

**CARACTERIZACION DE LOS BENEFICIOS DE UN SISTEMA VEHICULAR A  
GAS NATURAL PARA LA CIUDAD DE CARTAGENA**

**ANDRES FELIPE SANCHEZ RICARDO**

**CARLOS ANDRES PAYARES RAMIREZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
AREA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS  
CARTAGENA DE IN INDIAS D. T. Y C.**

**2007**

**CARACTERIZACION DE LOS BENEFICIOS DE UN SISTEMA VEHICULAR A  
GAS NATURAL PARA LA CIUDAD DE CARTAGENA**

**ANDRES FELIPE SANCHEZ RICARDO**

**CARLOS ANDRES PAYARES RAMIREZ**

**Monografía presentada para optar por el título de Administrador de  
Empresas.**

**Director**

**ORLANDO DEL RIO PAJARO**

**Profesor Investigador**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**

**AREA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**CARTAGENA DE IN INDIAS D. T. Y C.**

**2007**

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO.....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>IV</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>VI</b>
<b>0 PROPUESTA.....</b>	<b>VII</b>
<b>0.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO.....</b>	<b>7</b>
0.1.1 Identificación del Problema.....	7
<b>0.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
0.2.1 Objetivo General.....	10
0.2.2 Objetivos Específicos.....	11
<b>0.3 JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>0.4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>0.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....</b>	<b>16</b>
<b>0.6 LOGROS ESPERADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES DE     UN PLAN DE CONVERSIÓN VEHICULAR A GNV.....</b>	<b>18</b>
<b>2. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN DE CONVERSIÓN VEHICULAR DE GASOLINA A GNV.....</b>	<b>27</b>
<b>3. APROXIMACIÓN AL COSTO SOCIAL DE LA CONTAMINACION EN LA CIUDAD DE CARTAGENA.....</b>	<b>32</b>
<b>4. ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD, AL USAR GNV EN EL PARQUE AUTOMOTOR.....</b>	<b>38</b>

<b>5 CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>6 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>46</b>

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Total de kilómetros recorridos por el total de vehículos en Bolívar.....	<b>18</b>
<b>Tabla 2.</b> Emisiones del parque automotor en Bolívar.....	<b>19</b>
<b>Tabla 3.</b> Reducción del total de emisiones.....	<b>20</b>
<b>Tabla 4.</b> Emisiones luego de la conversión.....	<b>21</b>
<b>Tabla 5.</b> Emisión de los vehículos antes de la conversión.....	<b>23</b>
<b>Tabla 6.</b> Reducción de las emisiones de gases nocivos por año.....	<b>25</b>
<b>Tabla 7.</b> Costo del aceite en vehículos a GNV y Gasolina.....	<b>29</b>
<b>Tabla 8.</b> Ahorro económico entre GNV y Gasolina.....	<b>31</b>
<b>Tabla 9.</b> Consecuencia de la exposición a monóxido de carbono.....	<b>33</b>
<b>Tabla 10.</b> Consecuencia de la exposición a ozono.....	<b>33</b>
<b>Tabla 11.</b> Costo ambiental en la ciudad de México.....	<b>34</b>

## LISTADO DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Tabulación de encuestas.....	<b>47</b>
<b>Anexo B.</b> Instrumento para recolección de información primaria.....	<b>48</b>

## **RESUMEN**

Uno de los problemas más graves que posee la sociedad actualmente es la contaminación del aire, Cartagena es una de las ciudades que se encuentra dentro de las mas contaminantes en el país, sin embargo no se han realizado estudios que de alguna manera midan las consecuencias que ha tenido esta sobre la ciudad, ni mucho menos se han planteado alternativas reales que tengan como fin lograr la sostenibilidad de la ciudad. Según estudios el 86% de la contaminación del aire es generada por fuentes móviles, lo cual hace necesario establecer un plan que ayude a mermar el efecto que esto genera sobre la calidad de vida de la comunidad.

En esta investigación encontraremos la caracterización de los beneficios de un sistema a GNV para los vehículos de la ciudad, la cual se expresara en términos de economía para los usuarios y la comunidad, mejoramiento de la calidad de vida y el impacto ambiental. Dicha investigación esta basada en estudios realizados en otras ciudades del mundo, tales como México, Brasil y Argentina, las cuales son tomadas como base para la elaboración y posterior comprobación de hipótesis y afirmaciones.

Por otra parte se aplico un instrumento con el fin de obtener información relevante de parte de la comunidad y de los usuarios, esto con el fin de contrastar la información obtenida de fuente secundaria con la experiencia de una muestra representativa de los usuarios. Por ultimo se obtuvieron resultados que sirven como base para posteriores investigaciones y para tomar decisiones con respecto a la calidad del aire en la ciudad.

## INTRODUCCION

Cada día en nuestro planeta se ve mas amenazada la sostenibilidad y la preservación de la especie humana en el planeta tierra, todas estas situaciones se dan debido al fuerte crecimiento de las economías y el poco control que existe sobre los agentes que afectan el medio ambiente diariamente en nuestro planeta.

Por ésta y muchas razones más, decidimos indagar particularmente en nuestro país y específicamente en la ciudad de Cartagena sobre qué tipo de controles se están dando para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y en especial los controles que se estén implementando para incidir en la calidad el aire.

Tomamos como base las fuentes de contaminación más altas del aire, e indagamos que combustible fósil es el más adecuado y a la vez causa el menor impacto en la salud del hombre

Partiendo de esta base se caracterizan los beneficios del GNV en la ciudad, tantos económicos, ambientales y de seguridad.

## **0. PROPUESTA DE TRABAJO.**

### **0.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO.**

#### **0.1.1 Identificación del problema.**

De los problemas más grandes que posee el planeta tierra en la actualidad son los niveles tan alarmantes de contaminación relacionados con el medio ambiente, en especial el aire. Esto ha llevado a que la mayoría de los países más industrializados invierta en investigaciones que conduzcan a buscar fuentes de energía alternas que sean más económicas y a la vez sean más amables con el medio ambiente. Un ejemplo de estos hallazgos es el Gas Natural como combustible alternativo en motores de combustión interna.

En Colombia las cifras de contaminación son altas y están llegando a niveles preocupantes, según un estudio realizado por el Banco Mundial la polución del aire cuesta al año 1% del PIB y causa la muerte de al menos 6.040 personas al año en Colombia. Debido a esto en los últimos cinco años en Colombia se ha venido fomentando una política de incentivos a la utilización de Gas Natural Vehicular como combustible alternativo, por parte del gobierno nacional, lo cual ha significado la conversión de más de 100.000 vehículos a gas natural vehicular y ha llevado a un ahorro de más del 8% en el consumo de gasolina. También se están

tomando medidas como la sincronización y mantenimiento de los vehículos y el uso de medios masivos de transporte.

En Cartagena el índice de Contaminación es de 4.03% en una escala del 1 al 5 actualmente, según fuentes del proyecto Cartagena como vamos. Según fuentes del Ministerio de Transporte en Bolívar se encuentran matriculados 75.259 vehículos, los cuales deben emitir, según la resolución 180158 del 2 de Febrero de 2007 máximo 2.60 g/Km. de CO<sub>2</sub>, 0.50 g/Km. de HC<sub>3</sub> y 0,45 g/Km. de NO<sub>X</sub><sup>4</sup>. Analizando esta información y sabiendo que según datos del ministerio de transporte, en Cartagena se matricularon 600 nuevos vehículos en 2006, como vemos la contaminación tendería a aumentar severamente en la ciudad.

