se presenta distorsionada y con una mayor variabilidad.
- La TABLA 3 muestra los datos pertenecientes a las emisiones de CO (%) de los vehículos de ciclo Otto, modelo (1.995-2.007). En donde se pudo apreciar un valor medio inferior al estipulado por ley al 01/01/95 (2,5 % en volumen de CO), con una serie aún más distorsionada que el período de tiempo anterior.
- La TABLA 4 contiene el análisis exploratorio para las emisiones de HC (ppm) de los vehículos de ciclo Otto, modelo (1.974-1.991). Los valores medios indicaron que dichas emisiones se encuentran por debajo de lo que establece la ley al 31/12/91 (900 ppm en volumen de HC). Sin presentar puntos extremos, pero con una marcada variabilidad en el comportamiento de la serie.
- La TABLA 5 muestra las estadísticas descriptivas para las emisiones de HC (ppm) de los vehículos de ciclo Otto, modelo (1.992-1.994). En donde el valor medio tampoco superó lo estipulado por la legislación al 31/12/94 (600 ppm en volumen de HC). No presentó puntos extremos, pero si una dispersión de los datos, lo que pone de manifiesto un comportamiento asimétrico de la variable en cuestión.
- La TABLA 6 muestra las emisiones de HC (ppm) de los vehículos de ciclo Otto, modelo (1.995-2.007). La media aritmética se encuentra por debajo de los que establece la ley al 01/01/95 (400 ppm en volumen de HC) en una serie muy distorsionada y con presencia de puntos outliers, pero sólo uno de ellos superó el límite establecido por ley.

- La TABLA 7 muestra los datos de Opacidad (ppm) para los vehículos de ciclo Diesel, modelo (1.957-2.007). El valor medio se aproximó al límite establecido por ley (50% de Opacidad), con escasa variabilidad de los datos, mostrando así una serie bien comportada. No obstante, presenta outliers por encima de los límites establecidos por ley.
- La TABLA 8 muestra los resultados del Test Mann- Whitney realizado con el objetivo de establecer si existen diferencias en la emisión de gases contaminantes entre vehículos de ciclo Diesel y Otto. Dado que la serie de datos a trabajar no cumple con el supuesto de normalidad requerido en las pruebas estadísticas clásicas, fue necesario recurrir a técnicas estadísticas no paramétricas tal como es el caso del Test Mann- Whitney. Dicha prueba tiene por objeto verificar si dos muestra independientes fueron extraídas de la misma población.
A partir del mismo se pudo establecer que existen diferencias altamente significativas entre un tipo de vehículo y otro, con un valor p muy por debajo de 0,05. (p: 0,00)
Cabe concluir de acuerdo a las hipótesis planteadas que los vehículos de ciclo Diesel serían más contaminantes que los de ciclo Otto.
- A seguir y con la finalidad de dar respuesta al siguiente objetivo se confeccionó una gráfica que muestra la variación de las emisiones de CO (%) por modelo (1.974-2.007) para los vehículos de ciclo Otto (ver TABLA 9). La misma mostró una tendencia decreciente que fue testada mediante una prueba no paramétrica de Kolmogorov. Dicha prueba tiene por objeto verificar el grado de acuerdo entre alguna distribución teórica y la distribución empírica obtenida en la muestra, a fin de establecer si la distribución encontrada es una buena descripción de la información. Se concluye a partir de un valor p de 0,3274 que efectivamente la tendencia observada en la gráfica podría ser representativa del comportamiento de la variable en cuestión.
- La TABLA 10 muestra la gráfica con los valores de Opacidad (ppm) de los vehículos Diesel por modelo (1.957- 2.007). La misma refleja una estacionalidad de la variable analizada. La evidencia estadística a partir de una prueba Kolmogorov con un p de 0,4298 permite concluir que la distribución encontrada es representativa de la información.

Como conclusión general de las tablas 9 y 10, cabría esperar una paulatina disminución de los gases contaminantes en los modelos más nuevos de vehículos de ciclo Otto, no obstante para vehículos de ciclo Diesel la variación en dichas emisiones no parecen ser muy relevantes.

- Con la finalidad de dar respuesta al último objetivo del trabajo se llevó a cabo un test Kruskal- Wallis para determinar si existen diferencias en la emisión de gases contaminantes de los vehículos de ciclo Otto por clase (ver TABLA 11) , a saber:

-Categoría AU: autos particulares.

-Categoría CA: camiones.

-Categoría OT: camionetas, utilitarios.

El mismo tiene por objeto verificar si k muestras independientes provienen de la misma población o de poblaciones idénticas. Es una extensión de las pruebas de rangos de Mann- Whitney para más de dos poblaciones.

Se concluye a partir de un valor p de 0,0419 que existen diferencias significativas entre las categorías mencionadas. No obstante se desea saber cual/es es la categoría que marca la diferencia. Para tal fin se realizaron para las tres combinaciones de a pares existentes las correspondientes pruebas Mann- Whitney, encontrándose los siguientes resultados:

El contraste AU-OT, arrojó un resultado altamente significativo (p : 0,001).

El contraste CA-OT, al igual que el contraste CA-AU, arrojaron un resultado no significativo con un elevado valor p . (p : 1,00)

Vale decir entonces que la categoría AU es la que marcó la diferencia con emisiones gaseosas menos contaminantes.

Cabe aclarar que la existencia de datos para las categorías establecidas ha generado pruebas muy desbalanceadas, por lo que si se equilibrara el tamaño de muestras las conclusiones podrían variar.

- La TABLA 12 muestra el test Kruskal- Wallis para los vehículos de ciclo Diesel clasificados en categorías:

-Categoría AU: autos particulares.

-Categoría CA: camiones.

