

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA**

Disertación previa a la obtención del título de Economista

***Valoración económica de la contaminación del aire
Caso de las parroquias Belisario Quevedo y
Cotocollao del Distrito Metropolitano de Quito***

**Mishael Berenice Sangoluisa Ibarra
mishaelsangoluisa@gmail.com**

**Directora: Mtr. María de los Ángeles Barrionuevo Mora
mabarrionuevom@puce.edu.ec**

Quito, mayo de 2018

Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad determinar el costo económico que genera la contaminación del aire en el DMQ. Se analizaron las principales afectaciones que causa la contaminación del aire a nivel general y a nivel local y, a partir de ello, se estudiaron los contaminantes que afectan la calidad del aire en la ciudad así como su concentración en la atmósfera. Posteriormente se estableció la incidencia de la contaminación del aire en el precio de los bienes inmuebles. Finalmente se propusieron estrategias de política pública que internalicen los costos producidos por la contaminación del aire. En cuanto a la metodología que se utilizó para el desarrollo de la valoración de la contaminación aérea se utilizó el Método de Precios Hedónicos. Este permite asimilar las características ambientales como un atributo adicional de los bienes inmuebles y, de esta manera, cuantificar el impacto que produce cada atributo en la formación del precio total de la vivienda. El precio de la vivienda consideró como variables explicativas las características estructurales de la vivienda, características del vecindario y características ambientales. Para la recolección de los datos se realizó encuestas en las parroquias de estudio. Los resultados obtenidos demostraron que la presencia de contaminación incide en la disminución del precio de la vivienda en 5.7% en Belisario Quevedo y en 2% en la parroquia Cotocollao, por otro lado, se obtuvo que las variables estructurales más valoradas fueron la dimensión, cantidad de dormitorios, servicios higiénicos y jardín, por otro lado las amenidades más representativas fueron centro comercial, parque y supermercado. Las estrategias que se sugirieron abarcaron la internalización de costos desde el ámbito de fuentes fijas y móviles de emisión, además de la modificación del impuesto predial

Palabras Clave: Contaminación del aire, Método de Precios Hedónicos, Valorción Ambiental, Sector inmobiliario, Políticas públicas

Dedicado a la memoria de mi padre Vicente Rafael, quien en vida fue el mejor consejero, y amigo. Gracias a tu amor, paciencia y apoyo he logrado ser la mujer que soy ahora. La fe y confianza que depositaste en mi han sido el motor que me impulsa a lograr nuevas metas cada día.

Agradezco infinitamente a Dios y a mamita Virgen, por ser mi luz, guía y amparo

A mi hermana Daniela, por todo su cariño, paciencia y entrega

A mi madre Mercedes, por su apoyo y constancia

A Walter, por ser mi fortaleza en buenos y malos momentos

*A la Economista María de los Ángeles Barrionuevo, por toda su ayuda, empeño y dedicación
en la elaboración de esta disertación.*

Valoración económica de la contaminación del aire

Caso de las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao del Distrito Metropolitano de Quito

	<i>Página</i>
<i>Introducción</i>	11
<i>Metodología de investigación</i>	13
Delimitación de la investigación	13
Preguntas y objetivos de investigación	15
Tipo de Investigación	15
Técnica de Investigación	16
<i>Procedimiento metodológico</i>	16
Fuentes e información	17
Variables e indicadores	17
Fundamentación teórica	19
Crecimiento y desarrollo económico	19
Fallos de mercado	20
Economía Ambiental	22
Valoración económica ambiental	24
Valor Económico Total	24
Métodos de Valoración económica	26
Política ambiental y sus instrumentos	31
<i>Capítulo I</i>	35
1.1 Principales Contaminantes del aire en la ciudad	35
1.2 Consecuencias de la contaminación del aire	40
1.3 Consecuencias de la contaminación del aire en Quito	47
<i>Capítulo II</i>	52
2.1 Selección de casos para la investigación	52
2.2 Estudios propuestos con la metodología de Precios Hedónicos	56
2.3 Características y metodología del levantamiento de datos	59
2.4 Análisis descriptivo de las características socioeconómicas y ambientales de las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao	61
2.5 Análisis descriptivo de las variables del modelo	67
2.6 Supuestos del modelo	71
2.7 Estimación del modelo	72
<i>Capítulo III</i>	
3.1 Programas de políticas públicas en el DMQ en función de la contaminación del aire	81
	81

3.2 Experiencias de política pública en función de la contaminación del aire	93
3.3 Experiencias de política pública en función de la contaminación del aire en América Latina	102
3.4 Propuesta de estrategia de política pública	113
<i>Conclusiones</i>	124
<i>Recomendaciones</i>	126
<i>Referencia Bibliográfica</i>	128
<i>Anexos</i>	
Anexo A. Encuesta	138
Anexo B. Do file para modelos econométricos	140

Índice de Gráficos

		<i>Página</i>
Grafico 1.	Valor Económico Total (VET)	26
Gráfico 2.	Concentraciones medias mensuales de Monóxido de Carbono en Quito	36
Grafico 3.	Concentraciones medias mensuales de Dióxido de Azufre en Quito	37
Grafico 4.	Concentraciones medias mensuales de Dióxido de Nitrógeno	38 39
Gráfico 5.	Concentraciones medias mensuales de Ozono en Quito	
Grafico 6.	Costos económicos de la contaminación del aire	43
Grafico 7.	Mapa de la Parroquia Belisario Quevedo	54
Gráfico 8.	Mapa de la Parroquia Cotocollao	56
Grafico 9.	Estructura familiar de los hogares en Belisario Quevedo	62
Grafico 10.	Nivel de ingreso mensual en los hogares de Belisario Quevedo	63
Gráfico 11.	Consecuencias más comunes causadas por la contaminación del aire en Belisario Quevedo	63
Grafico 12.	Valoración de amenidades de los habitantes de Belisario Quevedo	64
Grafico 13.	Estructura familiar de los hogares en Cotocollao	65
Gráfico 14.	Nivel de Ingreso mensual de los hogares en Cotocollao	65
Grafico 15.	Consecuencias más comunes causadas por la contaminación del aire en Cotocollao	66
Grafico 16.	Valoración de amenidades en la Parroquia Cotocollao	66
Grafico 17.	Amenidades de la Parroquia Belisario Quevedo	68
Grafico 18.	Amenidades de la Parroquia Cotocollao	70
Gráfico 19.	Cálculo del valor catastral	121

Índice de tablas

	<i>Página</i>
Tabla 1. Variables, indicadores y fuentes de información Proyección del costo total de la contaminación del aire exterior	18
Tabla 2. Resultados del modelo econométrico A-Belisario Quevedo	46
Tabla 3. Resultados de test econométricos - Belisario Quevedo	73
Tabla 4. Resultados del modelo econométrico B-Belisario Quevedo	74
Tabla 5. Resultados del modelo econométrico A - Cotocollao	75
Tabla 6. Resultados de test econométricos - Cotocollao	77
Tabla 7. Resultados del modelo econométrico B- Cotocollao	78
Tabla 8. Presupuesto de la Secretaría de Ambiente de Quito	78
Tabla 9.	114

Abreviaturas

AAAr	Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable
AMT	Agencia Metropolitana de Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial
BCE	Banco Central del Ecuador
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CAI	Corporación Aire Limpio
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
CORPAIRE	Corporación Municipal de Mejoramiento de la calidad de aire de Quito
DMQ	Distrito Metropolitano de Quito
FA	Fondos Ambientales
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ICA	Informe de la Calidad del Aire
LAU	Licencia Ambiental Única
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
ICLEI	Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales
IMCO	Instituto Mexicano para la competitividad
IULA	Unión Internacional de Autoridades Locales
MCO	Mínimos Cuadrados Ordinarios
MDMQ	Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
PM	Material particulado
NECA	Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OIT	Organización Internacional del Trabajo
ONG	Organización no Gubernamental
OMS	Organización Mundial de la Salud
PIB	Producto Interno Bruto
PMCA	Plan de Mejora de la Calidad del Aire en Quito
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RAPAR	Red Activa de Material Particulado
REMMAQ	Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito
RTV	Revisión Técnica Vehicular
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
UE	Unión Europea
VEA	Valoración Económica Ambiental
VET	Valor Económico Total
VU	Valor de Uso
VNU	Valor de No Uso

Introducción

La ciudad de Quito es considerada pionera en la gestión ambiental en América Latina debido a sus diversas iniciativas sobre el manejo de los recursos naturales. El manejo de los recursos ambientales ha sido prioridad en esta ciudad desde hace varias décadas. Esto se debe a la incidencia de organismos internacionales en la cooperación y aplicación de medidas que han logrado la mejora y conservación de estos recursos. En la actualidad la calidad del aire en Quito se mantiene dentro de los límites establecidos por la Norma Ecuatoriana de Calidad de Aire. Las políticas para la gestión de este recurso se han enfocado en el control y disminución de emisiones de gases contaminantes con el objetivo de mitigar las afectaciones que causa este fenómeno ambiental en la salud de los quiteños. No obstante, la contaminación aérea puede ocasionar afectaciones económicas las cuales hasta el momento no han sido consideradas por mantenerse como costos implícitos.

La importancia del estudio de la valoración económica de la contaminación del aire en la Ciudad de Quito radica en que éste es un tema de interés público, debido a que la contaminación y en especial la aérea es de fácil difusión y puede representar consecuencias negativas no solo en la ciudad sino también en sus alrededores, afectando áreas urbanas y sitios perimetrales. La contaminación del aire puede causar afectaciones en el sector inmobiliario, provocando que el precio de los bienes inmuebles disminuya en sitios donde existen altos niveles de contaminación. Estas consecuencias provocadas en el sector inmobiliario pueden repercutir en la economía debido a que este es uno de los seis sectores más importantes del país junto a la agricultura, minería, manufactura, comercio y administración pública. El sector inmobiliario se constituye como una pieza clave para la economía, generación de divisas y dinamización de los encadenamientos productivos (BCE, 2017).

Para la cuantificación del impacto de la contaminación aérea en el precio de los bienes inmuebles se han utilizado herramientas que la economía ambiental propone dentro de la valoración económica ambiental. Estas herramientas ayudan a establecer el valor económico o precio de mercado de los bienes o servicios ambientales a partir de información obtenida de los agentes económicos beneficiados o afectados de la actividad de análisis. En el desarrollo de esta investigación se utilizó un método de valoración económica denominado método de precios hedónicos. La aplicación del método permite valorar los servicios ambientales como un atributo adicional de la vivienda, de esta manera se puede determinar la influencia de los mismos en la formación del precio.

En el capítulo 1 se realiza un análisis de los principales contaminantes del aire en la ciudad, para determinar su incidencia y las áreas más afectadas. Además se estableció cuáles eran las mayores fuentes de contaminación y las emisiones provocadas por las mismas. Por otro lado se analizaron las consecuencias de la contaminación del aire en distintos ámbitos tales como la salud, la economía y al medio ambiente. De igual forma, se analizaron las

consecuencias que produce este fenómeno ambiental a nivel local, para determinar cómo ha incidido en la calidad de vida de los quiteños.

En el capítulo 2 se realiza la valoración económica de la contaminación. El desarrollo de este capítulo inicia con el análisis de la ciudad de Quito y de las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao, las cuales constituyen los casos de estudio en la disertación. A continuación se detalla la metodología del levantamiento de datos, y se realiza el análisis descriptivo de las características socioeconómicas y ambientales de las parroquias de estudio. Gracias a esto se puede obtener una aproximación de la realidad de los habitantes de esas parroquias y su apreciación sobre temas ambientales. Asimismo se realiza una descripción de las variables del modelo y de los supuestos que se implementarán en el mismo. Para la aplicación del método de precios hedónicos se utilizaron regresiones econométricas bajo el modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). De esta forma se obtuvo el valor económico de la contaminación a partir de la disminución que causa en el precio de las viviendas. Este valor para la parroquia Belisario Quevedo representó el 5.7%, y para la parroquia Cotocollao 2%.

El capítulo 3 se divide en cuatro partes, en primer lugar se analizaron los programas de políticas públicas en Quito en función de la contaminación del aire. En esta sección se analizó cómo ha evolucionado la gestión de este recurso en el tiempo y la influencia de organizaciones internacionales en la implementación de políticas públicas ambientales en la ciudad. En la segunda parte, se analizó la gestión del aire en varias ciudades y qué tipo de estrategias se ha tomado para mitigar sus efectos. En la tercera parte se analiza la gestión ambiental de ciudades latinoamericanas. De esta manera se puede realizar un contraste entre los proyectos implementados en Quito y las experiencias obtenidas en otras ciudades alrededor del mundo. Finalmente, se procede a proponer estrategias de política pública en función de internalizar los costos económicos de la contaminación en los bienes inmuebles.