En el departamento de Bolívar se encuentran matriculados 26.480 vehículos entre los modelos 70 y 90, este rango es el primer objetivo del plan de conversión acelerado ya que estos son los vehículos que emiten mayores cantidades de gases contaminantes, al convertir estos vehículos se estaría logrando mermer el impacto negativo que ejerce el parque automotor sobre la calidad del aire en la ciudad de Cartagena, y por ende mejorar la calida de vida de todos los habitantes.

Según fuentes de la empresa gas natural, el GNV disminuye las emisiones de motores de combustión en los siguientes porcentajes:

- De un 90% a 95% del Monóxido de Carbono, Hidrocarburos Reactivos y Partículas Sólidas
- De un 30% a un 40 % de Óxidos de Nitrógeno
- De un 20% de Dióxidos de Carbono

Debido a los avances en la tecnología, cada día los motores contaminan menos, por lo cual se debería iniciar un plan que entre a convertir los vehículos de mas de cinco años de edad, esto con el fin de reducir al máximo los agentes contaminantes.

En ciudades contaminadas tales como México, Brasil, Argentina se han implementando planes con el fin de disminuir las emisiones de los vehículos, tales como días sin carro, días de no circulación por placa, puestas fuera de circulación a vehículos altamente contaminantes. Pero esto son solo soluciones temporales, y por esto en algunas de estas ciudades como Argentina y Brasil se han implementado planes de fomento a las conversiones gas natural, ya que esta es más económica y es más amigable con el medio ambiente.

En el XXVIII congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental se presentó un estudio realizado por el Instituto Nacional de Tecnología de Brasil, el cual mostraba la reducción que se obtuvo en las emisiones de gases contaminantes mediante la conversión de Vehículos a Gas Natural, el cual arrojaba los siguientes resultados, en el 2000 se lanzaban a la atmósfera alrededor de 153.53 millones de toneladas

de CO<sub>2</sub>, en el 2001 con una conversión significativa de vehículos a Gas Natural, se disminuyó a 143,14 dando una disminución de 10,39 millones de toneladas con un crédito de CO<sub>2</sub> evitado de US \$200 millones.

Por otra parte según fuentes de ECOPETROL, en el caso de no encontrarse nuevos yacimientos de petróleo, se agotarían en el año 2011, los yacimientos de hidrocarburos en Colombia.

Además el desmonte gradual de los subsidios de los combustibles derivados del petróleo ha llevado a que el costo de la gasolina y el diesel se hayan incrementado considerablemente. Lo cual impulsa con más fuerza el uso de combustibles alternos en nuestro país.

## **0.2 OBJETIVOS.**

### **0.2.1 Objetivo General.**

Establecer cuáles son los beneficios para los dueños y para la ciudad de Cartagena al gestionar un programa de conversión vehicular a gas natural, mediante el análisis de información primaria y secundaria, con el fin de concientizar a la comunidad y demás sectores de los beneficios del mismo.

### **0.2.2 Objetivos Específicos.**

- ✓ Estimar cuanto sería la reducción de la emisión de gases nocivos a la atmósfera, por parte del parque automotor, partiendo, de la disminución en las emisiones por cada vehículo que se convierta de gasolina a GNV en la ciudad de Cartagena, con el fin de caracterizar el beneficio ambiental.
- ✓ Determinar el porcentaje de ahorro en promedio mensual que obtiene un vehículo al convertirse a gas natural, mediante la confrontación de información secundaria y la aplicación de encuestas a los usuarios de GNV, con el fin de caracterizar el beneficio económico.
- ✓ Determinar cuánto sería el ahorro de los Entes gubernamentales y la comunidad al implementar un plan de fomento acelerado a la conversión de vehículos al GNV en vez de un plan de descontaminación.
- ✓ Demostrar la seguridad que posee el GNV con respecto a los demás combustibles, mediante el análisis de las características físicas y químicas del mismo y de la regulación que posee. Con el fin de caracterizar el beneficio de la seguridad.

### 0.3 JUSTIFICACIÓN.

El tema ambiental es uno de los más tocados en la actualidad en todo el mundo ya que de los correctivos que se tomen hoy dependerá el futuro del planeta. En Colombia ya se han venido planteando propuestas con el fin de mermar la contaminación que se produce en el país y la contribución que puede aportar, para el resto del mundo, la reducción de la misma.

Estimativos del Ministerio del Medio Ambiente señalan que el 41 por ciento del total de las emisiones se genera en ocho ciudades: Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, el Valle de Sogamoso, Bucaramanga, Cartagena y Pereira. Debido a que la ciudad de Cartagena se encuentra en las ciudades que más contaminan se hace evidente la necesidad de realizar un estudio que arroje resultados que sirvan para tomar decisiones respecto a este tema, además Cartagena por ser una ciudad turística necesita ser un ejemplo en cuanto a sostenibilidad y además ser una cara que mostrar ante el resto de países. En la ciudad no existen estudios que permitan saber a ciencia cierta cual ha sido el incremento de las enfermedades respiratorias causadas por la contaminación, pero lo que si es seguro es que hay una relación directa entre ambas, según el estudio realizado por el banco mundial, en Colombia mueren a causa de enfermedades relacionadas a la contaminación al menos 6040 personas anualmente, lo cual significaría que de no tomar medidas y seguir lanzando contaminantes al ambiente esta cifra podría crecer en igual proporción que la contaminación.

Por otra parte se debe tener en cuenta que las mayores emisiones son causadas por fuentes móviles y el 86% de la contaminación del aire la origina el transporte terrestre, según el Ministerio del Medio Ambiente. El hecho de que el parque automotor sea tan contaminante crea la necesidad de que exista algún tipo de mecanismo o norma que no permita que sigan aumentando los niveles de contaminación, además de esto que generen el efecto de invernadero y el calentamiento global, los cuales terminaran por acabar con la sostenibilidad de la ciudad, del planeta tierra.

#### 0.4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

- *Emission Testing of Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA) Natural Gas and Diesel Transit Buses.* (Pruebas y control de emisiones de un motor Diesel y uno a GNV). En este estudio se compararon las emisiones de los dos combustibles utilizados en vehículos de servicio público, gas natural y diesel, esto arrojó como resultado una disminución significativa en las emisiones por parte del GNV.
- *Comparison of emissions from diesel and natural gas buses.* (Comparación de emisiones de un vehículo Diesel y uno a GNV). En este estudio, se caracterizan los beneficios de las normas EURO para los motores de combustión interna y una vez más ratifican la efectividad del GNV como combustible ecológico.
- Gas natural una alternativa para la movilidad limpia. (Beneficios de un sistema a gas natural para el medio ambiente), se muestra la reducción de emisiones, por parte del GNV, los beneficios que se han alcanzado en este combustible.

- XXVIII congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental 2002. (Presentación de tecnologías limpias en Brasil), se presento un balance positivo con respecto a las emisiones generadas por el GNV.