-Categoría CO: colectivos

-Categoría OT: camionetas, utilitarios

Se concluye a partir de un valor p de 0,3744 que no existen diferencias significativas entre las categorías mencionadas, es decir los niveles de emisión de gases contaminantes serían similares en las cuatro categorías.

6. CONCLUSIONES PARTICULARES

- La principal fuente productora de contaminación atmosférica en la ciudad de Santa Rosa es la móvil, generada por la circulación de motos, autos, camionetas, camiones, colectivos, etc.
- Para el caso de los vehículos Nafteros, la media de los valores de emisión de CO (%) y de HC (ppm) del total de los datos analizados, está dentro de los valores establecidos por la legislación.
- En cuanto a los vehículos Diesel, si bien la media de los valores de Opacidad (%) del total de los datos analizados cumple con la legislación, está muy cerca del límite permitido y existe un importante número de vehículos que lo sobrepasan.
- Se puede determinar que existen diferencias en la emisión de gases contaminantes de los vehículos Nafteros y Diesel. Siendo estas últimas las que generan mayor contaminación y las que provocan un riesgo superior a la población por ser más nocivas.
- Los vehículos más antiguos, que muchas veces circulan en condiciones deplorables, son el principal agente contaminante. Cuanto más moderno es un coche, por lo general menos contamina, porque desde su diseño su carburador está pensado para emitir gases de manera controlada en cantidades permitidas. Los coches nuevos están obligados a acatar una legislación cada vez más restrictivas en cuanto a emisiones de gases.
- Las emisiones tóxicas provienen principalmente de los colectivos, camiones y camionetas que en su mayoría funcionan con motores Diesel y muchos de los cuales están mal mantenidos.
- Es importante aclarar que el total de los datos analizados (450 vehículos ciclo Otto y 470 vehículos ciclo Diesel) fueron obtenidos en un taller de Revisión Técnica Obligatoria. La mayoría de los vehículos que concurren al mismo, son los que deben realizar viajes largos, ya que actualmente el certificado de Revisión Técnica que exige la Ley Nacional de Tránsito, es requerido en algunas camineras interprovinciales.
- Es posible que muchos de los vehículos que circulan diariamente en la ciudad de Santa Rosa, nunca hayan sido sometidos a una revisión técnica.

7. ALTERNATIVAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACION

Las medidas de atenuación, son las acciones preventivas y/o correctivas que se pueden realizar para minimizar la magnitud de los impactos negativos que provoca la contaminación atmosférica.

La forma básica de atenuación es mediante el control de las emisiones. Algunas de las medidas que pueden adoptarse son las siguientes:

7.1. Normativa legal restrictiva

Establecer normas más estrictas de niveles máximos de tolerancia para las emisiones de gases contaminantes. Para ello, se requiere de un organismo de control que haga cumplir las disposiciones legales (tanto para vehículos de transporte público como privado).

La medición de los niveles contaminantes podría implementarse como parte de los operativos de control de tránsito de la vía pública y debería exigirse el certificado de Revisión Técnica Obligatoria a todos los vehículos que circulan por la ciudad. (Actualmente la legislación vigente sólo se controla en algunas camineras interprovinciales).

7.2. Sanciones

Aplicar sanciones a los automovilistas que no cumplan con la legislación vigente, éstas pueden ser tanto económicas como de prohibición de circulación del vehículo.

7.3. Canon

Establecer un canon para poder circular con el vehículo por el área de mayor concentración urbana. El monto de ese canon deberá reducir el interés de las personas para usar su vehículo particular dentro del conglomerado urbano con más densidad de población e incentive el uso del transporte público. Pero éste debe responder con una alta calidad de servicio a las necesidades de la mayoría de la población.

7.4. Uso de combustibles alternativos: Biodiesel

Es una forma de energía limpia renovable, de calidad y económicamente viable, que además contribuye a la conservación del medio ambiente.

Puede ser fabricado con aceites vegetales usados y reciclados y/o aceites nuevos procedentes de semillas oleaginosas (por ej. calza, soja, algodón, palma, almendra, piñón, nueces) o de grasas animales, nuevas o usadas, las cuales no son tóxicas para el medio ambiente.

Los aceites se someten a un proceso químico llamado *transesterificación* o *alcoholisis*, que consiste en combinar el aceite con un alcohol ligero, normalmente metanol y deja como residuo glicerina que puede ser aprovechado por la industria cosmética.

El biodiesel es 100% biodegradable, porque en menos de veintiún (21) días desaparece cualquier residuo en la tierra y su toxicidad es inferior a la de la sal de mesa.

Puede funcionar en cualquier motor diesel y se presume que duplica la vida útil de los vehículos.

La principal desventaja es que sus costos aún pueden ser más elevados que los diesel de petróleo. Esto depende básicamente de la fuente de aceite utilizado en su elaboración.

7.5. Uso de filtros de partículas y de NO_x (Óxidos de Nitrógeno)

El desarrollo de sistemas que permitan una combustión más efectiva y limpia resulta por el momento insuficiente para solucionar el problema de las emisiones de partículas de los motores Diesel. Para reducir el volumen de éstas se hace necesario el uso de los llamados “filtros” o “trampas” de partículas.

Estas trampas retienen en su interior las partículas originadas en el proceso de combustión, evitando que sean expulsadas a la atmósfera. Pero, como evidentemente la capacidad de estos filtros no es ilimitada, es necesario proceder a su limpieza. Esto se hace de forma periódica y automática durante el funcionamiento normal del coche, sin que el conductor lo pueda notar.