Entre las conclusiones más relevantes que se obtuvo a partir del desarrollo de la disertación se puede mencionar que no se ha dado suficiente apertura a la investigación de las afectaciones implícitas ocasionadas por la contaminación, como en el caso de los inmuebles. Al realizar la valoración se pudo demostrar que este componente incide en la disminución del precio ocasionando que el mercado de bienes inmuebles se vea afectado. Además las estrategias que han sido previamente implementadas se enfocan netamente en la reducción de las emisiones, más no en internalizar los costos ocasionados.

Metodología de investigación

Delimitación de la investigación

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más comunes en las ciudades. Se deriva del crecimiento acelerado de las urbes, el incremento del parque automotor y el desarrollo industrial (REMMAQ, 2017). La contaminación del aire puede ocasionar impactos negativos sobre la salud humana y los ecosistemas. En el Ecuador, la gestión de la calidad del aire fue un tema relegado en las políticas públicas del país. Durante años las ciudades carecieron de un plan de gestión que les permita manejar estándares de la calidad del aire que estén acorde a las necesidades de la ciudadanía (MAE, 2010).

Ante este conflicto socio ambiental, la gestión de las autoridades para el control de la contaminación es importante. En este ámbito el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) en el año 2010 creó el Plan Nacional de la Calidad del Aire, con la finalidad de garantizar a la población el acceso a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado. De tal forma, el MAE tomó la iniciativa de controlar la calidad del aire mediante la implementación de equipos de monitoreo y el desarrollo de inventario de emisiones en distintas ciudades en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales –GADS- y Consejos Provinciales (MAE, 2010).

En el mismo año, la Asamblea Nacional creó el Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización (COOTAD). Esta Normativa establece que los GADs deben asumir la gestión ambiental, defensa del ambiente y naturaleza (Consejo Nacional de Competencias , 2016). Por su parte el Gobierno Central tiene facultades de rectoría, planificación, y control a nivel nacional. Las competencias de los municipios incluyen la regulación y gestión local, así como mantener la coordinación necesaria con los demás niveles de gobierno para garantizar el cumplimiento de los objetivos (Consejo Nacional de Competencias , 2016).

Sin embargo, a pesar del retraso de la gestión ambiental en el Ecuador, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ) ha implementado programas de política pública ambiental desde hace varias décadas. Este Municipio ha sido pionero en la creación de leyes y ordenanzas para la regulación de este recurso. Desde finales de la década de los setenta del siglo pasado, se han impulsado políticas para el control de la contaminación ambiental, como reglamentos de normas de calidad del aire, de emisión para fuentes fijas de combustión, y control de la contaminación vehicular. De esta manera el MDMQ realiza el respectivo seguimiento y control ambiental.

La intervención ambiental de las autoridades como GADs y municipios se justifica porque el aire es un recurso natural que presenta características de bien público; es decir que cumple con las características de poseer costos adicionales marginales nulos y no es excluyente (Stiglitz, 2000). Al no tener propiedad definida, el mercado no puede operar a favor de la maximización del bienestar social (Vásquez, Cerda y Orrego, 2007). En este caso, se origina una situación conocida como “tragedia de los comunes” (Hardin, 1968). Donde las personas al ignorar el costo social y ambiental que generan deciden contribuir al deterioro ambiental de

los bienes naturales ya que el costo social del daño ambiental es mucho más bajo que el costo individual.

Determinar el valor económico que causa la contaminación del aire es fundamental para comprender la importancia de poseer una buena calidad del aire para el desarrollo de los seres humanos. Cuando se aborda el tema de la contaminación atmosférica, las consecuencias más notorias son aquellas relacionadas con la afectación a la salud (enfermedades relacionadas con el tracto respiratorio, alergias, fibrosis, oncogénesis y daño a las células) (Mihelcic & Zimmerman, 2012). Además de consecuencias relacionadas con efectos en el ambiente (lluvia ácida, efecto smog, efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono).

Todas las afectaciones generadas por la contaminación del aire poseen un factor común: determinar los costos económicos en los que se incurre para remediar la externalidad. Muchas veces estos no son considerados ya que se encuentran implícitos. Un ejemplo de esto son los costos que genera la contaminación del aire en el precio de los inmuebles, los cuales se ven afectados por la contaminación de dos maneras: en primer lugar, este tipo de contaminación ocasiona daños a la infraestructura, tales como la corrosión de materiales estructurales como ladrillos y hierro, lo cual provoca que la construcción se deteriore ocasionando gastos en refacción y reforzamiento de la estructura. En segundo lugar, la calidad del aire se puede considerar como un “atributo” en el momento de fijar el precio de un bien inmueble, haciendo que el precio incremente o disminuya dependiendo de la contaminación existente en un espacio determinado. La influencia de la contaminación refleja el costo de oportunidad que tendrían los bienes que a pesar de presentar características arquitectónicas positivas para el consumidor, no pueden negociarse en precios altos.

Es importante el estudio de la influencia de la contaminación atmosférica en el sector inmobiliario debido a que es uno de los más importantes para la economía del país junto a la agricultura, minería, manufactura, comercio. El sector inmobiliario es una pieza importante de la economía, representa el 10% del Producto Interno Bruto (PIB), además según el Banco Central del Ecuador en el 2016 la industria de la construcción generó \$8.338.388 miles de dólares (BCE, 2017). Adicionalmente, se deben tomar en cuenta los encadenamientos productivos que el sector inmobiliario posee, según Ekos (2016) los encadenamientos que genera el sector se da de manera vertical, tanto hacia atrás y hacia adelante, lo cual quiere decir que éste es un sector clave de la economía, ya que alienta a otras industrias proveedoras de insumos, al comercio y a la construcción per sé. Evidenciados estos parámetros, determinar cómo la contaminación atmosférica puede afectar al sector inmobiliario es vital para el desarrollo de políticas públicas que contribuyan a mejorar la calidad del aire enfocadas en un mayor bienestar económico de los ciudadanos.

En la presente disertación se propone la valoración económica de la contaminación del aire en las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao de la ciudad de Quito. Estas parroquias comparten similitudes en cuanto al nivel de contaminación, no obstante presentan varias diferencias en su estructura socioeconómica como será expuesto en el capítulo 2. Al aplicar la valoración del aire se puede demostrar de qué manera afecta ésta en la formación del precio y cómo incide en cada parroquia de estudio.

Preguntas y objetivos de investigación

Para realizar esta disertación sobre la valoración económica de la contaminación del aire se ha delimitado como ámbito de estudio las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao las cuales pertenecen al Distrito Metropolitano de Quito. Para ello se parte de la pregunta general:

¿Cuál es el costo económico que genera la contaminación del aire en el Distrito Metropolitano de Quito?

De ésta pregunta general se han derivado tres preguntas específicas que sirven como guía para definir los lineamientos de la presente disertación:

1. ¿Cuáles son las principales afectaciones que la contaminación del aire genera a los habitantes del DMQ?
2. ¿Cuál es la incidencia de la contaminación del aire en los precios de los inmuebles en las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao?
3. ¿Cuáles son las estrategias públicas y privadas que se pueden sugerir para internalizar los costos de la contaminación del aire en el precio de los inmuebles?

Con la finalidad de responder estas preguntas y establecer qué se quiere lograr con esta investigación, se construyó el siguiente objetivo general:

- Determinar el costo económico que genera la contaminación del aire tomando como referencia los precios del sector inmobiliario del Distrito Metropolitano de Quito.

Los objetivos específicos que constituyen los ejes fundamentales para la elaboración de cada capítulo son:

- Evidenciar las principales afectaciones que la contaminación del aire genera a los habitantes del DMQ.
- Valorar económicamente el impacto de la contaminación del aire en los precios de los bienes inmuebles unitarios de las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao.
- Proponer estrategias que se pueden aplicar desde el sector público y privado para internalizar los costos de la contaminación del aire en el precio de los inmuebles del DMQ.

Tipo de investigación

Esta disertación es una investigación de tipo descriptiva-explicativa, puesto que se analizan diversas políticas públicas tomadas por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ) sobre la gestión de la contaminación del aire. Además se determinó la influencia de ciertos contaminantes en el aire de Quito. Asimismo se consideró las consecuencias de la contaminación del aire, para enfatizar la importancia de su

conservación. Adicional a esto, la investigación también fue de carácter exploratorio, ya que se recurrió a fuentes primarias para la obtención de datos mediante encuestas, y en segundo lugar porque no existen en la facultad estudios previos sobre la afectación económica que genera la contaminación del aire al precio de los bienes inmuebles en la ciudad de Quito.

Técnica de investigación

La técnica de investigación es cuantitativa, dado que para la realización de esta disertación se pretende realizar un modelo econométrico bajo los parámetros del Método de Valoración de Precios Hedónicos. Además, también se considera una técnica de investigación inductiva ya que se arribará a conclusiones generales a partir de premisas particulares.

Procedimiento metodológico

El propósito del primer objetivo fue dar a conocer las afectaciones ocasionadas por la contaminación del aire. Para esto se analizaron los principales contaminantes del aire en la ciudad de Quito, su origen e incidencia. Además se estudiaron las consecuencias de la contaminación del aire haciendo énfasis en la situación local. De tal manera, se analizó cómo este fenómeno ambiental ha afectado a la población en distintos ámbitos.

Sobre el segundo objetivo, el estudio planteó la valoración económica del impacto de la contaminación del aire en el precio de los bienes inmuebles. Para lograr esto, se utilizó el método de valoración de precios hedónicos. La implementación de este método, se realizó a través de la construcción de una función de los atributos más significativos en la fijación del precio de los bienes inmuebles, tales como características estructurales, amenidades y ambientales. Para la obtención de datos se realizó una encuesta en las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao.

En cuanto al cálculo de la muestra de la encuesta, se tomó en consideración los datos del último censo del INEC sobre viviendas particulares y colectivas de las administraciones zonales de la ciudad de Quito. En el caso de la parroquia Belisario Quevedo, existen un total de 16.750 viviendas y en el caso de Cotocollao existen un total de 10.242 viviendas. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$(1) \quad n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 * Z^2 * p * (1 - p)}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra que se busca

N= Tamaño de la población

Z= Desviación del valor medio que se toma para obtener el nivel de confianza. Este valor se basa en la forma que tiene la distribución de Gauss.

e= Margen de error que se admite
p= Proporción que se espera encontrar.

Al aplicar al estudio, la fórmula toma los siguientes valores:

N= 16750 (Belisario Quevedo) y 10242 (Cotocollao)

Z= (Nivel de confianza 90%) 1.65

e= 5%

p=50%

$$n_{B.Q.} = \frac{16750 * 1.65^2 * 0.50 * (1 - 0.50)}{(16750 - 1) * 0.05^2 + 1.65^2 * 0.50 * (1 - 0.50)} = 67,79$$

$$n_{C.} = \frac{10242 * 1.65^2 * 0.50 * (1 - 0.50)}{(10242 - 1) * 0.05^2 + 1.65^2 * 0.50 * (1 - 0.50)} = 67,62$$

La muestra obtenida para la parroquia Belisario Quevedo es de 67.79 casas, la muestra para la parroquia Cotocollao es de 67.62 casas. Para la aplicación del modelo se planteó una ampliación de la muestra en 10% en el caso de datos perdidos. Esto representa un total de 75 casas para el primer caso y 74 para el segundo. Para la aplicación del método se utilizaron regresiones econométricas.

El tercer objetivo planteó proponer estrategias que se pueden aplicar desde el sector público o privado para internalizar los costos de la contaminación del aire en el precio de los bienes inmuebles. Para esto se analizaron los distintos programas de políticas públicas en Quito para la gestión del aire. También se analizaron las experiencias a nivel internacional haciendo énfasis en Latinoamérica para poder contrastar con los programas implementados localmente. De tal manera, se propusieron estrategias de política pública, en función de los errores y aciertos de las políticas analizadas anteriormente.

Fuentes de información

Como fuentes de información para la presente investigación se tomó al MAE y a la Secretaría del Ambiente del Municipio de Quito mediante la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ), de los cuales se utilizó datos relevantes sobre la contaminación del aire en la ciudad. De manera adicional, se realizó encuestas en las parroquias de Belisario Quevedo y Cotocollao para la recolección de datos con la finalidad de implementar el método de valoración de precios hedónicos.

Variables e indicadores

A continuación, en la tabla 1, se detallan las variables que son consideradas dentro de la investigación, los indicadores para realizar el proceso de medición y las fuentes de información.