En la ciudad no se han realizado investigaciones sobre el estado de la calidad del aire, ni mucho menos existe una política de monitoreo del mismo, por lo cual se tomaran estudios realizados es ciudades que han sido pioneras en la utilización del GNV como alternativa para disminuir la contaminación y al mismo tiempo obtener un gran ahorro económico para sus habitantes, como es el caso de México y Argentina.

## **0.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO:**

Se recopilara información de fuentes secundarias tales como páginas de Internet, Revistas especializadas, estudios anteriores, y se analizara dicha información con el fin de determinar si esta es relevante para el caso de la ciudad de Cartagena, es decir, se tomaran los estudios realizados en otras ciudades del mundo y esto sumado a la información concreta del GNV se utilizara para plantear hipótesis que puedan ser aplicadas a la ciudad, además se utilizara un instrumento de recolección de información de fuente primaria, con el fin de obtener la información necesaria, para desarrollar el trabajo. Se realizara un total de 400 encuestas distribuidas uniformemente entre las 4 estaciones de servicio que venden el mayor numero de metros cúbicos y atienden la mayor cantidad de usuarios en la ciudad, con el fin de obtener información de la mayor cantidad de usuarios y al mismo tiempo que sea una muestra representativa de la población. Y por medio de esta información obtener conclusiones que sean los mas realistas y acertadas posible. Luego dicha información de clasificara de acuerdo a lo planteado en los objetivos específicos. El siguiente paso será pasar a desarrollar dichos objetivos con el fin de alcanzar el objetivo general de la investigación y así obtener el documento final que tendrá las características necesarias para servir como herramienta de soporte para cimentar un plan de fomento al GNV en la ciudad.

## **0.6 LOGROS ESPERADOS.**

Este estudio tiene como fin demostrar los beneficios que ofrece el gas natural, como combustible alternativo para motores de combustión interna, para la ciudad de Cartagena, luego de realizar el estudio se tendrá un texto que servirá de evidencia acerca de la necesidad de implementar un plan que ayude a detener el acelerado crecimiento de la contaminación y al mismo tiempo sirva de referencia a las empresas que actuaran como licitadoras en el sistema de Transporte Masivo de Cartagena (TRANSCARIBE), y que vean en el Gas Natural una opción ecológica y económica que ayude a cumplir su principal objetivo, aumentar la competitividad de la ciudad. También es de vital importancia la ganancia que puede obtener la comunidad que no solo se vera reflejada en dinero si no en salud, disminución de enfermedades respiratorias lo cual se traduce en calidad de vida y del aire así como también asegurar que la ciudad continúe siendo un paradero turístico y un excelente lugar para las generaciones venideras.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES DE UN PLAN DE CONVERSIÓN VEHICULAR A GNV.

Con el fin de estimar el beneficio ambiental, que se lograría implementando un plan de fomento a la conversión de vehículos a GNV, se construye la siguiente tabla, la cual posee el número de vehículos que hay en el departamento y los kilómetros recorridos por cada clase de vehículo al año, esta tabla se construye partiendo del supuesto de que cada vehículo recorre en promedio 25.000 kilómetros al año.

**Tabla 1 (total de kilómetros recorridos por el total de vehículos en Bolívar)**

Tipo de Vehículo	Numero de Vehículos	KM/AÑO
Automóvil	22.907,00	572.675.000,00
Campero	5.873,00	146.825.000,00
Camioneta	5.835,00	145.875.000,00
Bus	1.447,00	36.175.000,00
Buseta	781,00	19.525.000,00
Volqueta	407,00	10.175.000,00
Total	37.250,00	931.250.000,00

Fuente: elaboración de los autores.

Luego de observar la tabla anterior obtenemos que el total de kilómetros recorridos por los vehículos matriculados en el departamento es en promedio de

931.250.000 por año, teniendo esta información se procede a realizar la tabla con el total de emisiones por clase de vehículo en el departamento.

**Tabla 2 (emisiones del parque automotor en Bolívar)**

Tipo de Vehículo	Numero de Vehículos	Km. Recorridos/Año	HC3	NOX4	CO2
Automóvil	22.907,00	572.675.000,00	286.337.500,00	257.703.750,00	286.337.500,00
Campero	5.873,00	146.825.000,00	73.412.500,00	66.071.250,00	73.412.500,00
Camioneta	5.835,00	145.875.000,00	72.937.500,00	65.643.750,00	72.937.500,00
Bus	1.447,00	36.175.000,00	18.087.500,00	16.278.750,00	18.087.500,00
Buseta	781,00	19.525.000,00	9.762.500,00	8.786.250,00	9.762.500,00
Volqueta	407,00	10.175.000,00	5.087.500,00	4.578.750,00	5.087.500,00
<b>TOTAL</b>	<b>37.250,00</b>	<b>931.250.000,00</b>	<b>465.625.000,00</b>	<b>419.062.500,00</b>	<b>465.625.000,00</b>

Fuente: elaboración de los autores.

En la tabla 2 podemos observar el total de emisiones en el departamento por cada uno de los agentes contaminantes al año, estas son las cantidades de toxinas que son lanzados cada año, al medio ambiente, por parte del parque automotor. Para construir la tabla anterior se utilizó la tabla número uno, la cual posee el número de vehículos, susceptibles a la conversión, que hay en la ciudad y se tomaron las CMPAC (cantidades máximas permitidas por agente contaminante), las cuales como se dijo anteriormente son: 2.60 g/Km. de CO<sub>2</sub>, 0.50 g/Km. de HC<sub>3</sub> y 0,45 g/Km. de NOX<sub>4</sub>, y se multiplicó el número de kilómetros recorridos por cada una de las clases de vehículo, por las CMPAC y se obtuvo la cantidad, por agente contaminante, de las emisiones cada año en Bolívar, es decir, en promedio se lanzan unos 465.625.000gr de HC<sub>3</sub> por año, unos 419.062.500gr de NOX<sub>4</sub> por año y unos 465.625.000gr de CO<sub>2</sub>, si se observa el

gran total de las emisiones por cada agente se puede notar que la calidad de vida de los ciudadanos se encuentra en detrimento por el desmejoramiento excesivo y acelerado de la calidad del aire.

Estas cantidades no son nada comparado a las 143 millones de toneladas de Brasil, pero para una ciudad tan pequeña como Cartagena si es bastante alto el nivel de contaminación y así lo dice el indicador de “Cartagena como vamos” que muestra un índice de 4.03 en una escala de 1 a 5.

Con el fin de recrear el escenario más idealista se muestra a continuación, cual sería la reducción en las emisiones contaminantes por año por parte de los vehículos, si el total del parque automotor, que es susceptible a la conversión, se acogiera a un plan de conversión.