Esto se consigue provocando la oxidación espontánea de las partículas retenidas aumentando la temperatura de los gases de escape, generalmente mediante una pequeña

post inyección de combustible durante la carrera de expansión. Sin embargo, las temperaturas mínimas necesarias para provocarlo rondan los 650 °C, excesivas para asegurar la integridad del sistema de escape, por lo que es necesario buscar formas de provocar esta reacción a menores temperaturas.

Para conseguirlo se recubren las caras internas del filtro con ciertos catalizadores químicos que facilitan la oxidación de las partículas retenidas a unos 500 ó 550 °C. Un paso más consiste en el uso en el propio combustible de aditivos que provoquen el mismo efecto.

Los resultados obtenidos con estas trampas de NOx son esperanzadores, alcanzan reducciones del volumen de emisiones en torno al 90%.

7.6. Uso de vehículos híbridos gasolino- eléctricos

Son vehículos que combinan dos motores: uno eléctrico y otro a explosión. El primero funciona ni bien se enciende el auto. Cuando el vehículo toma velocidad, entra en acción el naftero. De esta manera se evitan los momentos de mayor emanación de gases tóxicos del motor a nafta.

El motor eléctrico se recarga con el propio movimiento del coche. Tiene un bajo consumo de gasolina.

Como desventajas encontramos un mayor peso que un coche común (motor eléctrico más baterías). También tiene más complejidad y más posibilidad de desperfectos. Es más caro que uno convencional.

7.7. Estaciones de monitoreo

Una buena alternativa de control es instalar una red de monitoreo y análisis, para verificar los niveles de contaminación en el aire producido principalmente por los motores de combustión interna, en diferentes puntos de la ciudad.

Los resultados obtenidos en cada estación de monitoreo se pueden comparar con los valores guías establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

7.8. Construcción de barreras naturales

La plantación de árboles y arbustos junto a las avenidas actúan como sumidero natural captando de la atmósfera CO₂, gases efecto invernadero y contaminación de una ciudad.

Numerosos estudios han demostrado que un sólo árbol absorbe el humo de cien coches, lo que los convierte en un elemento fundamental para la respiración de los animales y humanos.

Se debe fomentar la instalación de árboles urbanos para crear un entorno libre de gases tóxicos.

8. CONCLUSIÓN GENERAL

La ciudad de Santa Rosa es una urbanización de alta densidad (más de 100.000 habitantes) y como tal presenta diversos problemas ambientales, tal es el caso de la contaminación atmosférica producida por fuentes móviles, que está directamente relacionado con el crecimiento demográfico y el aumento constante del parque automotor. Los niveles de gases contaminantes en el aire, aumentan por efecto directo de los horarios “picos” de tránsito, ya que la ciudad tiene un horario dividido de comercio por lo que se dan cuatro horas pico en un día y no dos como sucede en otros lugares (esto representa soluciones de colapso de tránsito y aglutinamiento de gases).

No obstante, desde el punto de vista geomorfológico Santa Rosa se encuentra situada sobre una llanura, esto hace que la capacidad de asimilación de gases contaminantes del compartimiento aire sea alta (disipación o dispersión de gases y ruidos).

El principal agente de contaminación son los vehículos Diesel, que en ocasiones circulan en condiciones deplorables (en especial las camionetas, camiones y colectivos).

La contaminación ambiental seguirá existiendo mientras se utilice como combustible a los hidrocarburos en cualquiera de sus formas, como líquido o en forma de gas. Lo único que se puede hacer es reducir las emisiones a menores niveles que los actuales, dependiendo de los adelantos tecnológicos en la construcción de motores y del estricto mantenimiento de los mismos mientras están en uso y van envejeciendo.

Los organismos de control sobre la contaminación, son los encargados de hacer cumplir las normas de emisión establecidas como límite para ayudar a disminuir el daño ambiental. Las normas anticontaminación deben actualizarse y ser cada vez más exigentes.

Para eliminar el problema, en realidad se requiere un reemplazo de los hidrocarburos por otros combustibles alternativos.

Cuando se agoten las reservas de petróleo y gas en el mundo, quizás ya comience a ser económico utilizar fuentes alternativas de energía y se iniciará el proceso de descontaminación del aire.

9. ANEXO: Tablas y Gráficos

TABLA 1: datos de CO (%) de vehículos de ciclo Otto, modelo 1.974-1.991

Distribución de Frecuencias

CO (%)	Frec. Obs.	Frec. Acum.	% de Valores	% Acum.
0,0-0,2	2	2	8,333	8,333
0,2-0,4	0	2	0,000	8,333
0,4-0,6	2	4	8,333	16,667
0,6-0,8	2	6	8,333	25,000
0,8-1,0	6	12	25,000	50,000
1,0-1,2	6	18	25,000	75,000
1,2-1,4	5	23	20,833	95,833
1,4-1,6	1	24	4,167	100
Total	24		100	

Estadística Descriptiva

Variable: CO (%)
 Tamaño Muestra: 24
 Media: 0,985
 Desv. Estándar: 0,345
 Mínimo: 0,200
 Máximo: 1,500

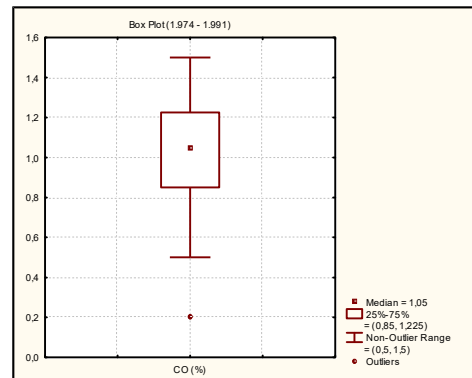
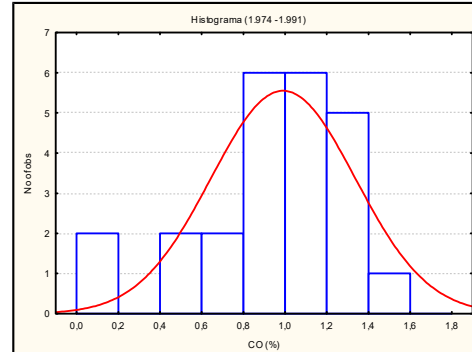