Tabla1. Variables, indicadores y fuentes de información

Variables	Indicadores	Fuente de Información
<ul style="list-style-type: none"> • Políticas públicas en el DMQ en función de la contaminación del aire • Contaminantes del aire • Consecuencias de la Contaminación del aire 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectividad de las políticas • Calidad del aire en Quito 	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría del Ambiente • MDMQ • Ministerio del Ambiente del Ecuador
<ul style="list-style-type: none"> • Características socioeconómicas de los habitantes de las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao • Características estructurales de las parroquias de estudio • Datos ambientales de las parroquias de estudio • Valoración económica del aire 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de precios hedónicos 	<ul style="list-style-type: none"> • MDMQ • Secretaría del Ambiente • Resultados de la Encuesta
<ul style="list-style-type: none"> • Ciudades sostenibles • Experiencias latinoamericanas • Estrategias de políticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de objetivos de política 	<ul style="list-style-type: none"> • MDMQ • Resultados de la encuesta

Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

Fundamentación teórica

La economía es el estudio de la administración de los recursos escasos, la producción y el consumo entre los miembros de la sociedad. Además, brinda diferentes opciones para maximizar el nivel de bienestar de la sociedad y ayuda a resolver problemas referentes a procesos productivos (Di Ciano, 2007:5). Desde un principio, la economía estuvo estrechamente relacionada con el ideal de acumulación, a partir de esta premisa se entiende que una nación ha logrado un buen manejo cuando sus cifras revelan un crecimiento económico constante.

Crecimiento y desarrollo económico

El crecimiento económico se representa a través del volumen o cantidad que ha logrado producir un país en términos de su PIB. El crecimiento ha sido un objetivo perseguido por los economistas desde la década de 1960 del siglo anterior. Es por esto que durante varios años han centrado sus esfuerzos en crear modelos que permitan crecimiento a largo plazo (Barro & Sala-i-Martin, 2004). No obstante, el crecimiento económico, no es necesariamente una medida que revele el bienestar de la sociedad. Son varios los casos, en los que algunos países a pesar de tener cifras económicas positivas carecen de un buen nivel de vida para la sociedad, es decir que a pesar de tener crecimiento, no han logrado un desarrollo económico.

El desarrollo económico es un término que va mucho más allá de los réditos económicos que genera una nación. Según Debraj (2002) el desarrollo económico es un concepto multidimensional, que no solo toma en cuenta a la renta generada, sino también al nivel de salud, educación, acceso a servicios públicos, esperanza de vida, entre otros. Se puede decir que el desarrollo económico se encuentra relacionado estrechamente con el bienestar de los seres humanos. Entre la disyuntiva existente entre crecimiento y desarrollo, se genera un nuevo concepto, que ha ganado apogeo en la actualidad, y es el de desarrollo sustentable.

Según el MAE (2004) el desarrollo sustentable es “el mejoramiento de la calidad de vida humana dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas, implica la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones”. Es decir, que el desarrollo sustentable comprende la armonía entre las actividades productivas y el uso responsable de los recursos naturales. Esta visión, es particularmente importante, porque incluye a los bienes y servicios naturales como parte del proceso productivo y por ende, reconoce la importancia de los mismos y su cuidado y conservación.

No obstante, la visión de desarrollo sustentable no es la única en incorporar a los recursos naturales en sus premisas. Según Samuelson y Nordhaus (2005) existen ocasiones en las

cuales el gobierno debe intervenir en la economía. Uno de estos casos es la provisión de bienes públicos. Estos bienes son aquellos que no pueden adquirirse en el mercado, y la producción privada adecuada para los mismos no existe, dado que poseen características de no exclusión y no rivalidad. Por ello el Estado se ve en la obligación de proveer este tipo de bienes para garantizar su existencia.

Una particularidad de los bienes públicos puros es que al ser no excluyentes, todos los agentes pueden beneficiarse de éstos. Además, al no poder establecer una figura de propiedad, el uso que se les dé a los mismos está sujeto a una posible explotación o deterioro del mismo. En el caso puntual de los bienes y servicios naturales, como el aire, todos los individuos pueden gozar del mismo. Sin embargo, no existen incentivos autónomos por parte de los individuos para reducir los niveles de contaminación atmosférica.

Fallos de mercado

El mercado es la institución donde se conjugan la oferta y la demanda, aquí se determina el precio de bienes y servicios. Gracias a esto los consumidores pueden satisfacer sus necesidades. Mediante el mecanismo de precios los agentes realizan su decisión de compra y maximizan su utilidad. El mercado, según la teoría económica alcanza la eficiencia cuando se realiza una correcta asignación de recursos. No obstante, existen diversas situaciones donde el mercado “falla” y no alcanza la eficiencia. En estas situaciones se requiere la intervención del Estado como agente regulador económico (Gómez, 2014). Según Stiglitz (2000) existen seis fallas de mercado, éstas se analizan a continuación:

- Competencia imperfecta

La teoría económica expresa que para alcanzar la eficiencia de mercado, debe existir un número suficientemente grandes de firmas. De esta manera, ninguna posee influencia directa sobre la formación del precio de los bienes. No obstante, en la práctica existen situaciones de competencia monopolística u oligopolística donde el número de firmas es reducido, por ende estas empresas imponen el precio de los bienes. En otras palabras, al existir pocas firmas en un sector de la economía éstas adquieren poder de mercado, lo cual hace necesaria la intervención del Estado (Stiglitz, 2000).

Una situación de competencia imperfecta ajena al sector privado son los monopolios naturales. Esta situación se origina cuando es más barato y eficiente que una sola empresa produzca el stock necesario para la economía. Este tipo de monopolios por lo general se producen en el caso de la dotación de servicios públicos básicos, tales como la provisión de agua potable, alcantarillado, telecomunicaciones, electricidad, entre otros. Para garantizar la eficiencia de este tipo de monopolios, el Estado en la mayoría de casos opta por ser quien suministre este tipo de servicios (Stiglitz, 2000).

- Bienes públicos

Estos bienes poseen dos características: el costo marginal de que un individuo adicional disfrute el bien es nulo, y es difícil o imposible impedir que un agente disfrute de estos bienes.

Dadas estas peculiaridades, estos bienes no son suministrados por el mercado. Por ende, el Estado se ve obligado a intervenir para procurar la producción suficiente de los mismos. Para financiar la provisión de estos bienes el Estado cobra una tasa o impuesto por uso. Un ejemplo de estos bienes puede ser la defensa nacional o infraestructura pública (Stiglitz, 2000).

- Mercados incompletos

Se dice que un mercado es incompleto cuando a pesar de que el coste de suministrar un bien o servicio es menor a la disposición del pago de los consumidores, no existe producción suficiente. En la práctica, un ejemplo de esto puede ser la provisión de seguros y préstamos. Por esto, el Estado interviene mediante programas de seguros, y bancos estatales. De esta forma se garantiza el acceso a estos servicios.

- Información imperfecta

Existe eficiencia en el mercado cuando los consumidores poseen información completa acerca de la cantidad, calidad y precio de los bienes o servicios que se ofertan. Sin embargo, cuando ésta es incompleta o asimétrica, los agentes pueden verse afectados. En este caso, la intervención estatal se da como una medida de defensa al consumidor. Según Stiglitz (2000:100), la información es un bien público, ya que otorgar información completa a un consumidor no implica reducir la información que tienen otras personas. La eficiencia requiere que la información sea completa para todos, de tal forma los agentes basarían sus decisiones de consumo bajo un análisis de todas las posibilidades. Un ejemplo de la falla de mercado de información imperfecta es la venta de productos de segunda mano. En esta situación, los demandantes no conocen sobre la calidad o estado de los productos.

- Paro y otras perturbaciones económicas

Los fallos como el paro, inflación, y desequilibrio de mercado pueden afectar la economía. Estas situaciones pueden originar recesión y depresión si el Estado no interviene para impulsar políticas que promuevan la dinamización. Por lo general, estas perturbaciones se derivan de un mal funcionamiento del mercado. Como menciona Stiglitz (2000:101) este tipo de fenómenos son la prueba fehaciente de que el mercado no puede auto regularse.

- Externalidades

Las externalidades son decisiones de consumo o producción que afectan a terceras personas. Pueden dividirse en externalidades positivas y negativas. Una externalidad positiva es una situación en la que los actos realizados por un agente económico benefician a terceras personas sin que éstas hayan contribuido por esto. Por otro lado, una externalidad negativa se origina cuando los actos de un agente económico causan costos o daños a terceros. El problema con las externalidades negativas es que la totalidad del perjuicio no es asumido por quienes las generaron. El Estado se ve en la obligación de intervenir, para procurar la correcta gestión de estos fallos. El ejemplo clásico de externalidades negativas es la contaminación

producto de actividades económicas. Dado que la presente investigación aborda los efectos de la contaminación del aire, a continuación se amplía el análisis de las externalidades.

Marshall (1890) fue pionero en introducir el concepto de externalidad. Éste autor planteaba que las externalidades son una situación en que los beneficios o costos de producir un bien no se reflejan en el precio de mercado del mismo. Marshall hace énfasis en lo que se consideran como externalidades positivas. Enfocó su trabajo en cómo las acciones ajenas a la firma ocasionaban mayores rendimientos a la misma. Sin embargo, Pigou (1920) fue quien desarrolló el concepto elaborado por Marshall desde un análisis de externalidad negativa. Para este autor, la externalidad negativa se entiende como una situación en la cual un agente económico realiza actividades que afectan a la sociedad. No obstante, dicho agente no asume los costos ocasionados. Un ejemplo muy frecuente de esta situación, es la contaminación, como se mencionó anteriormente.

En este caso, la teoría económica indica que se debe determinar un “óptimo de contaminación”. Es decir, se debe llegar a un punto en donde la contaminación no tenga los niveles tan elevados como para perjudicar a los agentes, ni sea mínima para que impida la producción a las firmas. Una vez definido el óptimo social, se puede decidir si se desea la intervención gubernamental o no. La justificación para la intervención del Estado, se basa en el concepto de eficiencia en el sentido de Pareto, esta es una situación en la que un agente no puede maximizar su bienestar sin empeorar el bienestar de otro. Dentro de la teoría económica se conoce a este escenario como socialmente óptimo, ya que ambas partes han alcanzado su nivel máximo de bienestar (Stiglitz, 2000).

Por otro lado, si no se desea intervención gubernamental, se aplica la teoría de Coase (1960). Este autor argumenta que los daños causados por externalidades, pueden arreglarse mediante negociación entre las partes afectadas y el causante de la externalidad. No obstante, Coase no toma en cuenta en su teoría los costos de transacción que implica la negociación, o un posible abuso de poder por una de las partes (Stiglitz, 2000).

Economía ambiental

Para garantizar el uso óptimo de los recursos naturales, surge la Economía Ambiental. Ésta es una rama de la microeconomía que se encarga del análisis de las interacciones entre la economía y el medio ambiente. De esta manera se pueden establecer tasas óptimas de extracción de algunos recursos, y compaginar el crecimiento económico con la contaminación generada por el mismo. La economía ambiental parte de la premisa de que las futuras generaciones tienen los mismos derechos sobre la biosfera que las generaciones actuales y las pasadas (Azqueta, 2007:1)

En la actualidad, un bien económico o el capital considerado como valor económico puede dividirse en tres formas: 1) Capital material, el cual se entiende como las herramientas mediante las cuales el ser humano realiza sus actividades productivas, 2) Capital humano que concentra a todos los individuos pertenecientes a la fuerza de trabajo, el conjunto de conocimientos y actitudes y 3) Capital natural que comprende los recursos naturales renovables y no renovables, y los recursos ambientales (Chang, 2006)

Estas formas de capital producen un flujo de servicios el cual puede causar que la cantidad del stock inicial del mismo varíe de acuerdo al uso o explotación dados. Según Labandeira (2006) “La disponibilidad y calidad de las diversas formas de capital es lo que determina la capacidad de la sociedad de mantener o mejorar su nivel de bienestar”. Es decir que la calidad de vida de la sociedad se encuentra directamente relacionado con el flujo de las formas de capital. De esta manera se entiende que cuando el capital disminuye (en este caso, el capital natural) el crecimiento y desarrollo económico también.

No obstante, a pesar del conocimiento que existía sobre el capital natural, y los beneficios que el mismo contribuía a la sociedad, la gestión ambiental que se realizaba hace varias décadas respondía únicamente a intereses económicos. El uso y extracción de recursos se realizaba de manera indiscriminada, sin tomar en cuenta la contaminación causada por las actividades productivas. Además, los gobiernos en aquel entonces no contaban con la legislación necesaria para controlar las fuentes de contaminación. Este tipo de prácticas se extendieron hasta la década de los años setenta, cuando los problemas ambientales empezaron a ser visibles y los movimientos ambientalistas ganaron apogeo.

Valoración económica ambiental (VEA)

La valoración económica ambiental tiene como objetivo asignar un valor monetario a los bienes y servicios ambientales para de esta manera evaluar el impacto económico real y el costo de oportunidad que involucraría perder capital natural. La finalidad principal de esta herramienta es aprovechar en su totalidad el uso de los recursos de una manera sostenible. Además, sirve de apoyo a instituciones reguladoras que se encargan de la gestión de protección de ciertos recursos, diseño de políticas y toma de decisiones (Correa & Osorio, 2004).