**Tabla 3 (reducción del total de emisiones)**

<b>Tipo de Vehiculo</b>	<b>HC3</b>	<b>NOX4</b>	<b>CO2</b>
Automóvil	272.020.625,00	103.081.500,00	57.267.500,00
Campero	69.741.875,00	26.428.500,00	14.682.500,00
Camioneta	69.290.625,00	26.257.500,00	14.587.500,00
Bus	17.183.125,00	6.511.500,00	3.617.500,00
Buseta	9.274.375,00	3.514.500,00	1.952.500,00
Volqueta	4.833.125,00	1.831.500,00	1.017.500,00
<b>TOTAL REDUCCION</b>	<b>442.343.750,00</b>	<b>167.625.000,00</b>	<b>93.125.000,00</b>

Fuente: elaboración de los autores

En la tabla 3 se observa el total de las reducciones por cada clase de vehículos y el gran total de las reducciones por año. Estas reducciones se darían si el total de vehículos, que son susceptibles a la conversión en el departamento, se acogieran a un plan de conversión masiva, pero esta idea es muy poco realista ya que los países que han sido pioneros en Suramérica, tales como Argentina y Brasil, no han logrado convertir todos su vehículos, y en el caso de Argentina cuya historia con el GNV se remonta a los años 40 y 50 aun no cumple dicha meta. En caso de que esta meta se cumpliera en el departamento se hablaría de emisiones de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 4 (emisiones luego de la conversión)**

Tipo de Vehiculo	HC3	NOX4	CO2
Automóvil	14.316.875,00	154.622.250,00	229.070.000,00
Campero	3.670.625,00	39.642.750,00	58.730.000,00
Camioneta	3.646.875,00	39.386.250,00	58.350.000,00
Bus	904.375,00	9.767.250,00	14.470.000,00
Buseta	488.125,00	5.271.750,00	7.810.000,00
Volqueta	254.375,00	2.747.250,00	4.070.000,00
TOTAL	23.281.250,00	251.437.500,00	372.500.000,00

Fuente: elaboración de los autores

En la tabla 4 observamos cuáles serian las cantidades de emisiones por agente contaminante en el departamento en el caso hipotético de convertirse todo el parque automotor, esta tabla se construye tomando la información de la tabla 2 y

restándole las cantidades de la tabla 3, otra forma de hallar esta reducción es multiplicando los valores de la tabla 2 por un 5%, el cual es el porcentaje de emisiones que se mantiene por parte de los vehículos luego de la conversión, esto para el HC3, un 60% para el NOX4 y un 80% para el CO2.

Luego de observar las reducciones totales se plantea un plan de conversión más acorde a las condiciones de la ciudad, por lo tanto se plantea un plan de conversión a 5 años iniciando con los vehículos de más edad, para obtener un mayor impacto en el medio ambiente.

Tomando como parámetro el total de vehículos que se encuentran matriculados en Bolívar se inicia la estimación de las reducciones que se obtendrían en total gracias al fomento de un plan de conversión acelerado de 260 vehículos mensuales. Esta cantidad es estimada dado que en la ciudad de Cartagena se encuentran 13 talleres autorizados para realizar conversiones a GNV, en promedio la capacidad de conversión de cada taller es de un vehiculo diario en condiciones normales. Trece talleres convierten diariamente 13 vehículos, si trabajan de lunes a viernes, son 20 días al mes, por lo cual obtenemos las conversiones mensuales que corresponden a 260, debido a que el plan de fomento a la conversión esta expresado en años se multiplica el numero de conversiones mensuales por 12 meses y obtenemos un total de 3120 vehículos convertidos por año, esto suponiendo que el numero de conversiones permanecen constantes. Así el número de vehículos aumenta en el mismo valor cada año. Así mismo se tiene las

cantidades máximas de emisiones permitidas por cada agente contaminante (CMPAC). Por lo cual procedemos a determinar la cantidad que emiten 3120 vehículos cada año, multiplicando 3120 X (CMPAC) y se obtienen las emisiones por kilómetro recorrido por el total de vehículos, luego este valor se multiplica por 25.000 Km. por cada año recorrido. Teniendo esta cifra y partiendo de la base de que en Bolívar hay 75.259 vehículos matriculados de los cuales 8437 se encuentran convertidos a GNV actualmente podemos construir la siguiente tabla.

**Tabla 5 (emisiones de los vehículos antes de la conversión).**

NUMERO DE AÑOS	1	2	3	4	5
NUMERO DE VEHICULOS	3120	6240	9360	12480	15600
<b>CO2/KM</b>	8112	16224	24336	32448	40560
KILOMETROS/ AÑO	202800000	405600000	608400000	811200000	1014000000
<b>HC3/KM</b>	1560	3120	4680	6240	7800
KILOMETROS/ AÑO	39000000	78000000	117000000	156000000	195000000
<b>NOX4/KM</b>	1404	2808	4212	5616	7020
KILOMETROS/ AÑO	35100000	70200000	105300000	140400000	175500000

Fuente: elaboración de los autores

La tabla 5 muestra la cantidad de emisiones generadas por el parque automotor en cada uno de los agentes contaminantes antes de ser convertido a GNV y en el caso de no promover un plan de fomento a la conversión de vehículos a gas

natural en los próximos cinco años, esta tabla se construye con los siguientes supuestos:

- Kilómetros recorridos por año, por cada vehículo 25.000
- Vehículos convertidos por cada año en los talleres autorizados de GNV en la ciudad de Cartagena, 3120.
- Partículas máximas permitidas por emisión (CMPAC), 2.60 g/Km. de CO<sub>2</sub>, 0.50 g/Km. de HC<sub>3</sub> y 0,45 g/Km. de NO<sub>x</sub><sup>4</sup>.

Como podemos observar en la tabla al final del periodo propuesto de cinco años se observa que se convertirán un total de 15.600 vehículos, los cuales sumados a los 8.437 que ya se encuentran convertidos sumarian un total de 24.037 vehículos, lo cual significaría la conversión de un 31.9% del total de vehículos, estos vehículos corresponderán al parque automotor que fue matriculado entre los años 70 y 90, los cuales emiten en promedio las cantidades mas altas de contaminantes que aparecen en la tabla por el numero de kilómetros recorridos por año.

En la tabla 2 podemos observar las reducciones en las emisiones al implementar el plan de conversión propuesto anteriormente, los datos que se encuentran en la tabla son obtenidos tomando la emisiones por año del total de vehículos y disminuyéndolos en los porcentajes en los cuales se reducen las emisiones al utilizar el GNV.

Las reducciones son las siguientes:

- De un 90% a 95% del Monóxido de Carbono, Hidrocarburos Reactivos y Partículas Sólidas
- De un 30% a un 40 % de Óxidos de Nitrógeno
- De un 20% de Dióxidos de Carbono

**Tabla 6 (reducción en las emisiones de gases nocivos por año)**

REDUCCION DE EMISIONES POR AÑO	1	2	3	4	5
CO2 G/KM	40560000	81120000	121680000	162240000	202800000
HC3 G/KM	37050000	74100000	111150000	148200000	185250000
NOX4 G/KM	14040000	28080000	42120000	56160000	70200000

Fuente: elaboración de los autores

Gracias a la implementación de este plan de conversión de vehículos se vería un mejoramiento notable de la calidad del aire y esto se reflejaría en la disminución de enfermedades respiratorias así como mejoramiento de la calidad de vida, en la tabla 2 podemos observar de cuanto serian dichas reducciones en cada uno de los agentes mas contaminantes que se encuentran en las emisiones de los vehículos, y teniendo en cuenta que el 86% de la contaminación del aire es generada por el parque automotor se vería que la contaminación en la ciudad seria muy poca, lo cual ayudaría sobre todo a que el medio ambiente pudiera absorber los contaminantes y que no se afecte la calidad del aire.