TABLA 2: datos de CO (%) de vehículos de ciclo Otto, modelo 1.992-1.994

Distribución de Frecuencias

CO (%)	Frec. Obs.	Frec. Acum.	% de Valores	% Acum.
0,0-0,5	17	17	43,590	43,590
0,5-1,0	14	31	35,897	79,487
1,0-1,5	6	37	15,385	94,872
1,5-2,0	1	38	2,564	97,436
2,0-2,5	1	39	2,564	100
Total	39		100	

Estadística Descriptiva

Variable: CO (%)
 Tamaño Muestra: 39
 Media: 0,684
 Desv. Estándar: 0,497
 Mínimo: 0,010
 Máximo: 2,110

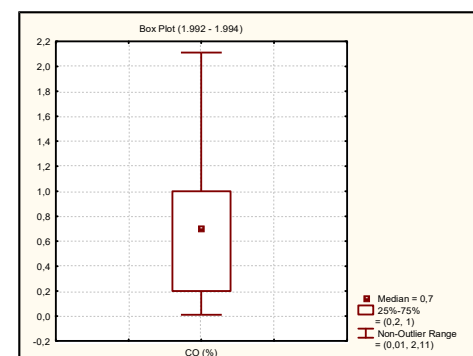
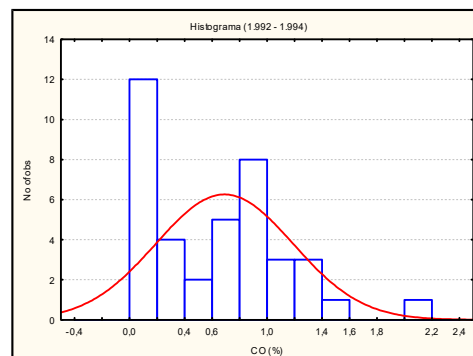
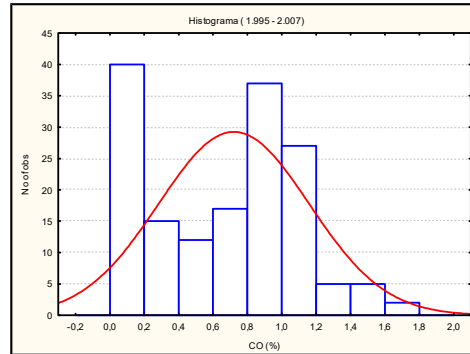


TABLA 3: datos de CO (%) de vehículos de ciclo Otto, modelo 1.995-2.007

Distribución de Frecuencias

CO (%)	Frec. Obs.	Frec. Acum.	% de Valores	% Acum.
0,0-0,5	63	63	39,375	39,375
0,5-1,0	58	121	36,250	75,625
1,0-1,5	35	156	21,875	97,500
1,5-2,0	4	160	2,500	100
Total	160		100	



Estadística Descriptiva

Variable: CO (%)
 Tamaño Muestra: 160
 Media: 0,716
 Desv. Estándar: 0,436
 Mínimo: 0,100
 Máximo: 1,800

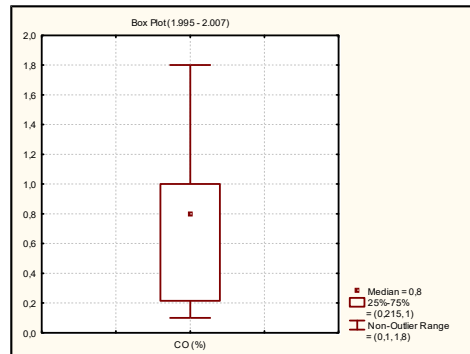
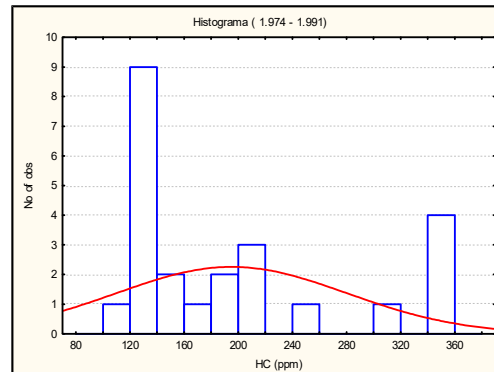


TABLA 4: datos de HC(ppm) de vehículos de ciclo Otto, modelo 1.974-1.991

Distribución de Frecuencias

HC (ppm)	Frec. Obs.	Frec. Acum.	% de Valores	% Acum.
100-150	0	0	0,000	0,000
150-200	12	12	50,000	50,000
200-250	3	15	12,500	62,500
250-300	4	19	16,667	79,167
300-350	0	19	0,000	79,167
350-400	3	22	12,500	91,667
Total	24	24	8,333	100



Estadística Descriptiva

Variable: HC (ppm)
 Tamaño Muestra: 24
 Media: 194,500
 Desv. Estándar: 84,874
 Mínimo: 111,000
 Máximo: 352,000