“La valoración económica significa poder contar con un indicador de la importancia del medio ambiente en el bienestar social, y este indicador debe permitir compararlo con otros componentes del mismo” (Azqueta, 1994 citado en Correa & Osorio, 2004). La valoración económica es una herramienta importante ya que de esta manera se puede incidir en una mejor calidad ambiental. Esto no solo trae beneficios al medio ambiente sino también desde el punto de vista social y económico, debido a que afecta de manera positiva a todos los seres humanos que se involucran en el medio.

Valor económico total (VET)

La teoría del valor económico total fue propuesta como un marco teórico para identificar y categorizar los beneficios que se obtiene del medio ambiente. Esta teoría fue propuesta por Pearce y Turner (1995) y actualmente es uno de los sistemas más reconocidos como herramienta para la toma de decisiones. El VET surge en respuesta de la percepción errada de que la economía solo toma al medio ambiente como un productor de materia prima para la producción y consumo. El VET no solo considera valores comerciales en bienes y servicios, para su cálculo total se suma el valor de uso y el valor de no uso de los bienes o servicios ambientales, de la siguiente manera:

$$(2) \quad VET = Valor de Uso (VU) + Valor de No Uso (VNU)$$

El valor de uso (VU).- El VU de un bien o servicio ambiental se asocia a la interacción entre el hombre y el medio, con el objetivo de conseguir un mayor nivel de bienestar (Cepal, 2010). El VU puede desagregarse en tres componentes: Valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción (Emerton, 2016). Para el cálculo del VU se suman estos tres componentes como a continuación:

$$(3) \quad Valor de Uso = VU Directo + VU Indirecto + Valor de Opción$$

- El VU Directo se relaciona con las materias primas y productos que se pueden obtener directamente de la naturaleza o su vez sirven para su posterior consumo y venta. Estos productos proporcionan alimento, refugio, energía y sirven para la producción agrícola y suministro de agua. El VU Directo se relaciona por lo general con el uso o aprovechamiento más rentable del recurso. No obstante, el uso que se otorgue al producto puede o no ser comercial.
- El VU Indirecto se refiere a las funciones ecológicas o ecosistémicas que poseen los bienes o servicios ambientales. Su valoración es más complicada ya que no existe mercado para estos servicios es decir que no tienen un precio explícito.
- El valor de opción se relaciona con el uso futuro de un determinado bien o servicio ambiental. Se relaciona con la disposición al pago¹ que tiene un agente por disfrutar de un determinado recurso ambiental en un momento posterior.

El valor de no uso (VNU).- El valor de No Uso se refiere a un valor intrínseco. Se determina por las interacciones entre el ser humano y el medio ambiente. El VNU es igual al valor de existencia y el valor de legado, como en la siguiente ecuación:

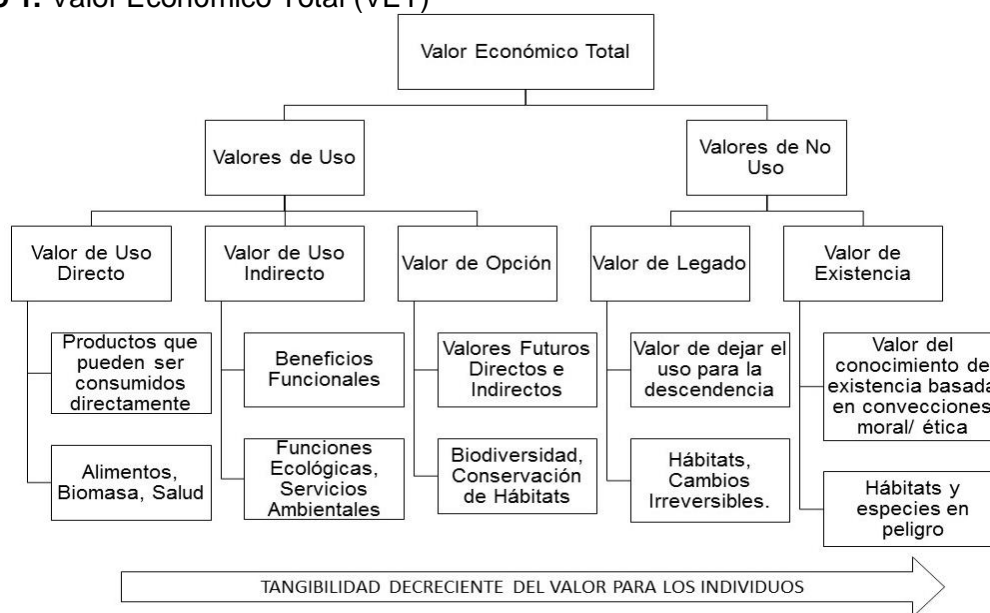
¹ Disposición al Pago: Estimación de la preferencia o aversión del consumidor frente a un bien (Cepal, 2010)

$$(4) \text{ Valor de No Uso} = \text{Valor de Existencia} + \text{Valor de Legado}$$

- El Valor de Existencia se refiere a la disposición al pago que tienen ciertos agentes económicos para que no se utilice un determinado recurso, por razones éticas, culturales, altruistas, entre otras.
- El Valor de Legado se refiere a la disposición al pago que tienen los agentes económicos para que no se utilice un determinado bien o servicio en el presente, de tal manera que las generaciones futuras pueden beneficiarse del mismo.

En el siguiente gráfico se puede observar los componentes del VET y sus aplicaciones:

Gráfico 1. Valor Económico Total (VET)



Fuente: (Tomasini, 2000)

Elaborado por: Mishael Sangoluisa Ibarra

Métodos de valoración económica

Los métodos de valoración son las herramientas que se utilizan para la cuantificación económica de bienes o servicios ambientales. El objetivo de estos métodos es asignar un valor monetario a los bienes y servicios de la manera en que lo haría un mercado hipotético. La valoración económica sirve como justificación para definir prioridades en políticas

orientadas a proteger o recuperar el medio ambiente (CEPAL, 2009). Estos métodos se dividen en dos: Métodos de valoración directos e indirectos.

Métodos de valoración directos

Su aplicación se enfoca principalmente en recursos ambientales que tengan un “valor de uso”, y por ende no tengan un valor de mercado explícito. La finalidad de estos métodos es tratar de revelar el valor que las personas conceden a los recursos ambientales. Entre las formas de valoración directa más conocidas se encuentran el método de valoración contingente y el método de la ordenación contingente.

Método de la valoración contingente.- Este método consiste en averiguar la valoración que otorgan las personas a determinados recursos ambientales. Este método se consolidó a partir de 1979 como uno de los más recomendables para realizar valoraciones a bienes públicos dadas las diversas ventajas que presenta. El estudio inicia a partir de la construcción de un mercado ficticio donde se pueda aplicar un valor económico al objeto de estudio. A partir de estos parámetros el entrevistado revelará el precio que otorgaría al mismo (Azqueta, 2007).

Método de la ordenación contingente.- Se basa en el método de valoración contingente. Consiste en diseñar una serie de alternativas compuestas entre la calidad ambiental preferida y el precio que habría que pagar por conseguirla. Debido a estas combinaciones el entrevistado puede ordenar las mismas desde la más preferida a la menos preferida. Una vez ordenadas las combinaciones por preferencias, se procede a construir la función de utilidad a partir de esta información. La ventaja de este método es que para el entrevistado resulta más fácil ordenar sus preferencias de mayor a menor que asignar de manera arbitraria un valor por un bien o servicio ambiental determinado. No obstante el principal inconveniente que presenta este método es que quizá las combinaciones de alternativas con las respectivas disposiciones al pago no representen la voluntad real de la persona (Azqueta, 2007).

Métodos de valoración indirectos

Según Azqueta (2009:100) los métodos de valoración indirectos son aquellos que se analizan cuando las personas revelan su valoración de los bienes ambientales. En otras palabras, estos métodos surgen a partir de las preferencias reveladas de los consumidores. Las preferencias reveladas permiten estudiar el comportamiento del consumidor y deducir su función de utilidad a partir de las preferencias del mismo. En otras palabras, las preferencias de los consumidores pueden ser reveladas por sus hábitos de compra (Azqueta, 2007).

Las relaciones existentes en las funciones de producción pueden ser de dos tipos: 1) Relaciones de complementariedad: son aquellas que se dan cuando en el disfrute de bienes ambientales existe el consumo de bienes privados, un ejemplo puede ser el disfrute de una isla exótica y los pasajes de avión para llegar a la misma. 2) Relaciones de sustituibilidad: se dan cuando los bienes o servicios ambientales son parte de la función de producción o de utilidad junto a otros insumos de mercados que podrían reemplazarlos, un ejemplo de esto puede ser el agua de buena calidad que proporciona un río, y las técnicas de depuración a la que puede ser sometida la misma al disminuir su calidad (Azqueta, 2007). Entre los métodos de valoración indirectos más comunes se pueden encontrar el método basado en los costes de reposición, métodos basados en la función de producción, método del costo de viaje, modelos de utilidad aleatoria y método de precios hedónicos.

Método basado en los costes de reposición.- Este método consiste en realizar el cálculo de los costes económicos necesarios para regresar el bien o servicio ambiental a su normalidad, después de que el mismo haya sufrido algún efecto negativo producto de la mala utilización. Este método suele ser el más usado cuando se trata de temas de impacto ambiental. No obstante, según Azqueta (2007) este método presenta problemas de eficiencia. Esto se debe a que el método trata de realizar una reparación de los daños ocasionados a un determinado recurso, sin tomar en cuenta que no se puede recuperar el mismo de manera integral. En otras palabras, se puede decir que el método de coste de reposición mide el costo de oportunidad de los recursos que la sociedad tiene que dedicar para neutralizar el daño de un recurso. En cuanto a la pérdida de bienestar, este método presenta algunas falencias, ya que no toma en cuenta los atributos o valores de no uso que pueden obtener las personas de un bien o servicio determinado.

Método basado en la función de producción.- Este método trabaja mediante la relación de sustituibilidad existente entre los bienes o servicios ambientales y bienes económicos privados. Se puede implementar en dos contextos: cuando el bien forma parte de una función de producción o cuando es parte de una función de utilidad. En el primer caso, al ser los bienes ambientales parte de una función de producción, la productividad de la firma dependerá de la calidad en la que éstos se encuentran. En el segundo caso, la calidad del bien ambiental incide en el bienestar de la persona.

Este método se utiliza para calcular el valor de un bien o servicio y su rendimiento respectivo dentro de una actividad productiva bajo determinadas condiciones ambientales. De tal manera que se puede comparar su rendimiento cuando se ha visto afectado por un mal uso. Por lo tanto, se puede decir que cualquier variación del recurso natural podría reflejarse calculando el valor presente neto del flujo de servicios perdidos. (Azqueta, 2007).

Método del costo de viaje.- Se basa en la premisa de que el disfrute de los servicios recreativos ambientales es de libre acceso. Sin embargo, a pesar de que existe el costo por concepto de entrada a algunos lugares tales como reservas o parques nacionales, no es el único valor que debe ser cancelado para acceder a estos servicios. Este método se utiliza

comúnmente para realizar la valoración de servicios recreativos, y utiliza el argumento de que para acceder al disfrute de los servicios ambientales, se incurre en costos de viaje por concepto de desplazamiento. Estos costos pueden variar dependiendo de las características socioeconómicas de los consumidores, de su ubicación respecto al bien o servicio ambiental y de la presencia o accesibilidad de emplazamientos. La recopilación de información para la implementación del costo de viaje se realiza mediante encuestas in situ. (Azqueta, 2007).

Modelos de utilidad aleatoria.- Este método se utiliza para descubrir cuál es el atributo o característica del lugar que más atrae a los visitantes. De esta manera se busca diseñar políticas turísticas que vayan acorde a las preferencias de cada tipo de visitante. Este método presenta dos enfoques. En el primero, se detalla de manera específica el lugar de estudio a los visitantes y se pregunta la valoración que tienen los turistas por cada atributo que presenta el mismo. En el segundo enfoque se trata más bien de construir una función de preferencias a partir de dejar que el visitante elija a conveniencia los atributos que le representen mayor utilidad, creando de esta manera un servicio ambiental óptimo.

Método de Precios Hedónicos.- El método de precios hedónicos se basa en la teoría de la demanda del consumidor de Lancaster (1966) quien reconocía que la utilidad no la brindan los bienes por sí mismos, sino los atributos que tiene. De tal manera que los consumidores toman sus decisiones de compra basados en el número de características atractivas que tengan los productos. Rosen (1974) presentó por primera vez la teoría de los precios hedónicos argumentando que el precio total del bien es igual a la suma del valor de cada uno de los atributos que posee el mismo. La finalidad del método es determinar la valoración que los consumidores otorgan a cada característica para saber cuál de ellas aporta en mayor porcentaje al precio total. A continuación, se detalla a profundidad el uso y aplicación de este método, ya que se propone utilizar en el capítulo II para la valoración económica de la presente disertación.