En el caso de no implementar el plan de fomento propuesto las consecuencias serían muy graves ya que se podría llegar a niveles de contaminación tan altos como los de Ciudad de México, la cual según un estudio denominado “Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población” en el cual se tomo como base el incremento de las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias arrojo resultados muy concretos con respecto a la relación directa entre el aumento de la contaminación y el aumento de las enfermedades. Según un estudio del banco mundial en Colombia mueren al año 6040 personas aproximadamente a causa de la contaminación, partiendo del hecho que Cartagena es una de las ciudades más contaminantes en Colombia y que se encuentran en crecimiento, se podría intuir que en los próximos 5 años los niveles de contaminación podrían generar el doble de muertes que hoy día y el panorama sería bastante oscuro. Por otra parte según un estudio realizado en la ciudad de México la contaminación del aire afecta en su mayoría a la población infantil y a los mayores de 60 años, teniendo en cuenta que los niños son el futuro del país observamos que el futuro es incierto ya que de no implementar un plan de conversión de vehículos a GNV para frenar la contaminación, tendríamos una población enferma en los años venideros.

## **2. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN DE CONVERSIÓN VEHICULAR DE GASOLINA A GNV.**

Para determinar en promedio el ahorro mensual que obtiene un vehículo al convertirse a GNV se tomaran diferentes fuentes de información, por una parte se encuentra la teoría que dice que el ahorro en promedio de un vehículo luego de haber sido convertido de gasolina a GNV es de el 50%, dicha teoría será comparada con la opinión de los usuarios del servicio de GNV, la cual se obtuvo por medio de la aplicación de encuestas en los puntos de servicio.

Las encuestas arrojaron los siguientes resultados:

En la primera pregunta que consistía en el porcentaje de ahorro que han percibido los usuarios al convertirse al GNV, el 18% respondió que obtenía un ahorro de el 25%, el 64% respondió que obtenía un ahorro de el 50%, el 10% respondió que obtenía un ahorro del 75% y el 8% respondió que ningún ahorro.

Al analizar el resultado obtenido en esta pregunta se puede evidenciar que coincide en mucho con el valor de la teoría ya que el 64% percibió un ahorro del 50%.

La segunda pregunta consistía en que tipo de ahorro diferente al obtenido por el valor del combustible podía ser percibido por los consumidores fue contestada de la siguiente manera, el 34% respondió que las bujías, el 37% respondió que el cambio de aceite, el 14% que los filtros, el 5% respondió que todas las anteriores y el 10% respondió que ninguno.

Al analizar el resultado obtenido en esta pregunta se puede evidenciar que existen otra clase de ahorros diferentes al del precio y la autonomía del GNV en los vehículos con respecto a la gasolina, como son el del cambio de aceite, la duración de las Bujías y los filtros.

El GNV por tener una combustión completa hace que no queden en el motor residuos de carbón, a diferencia de la gasolina, esto ayuda a que el aceite permanezca limpio por mas tiempo y no ocurra la principal causa por la cual se realiza el cambio el aceite del vehiculo, que es la acumulación de carbón en el mismo, por lo tanto el GNV alarga la vida útil del aceite del vehiculo al menos en un 50%. Así mismo las bujías también reciben un mejor trato ya que no se llenan de residuos que las dañan y lo mismo sucede con los filtros.

**Ahorro en Aceite:** los cambio de aceite en un vehiculo a gasolina se deben hacer cada 6000Km, con el GNV el aceite dura entre 12000 y 15000Km, lo cual equivale al doble de kilometraje al menos. El ahorro quedaría definido de la siguiente manera.

Un cambio de aceite cuesta en promedio \$80.000 si un vehículo recorre en promedio 25.000Km al año obtenemos que a gasolina debe realizar 4 cambios de aceite los cuales tienen un costo de \$320.000.

Un vehículo a GNV que recorra los mismo 25.000Km necesitara hacer 2 cambios de aceite los cuales equivalen a \$160.000.

En los resultados anteriores vemos un ahorro de \$160.000, lo cual equivale al 50%, de ahorro económico. Si aplicamos estos resultados al total de vehículos que existen en la ciudad obtenemos ahorro total como se encuentran en la siguiente tabla 7.

**Tabla 7 (costo aceite en vehículos a GNV y gasolina)**

Tipo de Vehículo	Numero de Vehículos	Costo con gasolina	Costo con GNV
Automóvil	22.907,00	\$ 7.330.240.000	\$ 3.665.120.000
Campero	5.873,00	\$ 1.879.360.000	\$ 939.680.000
Camioneta	5.835,00	\$ 1.867.200.000	\$ 933.600.000
Bus	1.447,00	\$ 463.040.000	\$ 231.520.000
Buseta	781,00	\$ 249.920.000	\$ 124.960.000
Volqueta	407,00	\$ 130.240.000	\$ 65.120.000
<b>Total</b>	<b>37.250,00</b>	<b>\$ 11.920.000.000</b>	<b>\$ 5.960.000.000</b>

Fuente: elaboración de los autores.

En la tabla 7 encontramos el ahorro del total de vehículos en el departamento, en aceite, al convertirse a GNV, esta tabla se construyó tomando el costo anual del aceite de cada vehículo en promedio y se multiplico por el total de vehículos en cada una de las clases en las que se encuentran divididos los mismos, se puede

observar que el ahorro para la comunidad es significativo ya que se pasa de un gasto de \$11.920.000.000 a uno de \$5.960.000.000.

**Ahorro en Combustible:** Según un estudio realizado por la revista Motor se encontraron los siguientes datos.

- Tanqueo con GNV: entre 18.000 y 19.000 pesos por 20 metros cúbicos del cilindro.
- Autonomía Promedio: 150 kilómetros en uso liviano en la ciudad, costo por kilómetro \$130.
- Gasolina: 21 galones de corriente a 6.672 c/u. 140.112 pesos por tanqueo completo.
- Autonomía Promedio: 22 kilómetros por galón, 462 kilómetros con el tanque hasta cero, costo por kilómetro \$303.

La diferencia entre ambos costos es de 173 pesos, lo cual equivale a 57.09%, de ahorro económico. El ahorro económico total, en combustible, lo encontramos consignado en la tabla 8.

**Tabla 8 (ahorro económico entre GNV y Gasolina)**

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Numero de Vehículos</b>	<b>KM/AÑO</b>	<b>Costo gasolina</b>	<b>Costo GNV</b>
Automóvil	22.907,00	572.675.000,00	\$ 173.520.525.000	\$ 74.447.750.000
Campero	5.873,00	146.825.000,00	\$ 44.487.975.000	\$ 19.087.250.000
Camioneta	5.835,00	145.875.000,00	\$ 44.200.125.000	\$ 18.963.750.000
Bus	1.447,00	36.175.000,00	\$ 10.961.025.000	\$ 4.702.750.000
Buseta	781,00	19.525.000,00	\$ 5.916.075.000	\$ 2.538.250.000
Volqueta	407,00	10.175.000,00	\$ 3.083.025.000	\$ 1.322.750.000
Total	37.250,00	931.250.000,00	\$ 282.168.750.000	\$ 121.062.500.000

Fuente: elaboración de los autores

En la tabla 8 encontramos de cuanto sería el ahorro en dinero para la comunidad en general, por el cambio de combustible, dicha cifra es muy significativa ya que considera un ahorro total representado en \$282.168.750.000 – \$121.062.500.000, el cual es de \$161.106.250.000, este valor equivale al 1.43% del PIB de la ciudad, lo cual lo hace un valor muy importante para ser ahorrado y consumido en otros productos. Gracias a este ahorro la comunidad tendría la posibilidad de utilizar este dinero para otras actividades que ayudarían a dinamizar la economía de la ciudad.