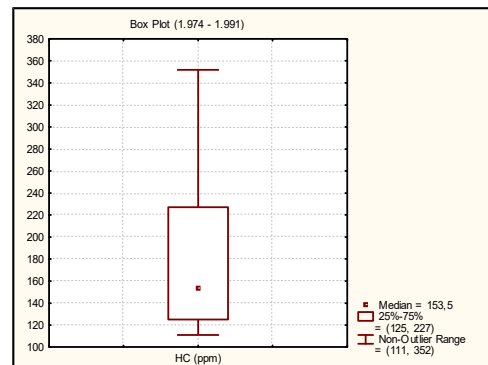
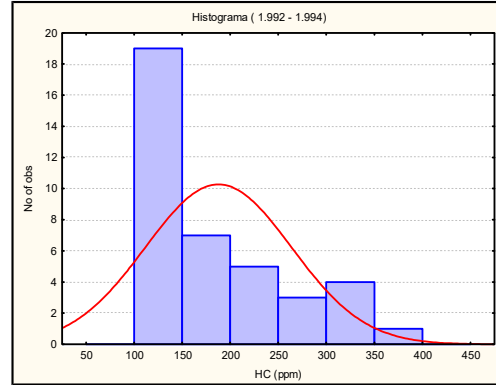


TABLA 5: datos de HC(ppm) de vehículos de ciclo Otto, modelo 1.992-1.994

Distribución de Frecuencias

HC (ppm)	Frec. Obs.	Frec. Acum.	% de Valores	% Acum.
50-100	0	0	0,000	0,000
100-150	19	19	48,718	48,718
150-200	7	26	17,949	66,667
200-250	5	31	12,821	79,487
250-300	3	34	7,692	87,179
300-350	4	38	10,256	97,436
350-400	1	39	2,564	100
Total	39		100	



Estadística Descriptiva

Variable: HC (ppm)
 Tamaño Muestra: 39
 Media: 186,872
 Desv. Estándar: 75,754
 Mínimo: 111,000
 Máximo: 396,000

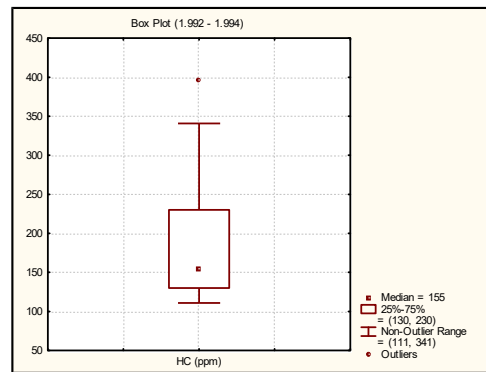
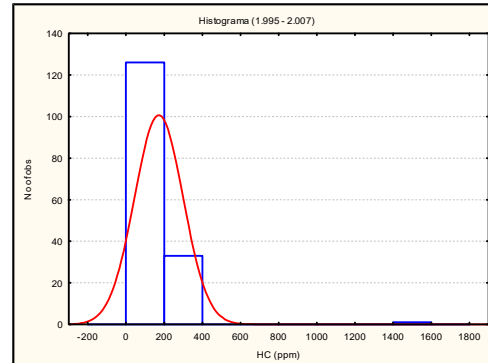


TABLA 6: datos de HC(ppm) de vehículos de ciclo Otto, modelo 1.995-2.007

Distribución de Frecuencias

HC (ppm)	Frec. Obs.	Frec. Acum.	% de Valores	% Acum.
00-200	126	126	78,750	78,750
200-400	33	159	20,625	99,375
400-600	0	159	0,000	99,375
600-800	0	159	0,000	99,375
800-1000	0	159	0,000	99,375
1000-1200	0	159	0,000	99,375
1200-1400	0	159	0,000	99,375
1400-1600	1	160	0,625	100
Total	160		100	



Estadística Descriptiva

Variable: HC (ppm)
 Tamaño Muestra: 160
 Media: 169,838
 Desv. Estándar: 126,741
 Mínimo: 1,000
 Máximo: 1520,000

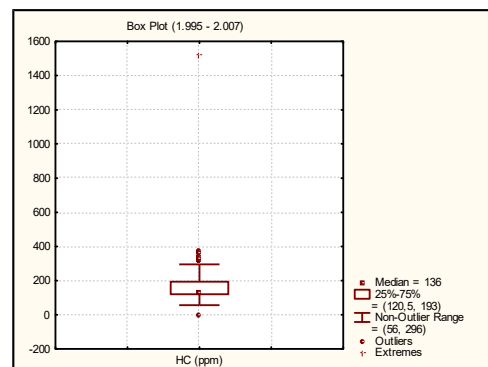
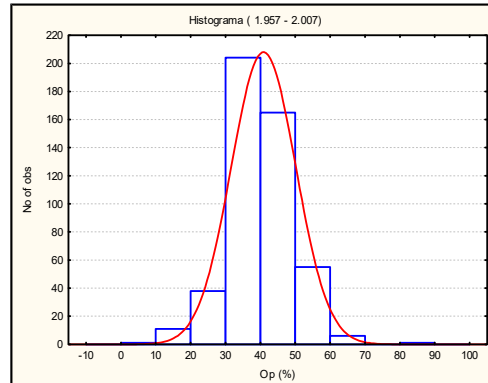


TABLA 7: datos de Opacidad (%) para vehículos de ciclo diesel, modelo 1.957-2.007

Distribución de Frecuencias

Opacidad (ppm)	Frec. Obs.	Frec. Acum.	% de Valores	% Acum.
00-10	1	1	0,208	0,208
10-20	11	12	2,287	2,495
20-30	38	50	7,900	10,395
30-40	204	254	42,412	52,807
40-50	165	419	34,304	87,110
50-60	55	474	11,435	98,545
60-70	6	480	1,247	99,792
70-80	0	480	0,000	99,792
80-90	1	481	0,208	100
Total	481		100	