Precios Hedónicos y su aplicación

El método de precios hedónicos se originó en un principio como un método de valoración enfocado a los bienes raíces, su aplicación más común fue la vivienda. No obstante tiempo después, se implementó el método en el campo de la valoración económica ambiental. Para su aplicación se debe contar con suficiente información desagregada sobre el precio de un bien privado y sus características. La aplicación comprende de dos etapas, en la primera etapa se construye una función de precios hedónicos y en la segunda se realiza una estimación de la curva de demanda para el bien ambiental que se desea valorar (Del Saz, 1997). En la primera etapa, para la construcción de la función de precios hedónicos, se debe tomar todos los atributos que influyan en la determinación del precio final del bien. Tomando como ejemplo el caso de la vivienda, el precio (P_h) de la misma estará determinada por la ecuación (5) de la siguiente manera:

$$(5) P_h = f_h(S_h, N_h, \dots, X_h)$$

Donde:

$S_h = S_{h1}, \dots, S_{hn}$ Es el vector de características estructurales de la vivienda, tales como metros cuadrados (dimensión), antigüedad de la vivienda, cantidad de habitaciones, terraza, garaje, chimenea, número de baños, piscina, entre otros.

$N_h = N_{h1}, \dots, N_{hn}$ Es el vector de características del vecindario donde se localiza la vivienda, se pueden encontrar variables tales como la existencia de colegios, centros comerciales, centros de salud, entre otros.

$X_h = X_{h1}, \dots, X_{hq}$ Es el vector de características ambientales, se pueden encontrar variables como la calidad del aire, nivel de ruido, presencia de basura, existencia de zonas verdes, entre otros.

Cabe recalcar, que tanto la elección de las variables como la clasificación de las mismas están a discreción del investigador. Existen variables que puedan catalogarse tanto en un vector como en otro, sin embargo lo más importante es que se procure elegir todas las variables relevantes que influyan en la construcción del precio. Una vez determinada la función de precios hedónicos se podría tener una idea de la influencia de cada variable obteniendo la derivada parcial de la misma. La derivada parcial de la función con respecto a cualquiera de los atributos ($\delta P_h / \delta Z_{hj}$) indica la disposición marginal al pago por una unidad adicional de dicho atributo (Azqueta, 2007).

En la segunda etapa, como se mencionó anteriormente, se procede a construir la curva de demanda del bien o servicio que se desea valorar. Para esto, se toma en consideración la función construida en la primera etapa. Se utiliza el precio de los atributos como variable dependiente y las características socioeconómicas y del vecindario como variables independientes. Para la implementación de este modelo se utilizan regresiones econométricas a través de un análisis diagonal o *cross section* el cual analiza un conjunto de variables en un instante de tiempo, o mediante un análisis temporal, el cual estudia la variación del precio en relación a la variación del atributo ambiental. Esta etapa permite inferir la disposición al pago que tienen los individuos por un incremento de una variable específica. Gracias a esto se puede estimar los cambios en el bienestar de los agentes relacionados a las variaciones de la calidad del bien o servicio ambiental (Del Saz, 1997).

Uno de los problemas que presenta el método de precios hedónicos es que en la práctica no todas las personas poseen la misma disposición al pago para el disfrute de bienes ambientales. Por ejemplo, si se incrementa o mejora el recurso ambiental, la valoración de los residentes actuales no será la misma que la valoración de familias que aprecien más este tipo de atributos. En otras palabras la curva de demanda de bienes ambientales estimados por el método de precios hedónicos representa el punto de equilibrio de cada demanda individual, pero no representa la demanda de cada grupo o familia. Por lo tanto, para obtener la demanda de cada grupo haría falta derivar la función de cada persona en función de sus atributos (Azqueta, 2007).

Otra limitación que presenta este método es el supuesto de movilidad. Este supuesto indica que todas las personas deben tener la capacidad de movilidad suficiente en el caso de que los niveles de contaminación varíen en el vecindario. De esta forma, las personas pueden cambiar su zona de residencia acorde a sus preferencias ambientales. No obstante, en la realidad este supuesto no se cumple, debido a que existen restricciones que impiden la libre movilidad, tales como ingresos, tiempo, impuestos, entre otros. Por lo tanto, la disposición al pago por los atributos ambientales no se refleja enteramente en el modelo (Azqueta, 2007).

Una situación que también representa una restricción en el método, son los costos de transacción no prohibitivos. Esto hace referencia a una situación en que los agentes deciden cambiar de vecindario debido al deterioro ambiental. Para esto, los agentes están dispuestos a pagar una cantidad determinada ($x+1$). No obstante, si los costes de transacción del cambio de vecindario son mayores a la cantidad mencionada, las personas deciden quedarse en su hogar actual. Esto ocasiona que el método no revele fielmente las preferencias y disposición al pago de las personas (Azqueta, 2007).

El método de precios hedónicos presenta varias ventajas en su aplicación. Entre éstas se puede mencionar que los resultados obtenidos de la aplicación del modelo se basan en comportamientos reales. En el planteamiento del método la variable dependiente es el precio de la vivienda y las variables independientes corresponden a características de la misma como se explicó anteriormente. Durante el proceso de recolección de datos las personas no tienen incentivos para otorgar información falsa acerca del precio o de las características. Esto le concede mayor fidelidad a los resultados obtenidos. Otra ventaja que presenta este método es su viabilidad, es decir que su implementación no suele representar altos costos económicos, lo cual favorece la elección de este método para la aplicación en diversos estudios. También se puede mencionar la versatilidad que presenta el método ya que además de aplicarse en estudios ambientales y de vivienda puede utilizarse para la valoración de bienes cuyos atributos se puedan analizar de manera aislada. Tal es el caso del mercado salarial y de automotores (Pere, 2004).

El método de precios hedónicos es una herramienta de VEA que permite cuantificar económicamente un bien o servicio ambiental. Los resultados producto de la valoración sirven como información para la toma de decisiones. Este método puede ser utilizado como medio para la implementación de políticas ambientales, que incidan en la mejora de la calidad de estos recursos y por ello, a continuación se analiza el desarrollo y finalidad de la implementación de políticas ambientales y sus instrumentos de aplicación.

Política ambiental y sus instrumentos

Como se mencionó anteriormente, existen seis fallas de mercado: competencia imperfecta, bienes públicos, mercados incompletos, información imperfecta, perturbaciones económicas y externalidades. Estos fallos requieren la intervención del Estado como órgano regulador para su corrección, esta intervención puede darse por medio de la creación de políticas públicas. Según Torres y Santander (2013:24) se debe comprender al Estado como un sujeto responsable directa o indirectamente del proceso de las políticas públicas, pero también se debe entender estas últimas como una de las mayores expresiones de la existencia política de un Estado.

La política es un plan para alcanzar un objetivo de interés público (BID, 2011 citado en Winchester, 2011). Las políticas pueden diferenciarse gracias a los recursos que utilizan. Pueden dividirse en dos tipos: las que consiguen sus fines gracias a los servicios públicos (disponiendo de recursos burocráticos como capital humano y financiero) y las políticas que consiguen sus fines gracias a la regulación y el sistema tributario. Las políticas públicas deben procurar un buen método de implementación para lograr eficiencia en sus objetivos (Winchester, 2011).

La política ambiental, por su parte también ha desarrollado varios métodos e instrumentos para dar una solución a los problemas de contaminación y degradación de los recursos naturales. Los instrumentos pueden clasificarse en dos grandes grupos. Por un lado están las medidas de mandato y control, las cuales son básicamente las regulaciones a través de normativa legal y por otro lado, se tienen a los mecanismos de mercado, también conocidos como instrumentos económicos. Estos últimos buscan corregir el precio de bienes y servicios al incorporar el costo social (además del privado) que se incurrió para la fabricación de estos (Oliva, et al., 2011:15)

Medidas de mandato y control

Estos instrumentos son la forma de regulación más común, toman el nombre de “mandato” debido a que son normas de cumplimiento obligatorio para los contaminadores. Para el diseño de estos mecanismos se implementa un sistema de monitorización para verificar posibles incumplimientos. Según Labandeira (2007:222) entre las principales medidas de mandato y control se encuentran:

- Normas sobre emisión de contaminantes.- Estas normas se encargan de la regulación de los gases contaminantes que emite un agente específico en un tiempo determinado. También son conocidas como “estándares de operación”.

- Normas sobre inmisión de contaminantes.- Se encargan de verificar que la emisión de gases se encuentre dentro de los niveles permitidos en una determinada zona en cada momento del tiempo.
- Normas tecnológicas.- Estas regulaciones obligan a las empresas a introducir nuevas tecnologías que generen un menor nivel de contaminación, o en su defecto a implementar tecnologías descontaminantes. Estas normas también se conocen como “estándares de diseño”
- Normas sobre bienes finales o intermediarios.- Estas normas se encargan de regular los niveles de contaminación o consumo energético que producen los bienes que se ofertan al público. Un ejemplo de esto son las regulaciones que se emiten para controlar los gases emitidos por los automotores.
- Normas de planificación.- Como su nombre bien lo explica, estas normas se encargan de la organización y proyección del territorio mediante la creación de condiciones de edificabilidad o niveles de ruido.

Mecanismos de mercado

Estos instrumentos tienen como finalidad modificar el comportamiento ambiental de los agentes mediante la aplicación de incentivos económicos. Los mecanismos de mercado presentan cierta flexibilidad en la implementación de políticas ambientales, debido a que las personas reaccionan a la intervención según sus capacidades. De esta forma se consigue que la contaminación se reduzca con un costo mínimo para la sociedad (Labandeira et al, 2007: 223). Según Labandeira (2007) los mecanismos de mercado más comunes son los impuestos, mercados de derechos de emisión y subvenciones. A continuación se analizan los mismos.

- Impuestos.- Son tributos obligatorios que deben cancelar los agentes que realicen actividades contaminantes. Se dice que los impuestos son un “instrumento de precio” ya que al gravarse sobre una actividad contaminante crean un precio a la externalidad. Se debe considerar que un impuesto ambiental no tiene el objetivo de recaudación. Su objetivo principal es incentivar cambios en el comportamiento de los agentes económicos, como estipula el rol de “penalización”. Un impuesto de este tipo se considera exitoso cuando logra con el tiempo menor recaudación, lo cual significa que los niveles de contaminación han disminuido. Solo en este caso, se puede decir que los incentivos aplicados fueron correctos, y la política ambiental ha logrado sus fines.

La implementación de impuestos ambientales posee varias ventajas. Según (Oliva, et al., 2011), son: i) Eficiencia estática: capacidad de conseguir un mismo nivel de reducción de la contaminación a un menor costo total, ya que cada agente puede elegir cuánto reducir según sus costos marginales particulares. ii) Eficiencia dinámica: los impuestos ambientales incentivan a los agentes a adoptar nuevas tecnologías más limpias e innovadoras. iii) Tratamiento generalizado: todos los agentes se enfrentan a una misma tasa de impuesto, lo cual anula la necesidad de que la autoridad reguladora deba negociar de manera individual la tasa a ser gravada. iv) Potencial Recaudatorio: El objetivo no es fomentar una mayor recaudación con estos impuestos, no obstante, dicha recaudación debe canalizarse al financiamiento de programas de política ambiental, prevención de daños naturales, o remediación.

De igual manera, los impuestos ambientales también poseen varias dificultades y desventajas. i) En ocasiones no son el mecanismo más acertado: en casos de afectaciones de salud o riesgo de vida de las personas el instrumento más acertado sería implementar medidas de comando y control. ii) Reacción de los agentes económicos: se pueden generar reacciones adversas en los agentes, si éstos asumen que tienen permiso o derecho de contaminar dado el pago del impuesto. iii) Impacto adverso en la equidad: los hogares con menos recursos económicos pueden verse mayormente afectados ya que los impuestos se gravan a bienes como la energía y combustibles con una tasa uniforme para la sociedad. De tal manera que su gasto relativo en estos bienes, tenga un mayor impacto proporcional (Oliva, et al., 2011).

- Mercados de derechos de emisión.- Se conocen también como instrumentos de cantidad. Plantean la creación de un mercado ficticio en el cual a partir de la cantidad de derechos intercambiables permitidos, se forma el precio por unidad de emisión (Labandeira, 2007: 224). Existen algunas variaciones de mercados de derecho de emisión, entre éstas se pueden mencionar: según la naturaleza del mercado, según la definición del permiso, según las reglas estáticas y dinámicas de intercambio y según la definición de los derechos de propiedad. Cabe recalcar que estas variaciones no son excluyentes entre sí.