Otro ahorro que se deriva del uso del GNV es el ahorro por parte de la nación en subsidios, ya que el uso de un combustible que no necesita ser subsidiado por el gobierno es muy alto, según una investigación realizada por la empresa PROMIGAS S.A. el costo de los subsidios a la gasolina en los últimos cuatro años estuvo alrededor de 7.5 billones lo cual equivale a cuatro reformas tributarias.

### **3. APROXIMACIÓN AL COSTO SOCIAL DE LA CONTAMINACION EN LA CIUDAD DE CARTAGENA.**

Cada día se encuentra una relación más estrecha entre la contaminación del aire y los efectos de esta sobre la salud de las personas, estudios recientes han demostrado que aumentos de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en PM10 en el medio ambiente produce un incremento en la tasa de mortalidad entre un 4% y 8%, este incremento se refleja principalmente entre la población menor de 10 Años y los mayores de 60 años, por lo cual se hace necesario ejercer algún tipo de control sobre las emisiones de gases contaminantes que cada día hacen que estos índices de mortalidad aumenten.

Con el fin de estimar el costo de la contaminación se tomaran estudios realizados en otras ciudades observando los costos que ha tenido para las mismas el alto nivel de contaminación y así poder establecer cual seria el efecto para la ciudad en el caso de no tomar medidas que ayuden a disminuir la misma.

A continuación se presentaran las consecuencias para la comunidad de la exposición a gases contaminantes y los efectos nocivos que estos tienen en la salud.

**Tabla 9 (consecuencias de la exposición a monóxido de carbono).**

<b>Concentración</b>	<b>Tiempo de exposición</b>	<b>Consecuencias</b>
300 – 400 ppm	1 – 3 horas	Falta de aliento, náuseas y mareos ligeros
500 – 1000 ppm	½ - 1 hora	Dolores de cabeza, mareos, confusión mental, náusea.
1500 – 4000 ppm	1 hora	Estrés en el sistema cardiovascular, baja tolerancia al ejercicio, inconciencia y muerte en pocos minutos.

**Fuente: estudio contaminación del aire.**

En la tabla 9 podemos observar las consecuencias por la exposición al monóxido de carbono.

**Tabla 10 (consecuencias de la exposición a ozono)**

<b>Concentración</b>	<b>Tiempo de exposición</b>	<b>Consecuencias</b>
0.08 – 0.15 ppm	1 – 3 horas	Tos y dolor de cabeza. En individuos sanos, durante el ejercicio: Disminución, incremento de la sensibilidad de las vías aéreas
0.12 ppm	2 -5 horas	Disminución de la función pulmonar en niños y adultos, durante ejercicio fuerte.
0.24 ppm	1- 3 horas	En individuos sanos, durante el ejercicio: Incremento en la frecuencia respiratoria, disminución de la resistencia de las vías aéreas, disminución de la función pulmonar.

**Fuente: estudio contaminación del aire**

En la tabla 10 podemos observar las consecuencias por exposición a ozono, el cual se encuentra en el NOX4.

En la tabla 9 y 10 observamos lo perjudicial que puede ser la exposición a los gases que resultan de la combustión de combustibles fósiles, lo que nos lleva reconsiderar la ventaja del GNV, que siendo combustible fósil, tiene la ventaja de que es el que menos emisiones produce.

**Tabla 11 (Costos Ambientales en la Ciudad de México).**

<b>Efectos potenciales</b>	<b>Costos anuales</b>
Morbilidad (restricción en la actividad diaria por enfermedades respiratorias).	USD 360 millones anuales
mortalidad	USD 480 millones anuales
Ozono: morbilidad	USD 100 millones anuales
Plomo: tratamiento a infantes por altos niveles en la sangre	USD 60 millones anuales
Plomo: Educación compensatoria a los niños	USD 20 millones anuales
Plomo: Infartos al miocardio	USD 10 millones anuales

Fuente: SEDESOL-INE. Los instrumentos económicos aplicados al medio ambiente, SEDESOL-INE, 1992, p. 32.

La tabla 11 refleja las consecuencias de la exposición de personas a los gases nocivos de la contaminación, y estima en costos monetarios las consecuencias planteadas en las tablas 9 y 10.

Tomando como base la tabla 11 se puede hacer una comparación con el caso de Cartagena, y se observa que los costos pueden llegar a niveles excesivamente altos, lo cual deteriora severamente la calidad de vida de los ciudadanos e incrementa el gasto en hospitalizaciones, medicinas y ausencias laborales, por lo cual se procederá a estimar este gasto en la ciudad de Cartagena.

Para determinar el ahorro económico que se obtendría al implementar un plan de fomento al GNV en vez de plantear un plan de descontaminación, tomaremos como base un estudio realizado por el banco mundial, el cual estimo que la contaminación del aire cuesta alrededor del 1% del PIB, por lo cual se obtiene lo siguiente:

PIB Bolívar: 11.194.048 Millones de pesos

El valor equivalente al 1% del PIB es de 111.940,48 Millones de pesos.

Dado a que el 86% de la contaminación del aire se genera debido a las fuentes móviles obtenemos que en el departamento la contaminación del aire tenga un costo al año de 96.298,8 Millones de pesos. Este costo aunque parece alto no es nada comparado con el impacto que tiene la contaminación en la comunidad, ya que la contaminación del aire provoca en las personas diversas enfermedades respiratorias agudas, y en la mayoría de los casos estas enfermedades afectan a la población mas vulnerable que son los niños y los ancianos de bajos recursos, el costo para el estado y la comunidad se ve realmente reflejado es en las

enfermedades que genera la contaminación a la comunidad y que se ven reflejadas en hospitalizaciones, medicamentos, ausentismo en el trabajo, disminución de la productividad, entre otras. Tal como se ve en la tabla 11.

El costo monetario de esta clase de complicaciones es invaluable así como lo son las consecuencias que acarrea para la vida de muchas personas el alto nivel de contaminación, por lo cual un plan de descontaminación no es oportuno ya que se debe acabar el problema de raíz, y no aplicar una solución temporal que solo traerá costos innecesarios.

Por otra parte el costo que tiene la contaminación, el cual equivale al 1% del PIB, podría aumentar en cualquier momento ya que entre mas contaminación exista tendrá un valor mas representativo en cuanto al PIB y podría pasar a ser el 3% o 4%, o aun mayor como en México que, según un informe publicado por el departamento de estadística de dicho país, en el 2004 las repercusiones generadas por la contaminación significaron el 10.5% del PIB, lo cual es una cifra muy preocupante y que debe servir de escarmiento para los demás países, que no se preocupan por cuidar su medio ambiente.