Estadística Descriptiva

Variable: Opacidad (%)
 Tamaño Muestra: 481
 Media: 40,644
 Desv. Estándar: 9,222
 Mínimo: 2,000
 Máximo: 88,000

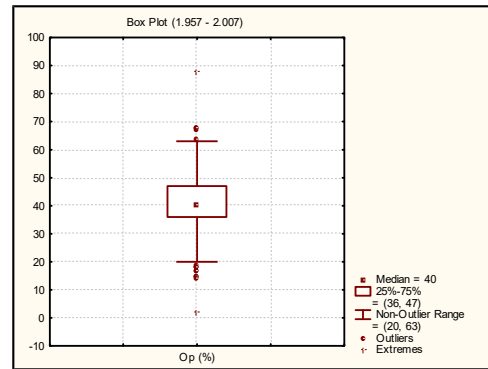


TABLA 8: Test Mann-Whitney (Prueba de Suma de Rangos)

Hipótesis:

$H_0: F_D = F_0$, las dos muestras fueron extraídas de la misma población o de poblaciones idénticas (las diferencias no son significativas)

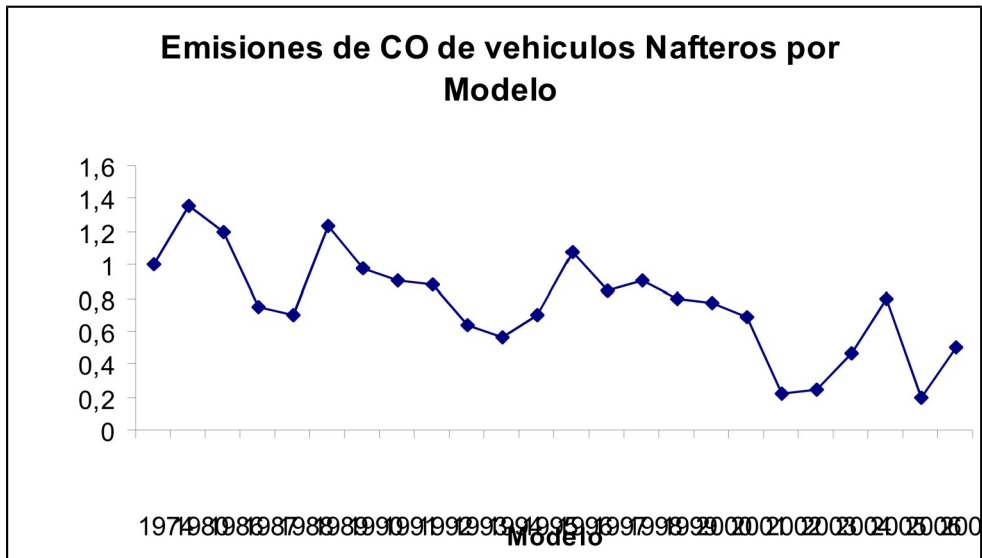
$H_1: F_D > F_0$, las dos muestras no fueron extraídas de la misma población o de poblaciones idénticas (las diferencias son significativas)

$p < 0,05$

VARIABLE	Suma de Rangos CO	Suma de Rangos Op	U	Z	Valor p	Z ajustado
	24976,00	223184,00	0,00	-21,36	0,00	-21,373
	N CO2	N Op				
223	481					

TABLA 9:

VEHÍCULOS CICLO OTTO



Test Kolmogorov

Hipótesis:

H₀: la distribución (f_(a)) es una buena descripción de la información

H₁: la distribución (f_(a)) no es una buena descripción de la información

p > 0,05

Mediana: 107

Chi- Cuadrado: 25,451

gl: 23

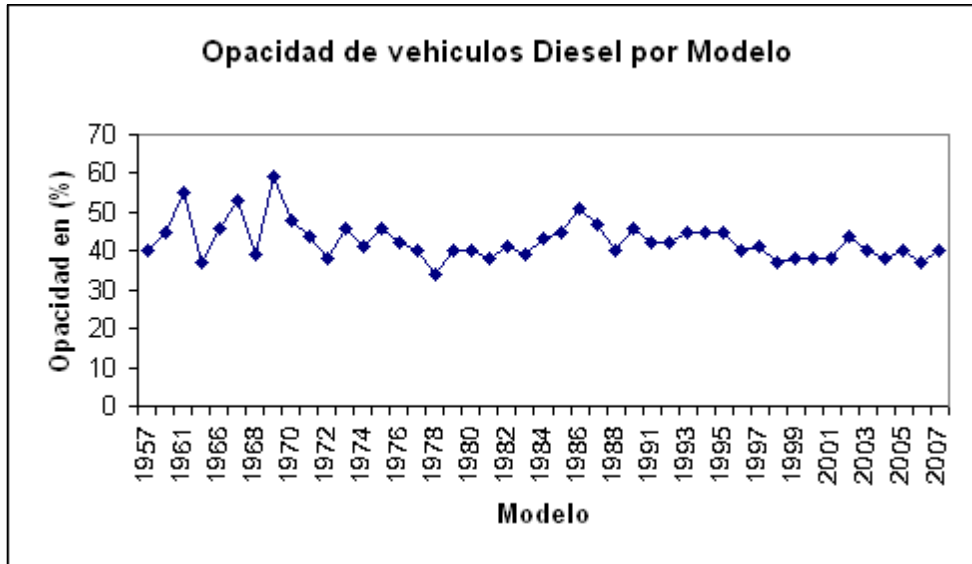
p: 0,327

	Grp.1	Grp.2	Grp.3	Grp.4	Grp.5	Grp.6
Mediana: observada	1,000	2,000	1,000	2,000	4,000	3,000
esperada	0,534	1,067	0,534	1,067	2,135	2,135
obs.- esp.	0,466	0,933	0,466	0,933	1,865	0,865
Mediana: observada	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
esperada	0,466	0,933	0,466	0,933	1,865	1,865
obs.- esp.	-0,466	-0,933	-0,466	-0,933	-1,865	-0,865
Total: observado	1,000	2,000	1,000	2,000	4,000	4,000
	Grp. 7	Grp. 8	Grp. 9	Grp.10	Grp. 11	Grp. 12
Mediana: observada	5,000	2,000	7,000	2,000	8,000	9,000
esperada	3,202	2,135	6,937	4,269	9,605	8,538
obs.- esp.	1,798	-0,135	0,063	-2,269	-1,605	0,462
Mediana: observada	1,000	2,000	6,000	6,000	10,000	7,000
esperada	2,798	1,865	6,063	3,731	8,395	7,462
obs.- esp.	-1,798	0,135	-0,063	2,269	1,605	-0,462
Total: observado	6,000	4,000	13,000	8,000	18,000	16,000

	Grp. 13	Grp. 14	Grp.15	Grp.16	Grp. 17	Grp. 18
Mediana: observada	4,000	12,000	11,000	9,000	10,000	4,000
esperada	3,735	11,740	11,206	9,605	10,139	3,735
obs.- esp.	0,265	0,260	-0,206	-0,605	-0,139	0,265
Mediana: observada	3,000	10,000	10,000	9,000	9,000	3,000
esperada	3,265	10,260	9,794	8,395	8,861	3,265
obs.- esp.	-0,265	-0,260	0,206	0,605	0,139	-0,265
Total: observado	7,000	22,000	21,000	18,000	19,000	7,000
	Grp. 19	Grp. 20	Grp.21	Grp.22	Grp. 23	Grp. 24
Mediana: observada	4,000	2,000	9,000	5,000	1,000	2,000
esperada	3,735	1,601	16,009	3,735	0,534	1,067
obs.- esp.	0,265	0,399	-7,009	1,265	0,466	0,933
Mediana: observada	3,000	1,000	21,000	2,000	0,000	0,000
esperada	3,265	1,399	13,991	3,265	0,466	0,933
obs.- esp.	-0,265	-0,399	7,009	-1,265	-0,466	-0,933
Total: observado	7,000	3,000	30,000	7,000	1,000	2,000
	TOTAL					
Mediana: observada	119,000					
esperada						
obs.- esp.						
Mediana: observada	104,000					
esperada						
obs.- esp.						
Total: observado	223,000					

TABLA 10:

VEHÍCULOS CICLO DIESEL



Test Kolmogorov

Hipótesis:

H₀: la distribución (f_(a)) es una buena descripción de la información

H₁: la distribución (f_(a)) no es una buena descripción de la información

p > 0,05

Mediana: 41

Chi- Cuadrado: 45

gl: 44

p: 0,429

	Grp. 1	Grp. 2	Grp. 3	Grp. 4	Grp. 5	Grp. 6
Mediana: observada	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
esperada	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
obs.- esp.	0,466	-0,533	-0,533	0,466	-0,533	-0,533
Mediana: observada	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000
esperada	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467
obs.- esp.	-0,467	0,533	0,533	-0,467	0,533	0,533
Total: observado	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Grp. 7	Grp. 8	Grp. 9	Grp.10	Grp. 11	Grp. 12
Mediana: observada	1,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
esperada	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
obs.- esp.	0,467	-0,533	-0,533	-0,533	0,467	-0,533

Mediana: observada	0,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000
esperada	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467
obs.- esp.	-0,467	0,533	0,533	0,533	-0,467	0,533
Total: observado	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Grp. 13	Grp. 14	Grp.15	Grp.16	Grp. 17	Grp. 18
Mediana: observada	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000
esperada	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
obs.- esp.	0,467	-0,533	-0,533	0,467	0,467	0,467
Mediana: observada	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
esperada	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467
obs.- esp.	-0,467	0,533	0,533	-0,467	-0,467	-0,467
Total: observado	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Grp. 19	Grp. 20	Grp.21	Grp.22	Grp. 23	Grp. 24
Mediana: observada	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000
esperada	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
obs.- esp.	0,467	0,467	0,467	0,467	-0,533	-0,533
Mediana: observada	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000
esperada	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467
obs.- esp.	-0,467	-0,467	-0,467	-0,467	0,533	0,533
Total: observado	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Grp. 25	Grp. 26	Grp.27	Grp.28	Grp. 29	Grp. 30
Mediana: observada	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
esperada	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
obs.- esp.	-0,533	-0,533	0,467	-0,533	-0,533	-0,533
Mediana: observada	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000
esperada	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467
obs.- esp.	0,533	0,533	-0,467	0,533	0,533	0,533
Total: observado	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Grp. 31	Grp. 32	Grp.33	Grp.34	Grp. 35	Grp. 36
Mediana: observada	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000
esperada	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
obs.- esp.	-0,533	-0,533	-0,533	0,467	0,467	0,467
Mediana: observada	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
esperada	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467
obs.- esp.	0,533	0,533	0,533	-0,467	-0,467	-0,467
Total: observado	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Grp. 37	Grp. 38	Grp.39	Grp.40	Grp. 41	Grp. 42
Mediana: observada	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000
esperada	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
obs.- esp.	0,467	0,467	0,467	-0,533	0,467	0,467
Mediana: observada	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
esperada	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467
obs.- esp.	-0,467	-0,467	-0,467	0,533	-0,467	-0,467
Total: observado	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Grp. 43	Grp. 44	Grp.45	TOTAL		
Mediana: observada	1,000	1,000	1,000	24,000		
esperada	0,533	0,533	0,533			
obs.- esp.	0,467	0,467	0,467			
Mediana: observada	0,000	0,000	0,000	21,000		
esperada	0,467	0,467	0,467			
obs.- esp.	-0,467	-0,467	-0,467			
Total: observado	1,000	1,000	1,000	45,000		

TABLA 11:

VEHÍCULOS CICLO OTTO: diferencia entre AU (autos particulares), CA (camiones) y OT (camionetas y utilitarios)

Test Kruscal- Wallis

Hipótesis:

H₀: las k muestras provienen de la misma población o de poblaciones idénticas.