La emisión por derechos de propiedad, es una de las más comunes, se clasifica en dos tipos: permisos de emisión subastados o permisos distribuidos de manera gratuita. Este caso nace a partir de la definición que tenga la sociedad sobre quién tiene los derechos sobre el medio ambiente. Si el Estado es quien posee los derechos de propiedad se aplica los permisos subastados. Caso contrario, si se considera que las empresas son quienes poseen los derechos sobre el medio ambiente, se otorgan permisos gratuitos.

- Subvenciones.- Las subvenciones son el mecanismo de mercado que a diferencia de los casos anteriores no cumple el principio de “quien contamina, paga”, de hecho la aplicación de subvenciones cumple la premisa contraria: el Estado paga a los agentes causantes de la contaminación a cambio de que los mismos reduzcan su nivel de emisiones. Labandeira (2007) plantea dos tipos de subvenciones: las primeras se otorgan con la finalidad de realizar inversiones en tecnología descontaminante. Este

tipo de subvenciones son las más comunes, debido a que su aplicación es más sencilla.

El segundo tipo de subvenciones se constituyen por subsidios que el Estado otorga por cada unidad de emisión reducida. Su aplicación es más complicada, debido a que requiere un monitoreo y control constante de la contaminación producida por cada agente. Por otro lado, los subsidios por descontaminación no cumplen con parámetros de eficiencia, a pesar que incentivan a la reducción de emisiones, dejan de ser efectivos cuando la subvención deja de ser rentable por el incremento en los costos marginales de descontaminar (Labandeira, 2007: 225).

En conclusión, se puede decir que la contaminación se puede analizar desde el punto de vista económico como una externalidad negativa. Por esta causa se discutió acerca de los fallos de mercado y su necesidad de intervención por parte del Estado. El objetivo principal de esta disertación es realizar la valoración económica de la contaminación del aire. Por este motivo se consideró dentro de la fundamentación teórica a la valoración económica ambiental y métodos de valoración, gracias a esto se obtuvo una guía en cuanto a la aplicabilidad del método, las variables que deben ser estudiadas y su importancia. Finalmente, se propone realizar una estrategia de política pública para internalizar los costos de la contaminación. Para esto se investigó acerca de la política ambiental y los diversos métodos de aplicación.

Capítulo I: Principales afectaciones de la contaminación del aire

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales de mayor interés en la ciudad de Quito. El incremento de este tipo de contaminación se debe principalmente al apogeo del parque automotor y de las industrias (REMMAQ, 2017). Durante el desarrollo de este capítulo se analizan los principales contaminantes del aire en la ciudad, su origen, evolución, y fuentes de emisión. Además se aborda las consecuencias de la contaminación del aire a nivel mundial, y las consecuencias a nivel local. Para determinar qué afectaciones causa este fenómeno y su incidencia en la ciudad de Quito.

1.1 Principales contaminantes del aire en la ciudad de Quito

Según la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire -NECA (2011) los contaminantes del aire pueden dividirse en contaminantes criterio y contaminantes no convencionales (atípicos y considerados peligrosos para la salud humana). Los contaminantes criterio, también conocidos como contaminantes comunes del aire son aquellos que tienen un límite de emisiones establecido en las normas de calidad del aire. En este caso, se dividen en gases y material particulado. El MDMQ cuantifica estas emisiones mediante la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito.

La REMMAQ actualmente cuenta con nueve estaciones de monitoreo, ubicadas en zonas estratégicas de la ciudad: Cotocollao, Carapungo, Belisario, Jipijapa, El Camal, Centro, Guamaní, Tumbaco y Los Chillos. Estas estaciones se encuentran monitoreando de forma permanente contaminantes comunes como el Monóxido de carbono (CO), Dióxido de azufre (SO₂), Óxidos de nitrógeno (NO), Ozono (O₃) y material particulado fino o de diámetro menor a 2.5 micrómetros (PM 2.5) y menor a 10 micrómetros (PM10). La REMMAQ emite reportes mensuales de monitoreo atmosférico, y de manera anual emite el informe de calidad del aire (ICA). Además, esta red da seguimiento a los niveles de radiación ultravioleta en la ciudad. En el capítulo III se trata a profundidad sobre los proyectos llevados a cabo por la red y su importancia para la gestión del aire en la ciudad de Quito. A continuación se analizan este tipo de contaminantes y su incidencia en la ciudad a partir de la información obtenida por la Red.

1.1.1 Gases

Monóxido de carbono (CO)

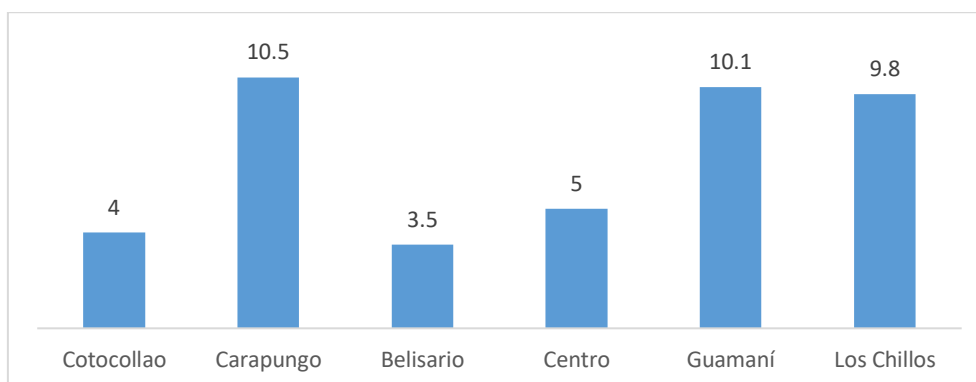
El Monóxido de carbono es un gas incoloro, que posee altos niveles de toxicidad. La concentración masiva de este tipo de gas puede ser perjudicial para la salud e incluso causar la muerte por envenenamiento. Se produce por la mala combustión de sustancias como el

tabaco, gas, gasolina, queroseno o carbón. La fuente más común de monóxido de carbono son los vehículos (Arciniégas, 2012).

Según el Informe de la Calidad de Aire (ICA) del año 2016, las emisiones de Monóxido de Carbono en Quito provienen del tráfico vehicular, específicamente de los motores a gasolina. Este informe establece que los meses donde existe mayor concentración de este gas fueron abril, octubre y noviembre. Por otro lado, los meses donde la concentración es menor son julio y agosto. Esto se debe a que durante los meses de vacación en escuelas y colegios existe menor tráfico vehicular, por ende menor emisión (DMQ, 2017).

Los sitios de la ciudad, donde existe mayor concentración de Monóxido de carbono son: Carapungo, Guamaní, Los Chillos, Centro Histórico, Cotocollao y Belisario Quevedo. Esto se debe a que existe una mayor cantidad de tráfico vehicular en estas zonas. Según la Norma de calidad ambiental nacional la emisión máxima permitida para este gas es de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. No obstante según el ICA (2016) las emisiones registradas en Carapungo y Guamaní fueron de $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, seguido por Los Chillos con una emisión de $9.8 \text{ mg}/\text{m}^3$, el Centro se mantiene con un nivel de $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ y finalmente se ubican Cotocollao con $4 \text{ mg}/\text{m}^3$ y Belisario Quevedo con $3.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ (DMQ, 2017).

Gráfico 2. Concentraciones medias mensuales de Monóxido de Carbono en Quito ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante el año 2016



Fuente: Informe de la Calidad del Aire (2016)
Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

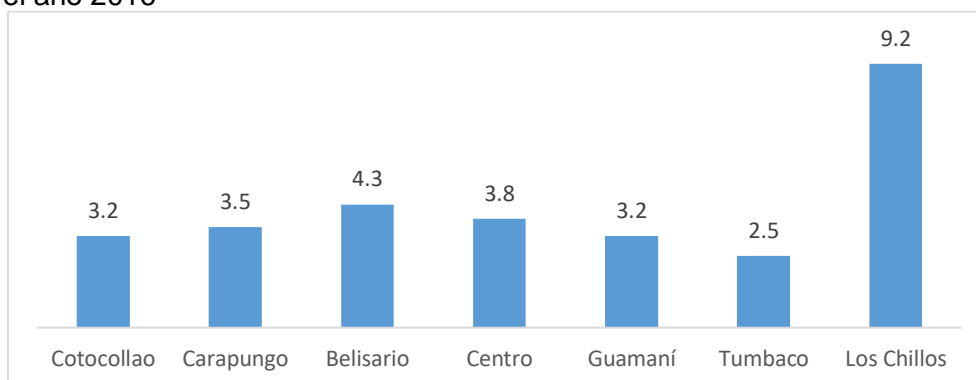
Dióxido de azufre (SO₂)

El dióxido de azufre, también conocido como dióxido de sulfuro es un gas incoloro, altamente irritante, se caracteriza por tener un olor penetrante. En contacto con el agua se convierte en ácido sulfúrico el cual es un compuesto químico altamente corrosivo. La densidad del dióxido de azufre es mayor a la del aire. Durante su proceso de oxidación, este gas forma sulfatos (sales minerales que se derivan del ácido sulfúrico). A su vez, los sulfatos forman parte de la contaminación conocida como material particulado. La mayor fuente generadora de dióxido de azufre es la combustión de derivados de petróleo y la quema de carbón. (Bonilla & Flores, 2010)

En cuanto al reglamento existente en Ecuador para la emisión de dióxido de azufre, la NECA establece que la concentración de dióxido de azufre no debe exceder de veinticinco microgramos por metro cúbico. Además, de manera anual, el promedio aritmético de la concentración de este tipo de gas no debe exceder de sesenta microgramos por metro cúbico (MAE, 2011). Las emisiones de dióxido de azufre a nivel general han disminuido en el DMQ, como respuesta a la reducción del diésel y mejora de la calidad de gasolina. Según el ICA, se han reducido las emisiones de este contaminante en 42% a partir del inicio de la revisión técnica vehicular² (RTV). Esto da fuertes indicios de que la RTV ha sido una política acertada del municipio de Quito (Oviedo, 2015).

Según el índice de calidad del aire ICA (2016), no existen altas emisiones de dióxido de azufre por fuentes automotrices en zonas céntricas de la ciudad de Quito. Sin embargo, la mayor concentración de este gas se encuentra en el Valle de los Chillos. Esto se debe a las emisiones de la Termoeléctrica Guangopolo. Las emisiones en este lugar son en promedio veinte veces mayores que las emisiones registradas en otras zonas. Esto es un indicador de que las termoeléctricas deben reemplazar el tipo de combustible que utilizan para sus actividades (MAE, 2011).

Gráfico 3. Concentraciones medias mensuales de Dióxido de Azufre en Quito ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante el año 2016



Fuente: Informe de la Calidad del Aire (2016)
Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

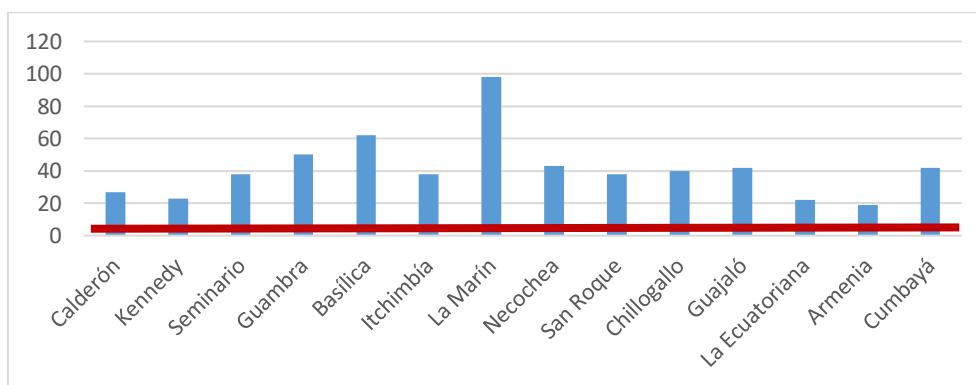
Dióxido de nitrógeno (NO, NO₂ y NO_x)

El dióxido de nitrógeno es un gas de color rojizo y altamente tóxico. Este contaminante se encuentra en estado gaseoso y se produce por la mala combustión de combustibles fósiles o como consecuencia del tráfico vehicular. Su presencia contribuye a la creación y modificación de otros contaminantes, tales como el ozono y el material particulado (Green Facts, 2004). Este tipo de contaminante tiende a afectar la calidad del aire en interiores. Esto se debe a la combustión de gas doméstico por estufas, acondicionadores de aire y calefones.

² Revisión Técnica Vehicular: La RTV es un programa impulsado por el MDMQ en el cual la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT) se encarga de verificar que los vehículos que circulan por la ciudad cuentan con condiciones mínimas de seguridad, y mantengan un nivel de emisiones que no supere la normativa vigente (AMT, 2018).