Este valor en Bolívar correspondería a 1.119.4048 millones de pesos, esta cifra tendría un impacto muy fuerte sobre la región y seria una descompensación inmensa en las cuentas nacionales para el departamento, este dinero podría ser invertido en salud, educación, viviendas y demás necesidades del departamento.

Con respecto a la descontaminación se encontró lo siguiente, el aire es un recurso que no debe ser descontaminado, es decir, el aire al igual que el resto del medio ambiente tiene una capacidad de absorción de la contaminación lo cual indica que este puede tolerar cierto nivel de contaminación, pero en este momento debido a la gran cantidad de desechos que son expulsados al mismo este se encuentra saturado y por lo tanto ha perdido su capacidad de absorción, lo que se debe hacer es dejar de emitir tales cantidades de contaminantes para que el medio pueda hacer su ciclo natural de absorción y así recuperar sus propiedades naturales, esto indica que el camino a seguir como plan de descontaminación es parar la contaminación y el medio se encargara del resto.

La descontaminación no tiene un valor específico si no que es una recompensa por no contaminar, por lo, cual el costo asociado a esta es el mismo costo de seguir contaminando y por lo tanto este se encuentra descrito al inicio de este capítulo.

#### **4. ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD, AL USAR GNV EN EL PARQUE AUTOMOTOR.**

Los vehículos que operan con gas natural son más seguros que los que operan con combustibles tradicionales tal como el caso de la gasolina. De hecho, la mayoría de los empresarios del transporte escolar eligen al GNV para sus buses escolares por que este, a diferencia de la gasolina se disipa en la atmósfera en el evento de un accidente, ya que posee la propiedad de ser menos denso que el aire lo cual ayuda a su fácil disipación. La gasolina se empoza en el suelo, creando un riesgo de incendio.

Existen dos razones fundamentales por la gran seguridad del GNV, una es las características físicas y químicas del mismo y la otra es la regulación y control que posee.

Dentro las características físicas y químicas del GNV encontramos otro factor que demuestra la seguridad del combustible y es su temperatura de ignición, que es aproximadamente de 650 grados centígrados, la cual comparada con la de la gasolina que es de 350 grados centígrados, es bastante alta e implica un menor riesgo de ignición por accidente, además el GNV posee un rango de inflamabilidad bastante estrecho ya que debe estar en concentraciones inferiores a 5% o superiores al 15% en el aire, esto sumado a la alta temperatura de ignición hacen del GNV un Combustible muy seguro.

Por otra parte el GNV no es toxico o corrosivo, además la combustión del Gas Natural no produce cantidades significativas de Aldehídos u otras toxinas que son muy preocupantes en la combustión de la gasolina, debido a su alto potencial contaminante.

Como un gran Ejemplo de la seguridad y de lo poco contaminante del GNV, en la convención mundial de GNV que se realizo en Argentina se tenia una tracto mula encendida dentro del salón en donde se encontraban los STANDS de las diferentes compañías de Equipos de GNV, esto como muestra de la limpieza de la combustión del gas y con el fin de demostrar la seguridad que significa para las personas el utilizar este combustible como fuente de energía alterna.

Como segunda razón tenemos la regulación que posee el GNV y el control que se ejerce sobre el mismo. Los vehículos que operan a GNV poseen unos sistemas de seguridad muy completos, con el fin de evitar accidentes, para empezar los tanques de almacenamiento o cilindros son de un material muy resistente y son sometidos a pruebas muy extremas, tales como altas temperaturas, cambios de presión, pruebas hidrostáticas y hasta impacto de arma de fuego, todo esto con el fin de asegurar que los cilindros no causen explosiones y el riesgo se disminuya al máximo, como se puede notar los cilindros de almacenamiento de GNV son por mucho mas seguros que los tanque de almacenamiento de gasolina.

Por otra parte el sistema de GNV tiene válvulas especiales que poseen un sistema automático de sellado en caso de fugas, con el fin de no generar escenarios peligrosos.

Todas la conversiones de vehículos a GNV deben estar respaldadas por un sello de calidad de ICONTEC, es decir, en las empresas instaladoras de KITS de conversión se encuentran Ingenieros de ICONTEC que se encargan de Certificar las conversiones y avalan el hecho de que se encuentran convertidos con los estándares exigidos por las normas nacionales e internacionales que regulan este combustible. Por otra parte todos los vehículos deben presentarse a una revisión que se hace anualmente con el fin de asegurarse que el equipo se encuentra en excelentes condiciones y que se encuentra apto para continuar transitando.

Todas estas medidas que se toman con respecto al GNV están soportadas en un sistema denominado SUIC que opera a nivel nacional, este sistema no es mas que una base de datos en la cual están consignados los datos del vehiculo, esta información tiene vigencia de un año, y debe ser reprogramado en las revisiones anuales, si el vehiculo no se presenta a dicha revisión este es bloqueado automáticamente por el sistema y no podrá acceder al producto en ninguna estación de la red, , esto con la intención que los vehículos que no se encuentren al día en todas las normas, es decir, que no hayan realizado la revisión anual o no hayan sido convertidos a GNV en talleres autorizados, no puedan acceder al combustible y sean reportados inmediatamente a las autoridades competentes.

## 5. CONCLUSIONES.

Esta investigación, nos muestra como afecta el parque automotor la contaminación del aire en la ciudad, desde el punto de vista el desmejoramiento de la calidad de vida de todos los habitantes, por esto en este proyecto de grado proponemos un plan de conversión acelerado de los vehículos de mas antigüedad en la ciudad, esto con el fin de disminuir en gran medida la contaminación producida por un parque automotor obsoleto el cual posee pocos controles, por parte de la autoridad ambiental.

Como primera conclusión en la tabla 6 se muestra la disminución de las cantidades de desechos expulsados al medio ambiente en el corto y mediano plazo, gracias a la implementación de un sistema a GNV en la ciudad, así mismo se confrontan la cantidad de emisiones actuales con las futuras y las consecuencias de estas en el caso de no tomar medidas oportunas. Como conclusión se debe implementar un programa que permita la conversión en principio de los vehículos de más de 20 años de edad, con el fin de acabar con la principal fuente de contaminación del aire.

Por otra parte concluimos también que debido a la autosuficiencia de gas natural en nuestro país, el GNV se convierte en una opción atractiva, debido a que su costo es inferior en promedio en un 50% con respecto al los otros combustibles fósiles existentes en el país, además se obtienen ahorros adicionales en repuestos y mantenimiento, los cuales incrementan el interés en este combustible alternativo,

al mismo tiempo el ahorro que obtiene la comunidad luego de la conversión, el cual es de \$161.106.250.000, y tiene un peso significativo con respecto al PIB, además podría ser utilizado en actividades productivas que ayudaran al incremento del mismo.

Con respecto a los costos de contaminación podemos concluir que el costo de la contaminación, con respecto al PIB, es muy alto y de no tomar medidas podría incrementar a niveles tan altos como los de ciudad de México, el cual alcanzo a representar el 10,5 del PIB lo cual tiene un gran peso sobre la economía.