H₁: algunas de las k muestras no provienen de poblaciones idénticas.

p < 0,05

Mediana: 109

Chi-Cuadrado: 6,346

gl: 2

p: 0,041

	CA	OT	AU	TOTAL
Mediana:observada	1,000	8,000	124,000	133,000
esperada	0,596	4,771	127,632	
obs.- esp.	0,404	3,229	-3,632	
Mediana:observada	0,000	0,000	90,000	90,000
esperada	0,404	3,229	86,368	
obs.- esp.	-0,404	-3,229	3,632	
Total: observado	1,000	8,000	214,000	223,000

Test Mann- Whitney

Hipótesis:

H₀: F_D = F₀, las dos muestras fueron extraídas de la misma población o de poblaciones idénticas (las diferencias no son significativas)

H₁: F_D > F₀, las dos muestras no fueron extraídas de la misma población o de poblaciones idénticas (las diferencias son significativas)

p < 0,05

VARIABLE	Suma de Rangos OT	Suma de Rangos AU	U	Z	Valor p	Z ajustado
	311,500	24441,500	275,500	-3,255	0,001	-3,269
	Valor p	N OT	N AU			
	0,001	8	214			

VARIABLE	Suma de Rangos CA	Suma de Rangos OT	U	Z	Valor p	Z ajustado
			0,000	0,000	1,000	0,000
	Valor p	N CA	N OT			
	1,000	1	8			
VARIABLE	Suma de Rangos CA	Suma de Rangos AU	U	Z	Valor p	Z ajustado
			0,000	0,000	1,000	0,000
	Valor p	N CA	N AU			
	1,000	1	214			

TABLA 12:

VEHICULOS CICLO DIESEL: diferencia entre AU (autos particulares), CA (camiones), OT (camionetas y utilitarios) y CO (colectivos).

Test Kruscal- Wallis

Hipótesis:

H₀: las k muestras provienen de la misma población o de poblaciones idénticas.

H₁: algunas de las k muestras no provienen de poblaciones idénticas.

p > 0,05

Mediana: 116

Chi- Cuadrado: 3,114

gl: 9

p: 0,374

	A	CO	B	C	TOTAL
Mediana:observada	91,000	7,000	54,000	79,000	231,000
esperada	84,139	8,669	60,172	78,020	
obs.- esp.	6,861	-1,669	-6,172	0,980	
Mediana:observada	74,000	10,000	64,000	74,000	222,000
esperada	80,861	8,331	57,828	74,980	
obs.- esp.	-6,861	1,669	6,172	-0,980	
Total: observado	165,000	17,000	118,000	153,000	453,000

9. BIBLIOGRAFÍA

- Andrés, D; Ferrero, E; Mackler, C. 1.997. Efectos sobre la contaminación del aire debido a perturbaciones en el flujo vehicular en una calle de la ciudad de Rosario, Santa Fe. Universidad Tecnológica Nacional.
- Bellanting, D. 2008. Contaminación sonora producida por fuentes estáticas y móviles en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Universidad Nacional de La Pampa.
- Contaminación ambiental: el 70% es generada por el tránsito, en www.earchivo.mendoza.gov.ar , Julio 2.006.
- Contaminación automovilística, en www.debatescoches.net, Agosto 2006.
- Contaminación de la atmósfera por residuos o productos secundarios gaseosos, sólidos o líquidos, en www.fisicanet.com.ar
- DAGMA, 2.003. Boletín sobre el estado de la Calidad del Aire en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia.
- De Lora Soria, F; Miró Chavarría, J. 1.978. Técnicas de defensa del Medio Ambiente. Editorial Labor Tomo I, 721 pp.
- Decreto Nacional 779/95. Reglamentación general de la Ley N° 24.449 de Tránsito y Seguridad Vial.
- Diario la Arena, Diciembre 2.007.
- Ley Nacional de Tránsito N° 24.449/73.
- Ley Provincial N° 1.713. Adhesión de provincia de La Pampa a la Ley Nacional N° 24.449 y su reglamentación.

- Manual del usuario. Analizador de gases NDIR Giga Gas- 4020. 2.008.
- Manual del usuario. Opacómetro Giga Smoke- 6010.2.008
- Moller, R; 2.004. La alternativa para el transporte público colectivo en Colombia. Programa Editorial Universidad del Valle de Cali, Colombia.
- Monografía sobre la combustión, en www.alipso.com
- Ordenanza Municipal 3.429/05.
- Semanario Región, 2.004.
- Tomassetti de Piacentini, Z. 2.003. Impacto ambiental de transporte urbano en el gran Mendoza. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo.
- www.santarosalapampa.gov.ar

10. AGRADECIMIENTOS

A mi director, MSc. Jorge Luis Marani por la ayuda que me brindó desde el comienzo del trabajo. A mi codirectora Lic. Vanina Bolaño por su ayuda en el tratamiento de los datos y análisis estadístico.

Al Sr. Erick Sabaidini propietario de “Patagonia Verdeck” y a su grupo de trabajo, que me enseñaron y ayudaron en la toma de muestras y me permitieron el uso de equipos.

A mi marido, familia, amigos y compañeros de trabajo por su constante aliento y paciencia.