En cuanto a la norma para la emisión y control de este gas, la NECA establece que, en promedio aritmético, la concentración de dióxido de nitrógeno no debe exceder de cuarenta microgramos por metro cúbico (MAE, 2011). A nivel general, las emisiones de este gas registradas en la ciudad de Quito, poseen una tendencia a la baja. La concentración media anual permitida por la NECA es de $40 \mu g/m^3$, no obstante, existen varios sectores de la ciudad que aún sobrepasan el máximo permito. Éste es el caso de La Marín, que mantiene una concentración de Dióxido de Nitrógeno de $98 \mu g/m^3$. De igual manera, en el sector de la Basílica la concentración de este gas es de $62 \mu g/m^3$. Otros sectores que presentan el mismo problema son el Puente del Guambra con $50 \mu g/m^3$, Necochea con $43 \mu g/m^3$ y Guajaló y Cumbayá con $42 \mu g/m^3$. Estos altos niveles de concentración se deben a la cantidad de tráfico vehicular

Gráfico 4. Concentraciones medias del año 2016 de Dióxido de Nitrógeno a nivel de Calle en Quito



Fuente: Informe de la Calidad del Aire (2016)
Elaboración: Mishael Sangoluisa

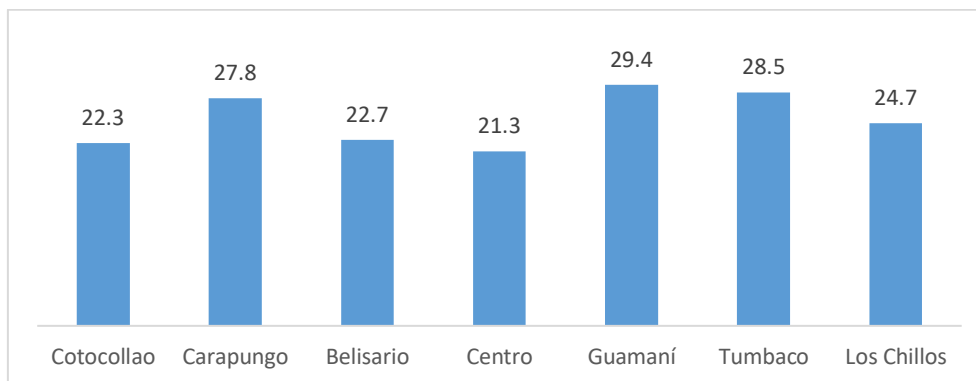
Ozono (O₃)

El ozono es un gas formado por tres átomos de oxígeno. Su densidad es de 1,66 respecto al aire. En cuanto a sus características, es un gas de color azul índigo, inestable y de olor fuerte y penetrante. El ozono presenta mayor solubilidad en agua que el oxígeno y está presente en pequeñas porciones alrededor de la atmósfera, formando la conocida “capa de ozono”. Cuando este gas se encuentra en la estratósfera, formando la capa de ozono es beneficioso para los seres vivos, debido a que actúa como un filtro de la radiación ultravioleta que llega a la tierra por los rayos del sol. No obstante, cuando se encuentra en el aire, puede ser peligroso para la salud. Esto se debe a que este gas ataca principalmente a las membranas mucosas, ocasionando problemas en la respiración. (OMS, 2003)

El ozono, según el ICA (2016), es considerado un contaminante secundario, debido a que no se genera por una fuente directa. Este gas es producto de la interacción de los rayos solares sobre los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. Según las mediciones registradas en la ciudad de Quito, el ozono tiende a concentrarse en meses cercanos al equinoccio, como agosto y septiembre. Por otro lado, la cantidad de ozono suspendida en el aire tiende a ser menor en meses lluviosos como abril y mayo.

La cantidad de ozono que se concentra en el aire de Quito, ha sido estable, y se ha mantenido dentro de los niveles permitidos en la NECA (100 microgramos por metro cúbico). Según datos de la CORPAIRE, entre el año 2004 y 2007 las emisiones de ozono se redujeron en un 17%. En la última década solo se excedió el nivel de emisiones permitidas en dos ocasiones, en el año 2007 y 2010. El nivel de ozono guarda una relación directa con el nivel de radiación solar de la ciudad (DMQ, 2017).

Gráfico 5. Concentraciones medias mensuales de Ozono en Quito ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante el año 2016



Fuente: Informe de la Calidad del Aire 2016
Elaboración: Mishael Sangoluisa

1.1.2 Material particulado

Material particulado fino o de diámetro menor a 2.5 micrómetros (PM 2.5) y menor a 10 micrómetros (PM 10)

El material particulado, es el conjunto de partículas en estado sólido, líquido, semi-sólidas y gaseosas emitidas directamente al aire, como resultado de la mala combustión del diésel, el polvo de la agricultura, y partículas generadas por procesos productivos. También pueden ser producto de actividades naturales, como emisiones volcánicas (Arciniégas, 2012). El material particulado puede presentar varias formas y tamaños. Debido a esto se ha clasificado según el diámetro, forma y densidad de la partícula. Se considera como grueso al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 10 micrones –PM 10- y finas al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2.5 micrones –PM 2.5- (Bell, Samet, & Dominici, 2004).

El tamaño de las partículas puede variar según procesos como condensación, evaporación o coagulación (Arciniégas, 2012). Cuando el material particulado se encuentra en suspensión, puede permanecer por minutos o días, y su tamaño puede crecer con el tiempo. La dimensión también puede variar de acuerdo a las reacciones químicas que tenga al estar en contacto con otros componentes atmosféricos (Balmaceda, 2016).

Las partículas finas pueden ser mucho más peligrosas para la salud, que otras formas conocidas de contaminación. Esto se debe a su reducido tamaño, ya que son mucho más proclives de ocasionar problemas de salud al filtrarse en el aparato respiratorio y en el flujo sanguíneo de los seres humanos (Kristie&Mc Gregor, 2008). El material particulado ha sido el responsable de impactos a la salud, con enfermedades como bronquitis, cáncer, enfermedades cardíacas, asma, y muerte prematura (Balmaceda, 2016).

Según la NECA (2011) el límite establecido en el país para la emisión de material particulado es de 1 mg/cm^2 . No obstante, en la ciudad de Quito, la REMMAQ reportó que durante la última década se ha excedido el límite en cuanto al material particulado grueso. El exceso de PM10 supera en cinco y hasta seis veces el límite permitido. En cuanto al material particulado fino, las emisiones son incluso más intensivas, la tendencia de este material ha ido en crecimiento en los últimos años. Estos niveles revelan que la población quiteña está expuesta de manera crónica a este tipo de contaminante. El MDMQ mediante la Secretaría de Ambiente, realiza una medición periódica del material particulado existente en el aire de la ciudad, a través de la Red Activa de Material Particulado – RAPAR. Esta red mantiene un monitoreo constante de las partículas finas y gruesas que se encuentran en el ambiente.

1.2 Consecuencias de la Contaminación del Aire

La contaminación del aire es uno de los fenómenos ambientales que más afecta al planeta. Este fenómeno causa grandes impactos principalmente por su fácil difusión y graves consecuencias. El deterioro de la calidad ambiental puede incidir en la reducción del nivel de calidad de vida de los seres humanos. Por eso, conviene estudiar los posibles efectos de la contaminación, con el propósito de proponer a futuro posibles estrategias de mitigación. A continuación, se analizan las consecuencias de la contaminación del aire, en ámbitos como la salud, economía y medio ambiente.

1.2.1 Consecuencias de la contaminación del aire en la salud

Las consecuencias que provoca la contaminación a la salud son distintas y muy variadas. Se puede mencionar desde afectaciones dermatológicas hasta enfermedades crónicas. No obstante, es importante mencionar que cada uno de los gases contaminantes, y material particulado produce diversas secuelas. Por ejemplo, en el caso del dióxido de nitrógeno, la exposición prolongada a este gas puede incidir en problemas de salud tales como la disminución de la función pulmonar, bronquitis aguda, tos, flema y reacciones alérgicas. Este contaminante se forma por la quema de combustibles fósiles. Por esta razón, la población que reside cerca de vías con mucho tráfico se encuentra altamente expuesta. Los agentes más vulnerables a este gas son los niños en general y las personas con asma (OMS, 2003).

Otros contaminantes del aire como el ozono afectan al aire principalmente en exteriores. Este gas tiene una reacción positiva a la luz. Por este motivo los niveles de concentración de este contaminante se incrementan durante el verano. Las consecuencias que causa al corto plazo son afectaciones al tracto respiratorio, a los pulmones y a la vista. Además puede causar episodios de alergia y sensibilidad al polen. En el largo plazo, el ozono se asocia con la disminución de la función pulmonar. Según estudios de la OMS, los niños son la población más vulnerable, ya que las emisiones de este gas perjudican el correcto desarrollo pulmonar (OMS, 2003).

Uno de los contaminantes más perjudiciales para los seres vivos es el PM fino, inferior a 2.5 μg . Estas partículas al ser sumamente pequeñas pueden pasar al torrente sanguíneo a través de los alvéolos pulmonares y causar enfermedades cardiovasculares, y daños cerebrales. El límite para las emisiones de PM sugerido por la OMS es de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Según un estudio realizado por CREAL (Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental) en España, los beneficios obtenidos por reducir el PM al límite sugerido por la OMS son significativos (Valls, 2017).

“Estos beneficios incluyen: 1.800 ingresos menos en los hospitales por causas respiratorias, 5.100 casos menos de bronquitis crónicas en adultos, 31.100 casos menos de bronquitis agudas en niños y 54000 crisis asmáticas menos en todas las edades. Por otro lado, se cuantificó una mejora en la esperanza de vida de 14 meses” (Valls, 2017).

A pesar de que la contaminación del aire suele ser estudiada desde el punto de vista de aire en exteriores, a nivel de interiores también provoca graves consecuencias a la salud. Las fuentes de contaminación dentro de las viviendas son los combustibles utilizados en la calefacción y cocción de alimentos. En la mayoría de países, a pesar de existir una normativa para la emisión de gases y material particulado, no existen límites establecidos para el nivel de contaminación interior. Esta omisión constituye una falta grave sobre el cuidado de la salud, tomando en cuenta que las personas pasan la mayor parte del tiempo en interiores. La población más afectada en este caso son los recién nacidos y lactantes, quienes al pasar gran parte del tiempo en el hogar están expuestos a la contaminación siendo este el génesis de futuras enfermedades (Barría, Calvo, & Pino, 2016).

Barría, Calvo y Pino (2016) realizaron un estudio sobre la contaminación del aire intradomiciliaria en las ciudades de Valdivia y Osorno en Chile. Para esto instalaron dispositivos de muestreo de Material Particulado en las viviendas participantes. Se tomaron en cuenta aspectos como el sistema de calefacción, ventilación, tabaquismo y aseo en el hogar. Los resultados preliminares arrojaron que el nivel promedio de PM fino, dentro de los hogares fue de 107 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe recalcar que según la normativa chilena para la calidad del aire, el nivel máximo permitido de PM es de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Barría, et al., 2016). En cuanto a los resultados obtenidos, se determinó que el sistema de calefacción que genera más contaminación es la combustión de leña, seguido por el gas, parafina y el carbón. En relación al aseo del piso, se comprobó que la forma de aseo que produce mayor concentración de PM es el barrido, seguido por el aspirado y la limpieza mediante un paño húmedo. Sobre la ventilación del hogar, las concentraciones de PM disminuyen si se abren las ventanas durante

el verano, no obstante tienden a incrementar si existe ventilación en el invierno. Sobre el consumo de tabaco intradomiciliario, la concentración mediana de PM no arrojó diferencias significativas con los hogares donde no se consumía tabaco. Este resultado discrepa con estudios realizados en Finlandia y Holanda, donde se demostró que el consumo de tabaco incrementa significativamente la concentración de PM, llegando este a niveles de $91.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Barría, et al., 2016).