Por otra parte no hay información suficiente en la ciudad para poder discriminar la distribución que tiene este costo, ya que no existen estudios que muestren los niveles actuales por tipo de contaminante ni mucho menos estudios de seguimiento en los centros asistenciales que permitan determinar el número de ausencias al trabajo y medicamentos a causa de enfermedades provocadas por la contaminación. Por ende hallar el costo de descontaminación se hace prácticamente imposible ya que sin tener los porcentajes de distribución de cada costo en la contaminación no se puede hallar dicho costo.

Otro resultado importante que se obtuvo de la investigación es la seguridad que ofrece el GNV para los usuarios, con respecto a la gasolina, debido a que las regulaciones que lo rigen son muy estrictas y minimizan la posibilidad de que ocurran sucesos catastróficos. Otro factor que garantiza la seguridad del GNV como combustible son las características físicas y químicas que posee, ya que

factores como la alta temperatura de ignición y la densidad juega un papel muy importante en la seguridad para los usuarios, esto sumado al alto grado de control que se ejerce sobre el mismo, hace que se acentúe aun más la necesidad de optar por un combustible muy seguro y muy bien controlado.

## 6. RECOMENDACIONES

- ✓ Analizar la situación de la ciudad en cuanto a sostenibilidad con el fin de encontrar una solución oportuna a los altos niveles de contaminación y evitar que la ciudad pase de ser uno de los destinos preferidos de los turistas a una ciudad invadida por la contaminación del aire.
  
- ✓ Estudiar la posibilidad de tomar el sistema de transporte masivo de Cartagena (TRANSCARIBE) como el primer paso y el ejemplo de lo que sería una política ambiental correctamente orientada hacia lograr la sostenibilidad de la ciudad.
  
- ✓ Que las empresas competentes en la ciudad realicen estudios de la contaminación en la misma, con el fin de tener una herramienta para establecer un plan de contingencia que basada en información, actualizada y veraz, permita tomar decisiones correctas en el ámbito ambiental.
  
- ✓ Realizar una campaña de concientización de los beneficios del GNV con el fin de lograr una mayor aceptación y conocimiento del combustible en la ciudad.

- ✓ Como recomendación a corto plazo se plantea el inicio de un plan de masificación del gas natural, obligando a los propietarios de vehículos altamente contaminantes la conversión o chatarrización de sus automotores, con el fin de dar paso a una política ambiental seria que permita mejorar la calidad del aire en la ciudad.
  
- ✓ A mediano plazo se plantea la conversión del parque automotor de mas de 20 años de edad, con el fin de minimizar las cantidades de desechos expulsados al medio ambiente y lograr la sostenibilidad de la ciudad, así como el ahorro económico representativo, que esta política significa, para la comunidad.
  
- ✓ A largo plazo se plantea la posibilidad de llegar a la conversión de al menos el 70% del parque automotor de la ciudad, asegurando así la sostenibilidad de la ciudad y el futuro de la misma para las generaciones venideras, así como generar ahorros tanto para la comunidad como para los entes gubernamentales y viéndose reflejado en el crecimiento de la ciudad.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ✓ Revista gas vehicular edición numero 25.
- ✓ <http://portal.gasnatural.com/servlet/ContentServer?gnpage=1-20-2&centralassetname=1-20-BloqueHTML-76>
- ✓ [http://www.minambiente.gov.co/noticias\\_home\\_2005/mas\\_noticias.htm](http://www.minambiente.gov.co/noticias_home_2005/mas_noticias.htm)
- ✓ [http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Estadisticas/Transporte\\_Automotor/](http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Estadisticas/Transporte_Automotor/)
- ✓ <http://www.ecopetrol.com.co/>
- ✓ <http://www.iangv.org/content/view/17/35/>
- ✓ [http://www.fundacioncorona.org.co/descargas/Cartagena\\_CV\\_1.pdf](http://www.fundacioncorona.org.co/descargas/Cartagena_CV_1.pdf)
- ✓ [http://www.minambiente.gov.co/noticias\\_home\\_2006/abril/050406\\_control\\_calidad\\_aire/control\\_calidad\\_aire.htm](http://www.minambiente.gov.co/noticias_home_2006/abril/050406_control_calidad_aire/control_calidad_aire.htm)
- ✓ <http://www.minminas.gov.co/minminas/pagesweb.nsf?opendatabase>
- ✓ <http://observatorio.dama.gov.co/blog/wp-content/uploads/2006/12/diagnostico-politica-de-aire-borrador5.doc>.
- ✓ [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/PIB\\_TOTAL-Y-PARTICIPACION\\_1990-2005/PIB\\_Total\\_participacion\\_Precios\\_Corrientes\\_1990-2005.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/PIB_TOTAL-Y-PARTICIPACION_1990-2005/PIB_Total_participacion_Precios_Corrientes_1990-2005.xls)
- ✓ [http://www.insp.mx/salud/43/436\\_5.pdf](http://www.insp.mx/salud/43/436_5.pdf)
- ✓ <http://www.cec.org/trio/stories/index.cfm?ed=4&ID=46&varlan=espanol>
- ✓ <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2004/Junio/comunica3.doc>
- ✓ [http://www.ubp.edu.ar/todoambiente/salud/contaminacion\\_aire.html](http://www.ubp.edu.ar/todoambiente/salud/contaminacion_aire.html)

## ANEXO A

(Tabulacion de Encuestas)

PREGUNTAS	1	2	3	4
a	18%	34%	39%	83%
b	64%	37%	27%	8%
c	10%	14%	12%	9%
d	8%	5%	13%	N/A
e	N/A	10%	9%	N/A
TOTAL	100%	100%	100%	100%

En las tabulacion de encuestas hallamos diferentes resultados que se encontraron distribuidos de la siguiente manera:

En la primera pregunta hubo una gran concentración en el literal b), el cual obtuvo un peso del 64%.

En la segunda pregunta hubo opinión compartida, ya que se obtuvo un 34% y un 37% en el literal a) y b) respectivamente.

En la tercera pregunta hubo una gran concentración en el literal a) ya que obtuvo un peso del 39%.

En la cuarta pregunta hubo una concentración muy alta en el literal a) y obtuvo un peso del 83%

## ANEXO B

### Encuesta.

Tipo de vehiculo. \_\_\_\_\_

- a. ¿cuánto ha sido en promedio el ahorro en el tanqueo (dinero) que ha obtenido al convertirse de gasolina a GNV?
  - a. 25%
  - b. 50%
  - c. 75%
  - d. Ninguno.
- b. ¿el GNV le ha representado algún otro tipo de ahorro en su vehiculo?
  - a. Bujías.
  - b. Cambio de aceite.
  - c. Filtros.
  - d. Todas las Anteriores.
  - e. Ninguno.
- c. ¿qué otro tipo de beneficio ha podido percibir del GNV?
  - a. Ambiental
  - b. Seguridad
  - c. Servicio
  - d. Todas las anteriores
  - e. ninguno
- d. ¿estaría de acuerdo con la implementación de un plan acelerado de conversión obligatorio para los vehículos más contaminantes?
  - a. si
  - b. no
  - c. no sabe no responde.