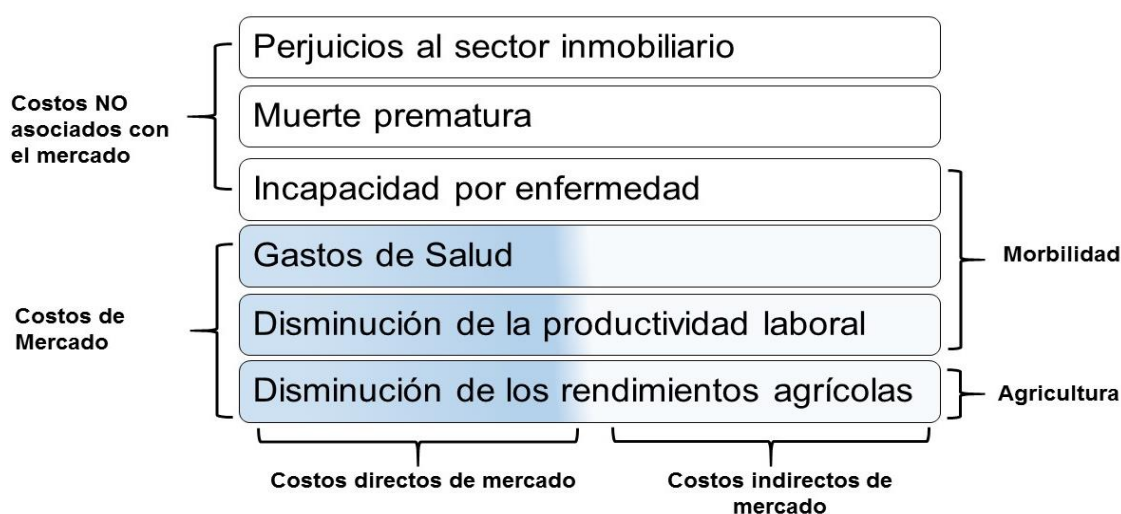
Cabe recalcar que además de las consecuencias directas a la salud, la emisión de gases y PM provoca el deterioro de la capa de ozono, lo cual también provoca afectaciones sanitarias. A pesar de que a nivel mundial se han emprendido varios esfuerzos por reducir los niveles de contaminación, la recuperación de la capa de ozono no es homogénea en todas las zonas. De tal manera, se espera que en latitudes altas del hemisferio norte se logre una recuperación efectiva, mientras que en las zonas ecuatoriales el deterioro de la capa de ozono se incrementa. Este fenómeno puede acarrear problemas a la salud de los seres humanos. Entre las consecuencias que acarrea la destrucción de la capa de ozono se puede mencionar el incremento de los rayos UV. Esto a su vez ocasiona patologías como el cáncer de piel, foto envejecimiento, inmunopresión y cataratas (López, 2011).

Según la OMS (2003), el cambio de las condiciones climáticas producto del deterioro de la capa de ozono y el calentamiento global puede tener repercusiones en tres ámbitos. El primero son consecuencias directas, como afectaciones de tipo cutáneas. La segunda son consecuencias a medio o largo plazo, como la acidificación del océano, incremento del nivel del mar y la falta de agua potable. Estas consecuencias pueden alterar la calidad de vida y los patrones alimenticios. La tercera, son consecuencias a la salud de tipo crónicas, tales como desnutrición, trastornos psicológicos, y enfermedades terminales. (López, 2011).

1.2.2 Consecuencias de la contaminación del aire en la economía

Según la OECD (2016), las consecuencias de la contaminación del aire en la economía pueden dividirse en dos categorías. La primera categoría se relaciona con los costos no asociados por el mercado. Como su nombre bien lo indica no existe un mercado que permita poner un valor económico a estas patologías, esto provoca que la valoración económica resulte compleja. Esta categoría contiene consecuencias como la muerte prematura e incapacidad por enfermedad. La segunda categoría se relaciona con los costos de mercado. Dentro de esta categoría se analizan consecuencias de la contaminación que pueden ser valoradas económicamente de manera directa, al poseer un mercado (OECD, 2016). A continuación se analizan las consecuencias de la contaminación a la economía según la clasificación de la OECD.

Gráfico 6. Costos económicos de la contaminación del aire



Fuente: OECD (2016) y OSMAN (2011)
Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

- Perjuicios al sector inmobiliario

El proceso de expansión urbana origina efectos negativos al medio ambiente. Esto se debe a que el incremento del área metropolitana incide en una mayor necesidad del uso de transporte por parte de las personas, lo que se traduce en mayores niveles de contaminación del aire debido al crecimiento del parque automotor (OSMAN, 2011). El nivel de contaminación varía entre las zonas de la ciudad, éste depende de las fuentes contaminantes que existan alrededor. Se dice que la contaminación ocasiona perjuicios al sector inmobiliario ya que incide negativamente en el precio de las viviendas que se ubican en zonas con una mayor concentración de gases. Sin embargo, obtener el valor económico de la contaminación del aire en un momento determinado puede presentar dificultades debido a que éste se presenta como un costo implícito (Vidaurre, 2009).

La contaminación del aire además de incidir en el precio de la vivienda también puede ocasionar daños en la estructura de las viviendas. Según el Manual de Patologías de la Edificación (2004) la contaminación atmosférica es una de las patologías que perjudica al ladrillo, mediante el ácido sulfúrico que se encuentra en el aire contaminado, esto puede tener consecuencias devastadoras, en la resistencia del ladrillo ya que contribuye a la descomposición del mismo (López, Rodríguez, Santacruz, Torreño, & Ubeda, 2004). Por otro lado, sulfatos y partículas derivadas de la quema de combustibles fósiles crean agentes que corroen materiales como la piedra, la cual también se usa en la construcción de bienes inmuebles. Además de estos efectos, cabe recalcar que la contaminación atmosférica causa deterioro en la fachada de los bienes, ocasionando manchas en la superficie, que afectan las zonas exteriores del inmueble. Todos estos daños ocasionados tanto a la infraestructura como a la fachada de los inmuebles inciden en costos económicos para sus reparaciones (López, et al, 2004)

- Muerte Prematura

Según estimaciones de la OECD (2016) en el 2060 la contaminación aérea causará de seis a nueve millones de muertes prematuras al año. En otras palabras, alrededor de 200 millones de personas podrían morir por esta causa. Para realizar una valoración de este fenómeno la OECD cuantificó la disposición al pago de las personas por reducir una cienmilésima su riesgo de muerte prematura. Los investigadores hallaron que las personas pagarían 30 dólares anuales por reducir estos riesgos. Al realizar las estimaciones al año 2060, se obtuvo que el costo global anual por esta patología alcanzaría el rango de 18 a 25 billones (World Economic Forum, 2016).

Estos datos contrastan con estudios realizados por el Banco Mundial (2013). La estimación de esta entidad sobre el costo de fallecimientos prematuros por la contaminación del aire a la economía mundial es de 225.000 millones al año. Según el BM, los países del Asia Meridional son los más afectados por este tipo de contaminación. La valoración económica de esta patología en la región fue de 66.000 millones (Banco Mundial, 2016).

Por otro lado, un equipo de investigadores de la Universidad de La Salle- Colombia, estimó el valor que representa la contaminación del aire para los Bogotanos. Para la realización de este estudio, se consideró la mortalidad prematura, y el costo sanitario de enfermedades asociadas a este fenómeno. El resultado fue que este tipo de contaminación representó un costo aproximado de 1.000 millones de dólares anuales en la ciudad. En otras palabras, alrededor del 1.1% del PIB de Bogotá (El Espectador, 2017).

- Incapacidad por enfermedad

La incapacidad por enfermedad puede ser interpretada desde la teoría económica como “desutilidad de la enfermedad”. Esta situación se produce cuando un agente deja de percibir su renta habitual como consecuencia de una dolencia. Este tipo de incapacidades impiden que las personas formen parte de la población económicamente activa. Según la OECD, la incapacidad por enfermedades puede representar la pérdida de 3750 millones de días de trabajo por año. Esto significa una reducción en la productividad laboral con un costo económico de 2,6 billones de dólares al año, lo que significa el 1% del PIB mundial (OECD, 2016).

- Gastos de Salud

Según el Instituto Mexicano para la Competitividad IMCO en el año 2013, el gasto en salud producto de la Contaminación del Aire en este país fue \$728 millones de pesos. Para este cálculo se consideró el producto del número de hospitalizaciones y consultas por patologías

relacionadas a la contaminación, por el costo promedio de cada uno, y el número de días de atención médica (IMCO, 2013). Esta información contrasta con la obtenida por el Departamento Nacional de Planeación de Colombia. Este país durante el 2015 reportó gastos en salud relacionados con la contaminación por 15.4 billones de pesos (El tiempo, 2016).

- Disminución de la productividad laboral

Por otro lado, la contaminación atmosférica también afecta a la productividad, según la Organización Internacional de Trabajo (OIT), la contaminación es tomada como un efecto del crecimiento económico. No obstante, la contaminación puede afectar a los trabajadores al causar accidentes laborales ocasionados por la constante exposición a compuestos químicos de distinta naturaleza (OIT, 2014). Según estimaciones del IMCO, las pérdidas de productividad en México representan 3.396 millones de pesos anuales. Para este cálculo se consideró el producto de los días laborales perdidos a causa de enfermedades atribuibles a la contaminación, por el salario promedio diario, y los días de atención médica (IMCO, 2013).

- Disminución de los rendimientos agrícolas

Los altos niveles de concentración de gases contaminantes pueden incidir en la contracción de los rendimientos agrícolas. A nivel mundial, las cosechas han disminuido a causa de la contaminación, no obstante esta disminución se presenta de manera heterogénea en varias regiones. En países como Japón, Corea, Estados Unidos y China la disminución de los rendimientos es más evidente que en otras partes del mundo (OECD, 2016). Según proyecciones de la OECD, el costo económico total que tendrá la reducción de la agricultura para el 2030 es de 140 billones de dólares, y para el año 2060 es de 400 billones de dólares (OECD, 2016).

En la tabla 2, se pueden observar las proyecciones que realizó la OECD sobre el costo de la contaminación. Cabe recalcar que estos cálculos se realizaron tomando en cuenta un mayor nivel de contaminación en los años futuros.

Tabla 2. Proyección del costo total de la contaminación del aire exterior
(Billones de dólares)

	2015	2030	2060
Muertes Prematuras	3160	6050-6340	18.300-25330
Incapacidad por enfermedad			
	280	560	2240
Gastos de Salud			
Costos directos	20	40	140
Costos indirectos	120	290	1350
Productividad laboral			
Costos directos	50	90	350
Costos indirectos	30	140	900
Rendimientos Agrícolas.			
Costos directos	40	50	80
Costos indirectos	50	90	320
COSTO TOTAL	US\$ 3750	US\$ 7310	US\$ 23680

Fuente: OECD, 2016

Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

1.2.3 Consecuencias de la contaminación del aire al medio ambiente

La contaminación del aire es el desencadenante de varios fenómenos ambientales. A este tipo de contaminación se relacionan acontecimientos como el deterioro de la capa de ozono, el cambio climático, lluvias ácidas y el efecto smog. Estos fenómenos inciden en la reducción del nivel de calidad de vida de la sociedad. Por esta razón, se han tomado medidas a nivel mundial con la finalidad de proteger el medio ambiente (ONU, 2015).

El deterioro de la capa de ozono se debe a la emisión de gases contaminantes, éstos producen daños al interactuar con los rayos UV. Entre los efectos más notables de esta situación se pueden señalar el incremento de la radiación UV, afectando de esta manera a la salud de los seres humanos y provocando mayor sensibilidad a las plagas de diversos cultivos. Además, el incremento de rayos UV, afecta al plancton. Esta situación puede incidir en la cadena alimenticia de vida marina, causando efectos ecológicos funestos (PNUMA , 2012).

Según el Programa de las naciones unidas para el ambiente (PNUMA, 2014), las altas concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, así como otros factores antropógenos son los causantes del cambio climático. Este fenómeno representa uno de los problemas ambientales más grandes de los últimos tiempos. Entre las consecuencias que tienen el cambio climático, se puede mencionar el derretimiento de nieve y hielo en los polos, alteración en los sistemas hidrológicos, y aumento de temperatura en varias partes del planeta. Este fenómeno puede causar impactos graves, generales e irreversibles para los ecosistemas y la población si no se controla la emisión de gases.

En cuanto al control de emisión de gases, durante el Acuerdo de París se propuso el objetivo de controlar y reducir estas emisiones. No obstante, a pesar de estas medidas, se espera que la temperatura a nivel mundial aumente entre 2.9 y 3.4 durante el presente siglo. Si las emisiones no son controladas, se prevé que hasta el año 2030 éstas alcancen la cifra de cincuenta y seis gigatoneladas de dióxido de carbono. Esta situación podría provocar una catástrofe ambiental para las futuras generaciones (PNUMA, 2016).

Otro de los efectos de la contaminación que se mencionó anteriormente es la lluvia ácida. Este fenómeno se forma cuando la humedad del aire se mezcla con gases contaminantes tales como el óxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Producto de esta mezcla se crean ácidos sulfúricos y ácidos nítricos, que caen a la tierra tras las precipitaciones. Este tipo de lluvia tiene características físicas similares a la lluvia normal. Es decir, que las personas no pueden encontrar diferencias a simple vista. No obstante, las afectaciones que provoca este fenómeno se evidencian claramente en el deterioro de salud de las personas y en el menoscabo de los cultivos y flora a nivel general (Granados, López, & Hernández, 2010).

El efecto smog también es un problema ambiental producto de la contaminación ambiental. Se constituye de una mezcla de humo, niebla y concentraciones de óxido de sulfuro, nitrógeno, material particulado, partículas de níquel, plomo, cobre y manganeso. Existen dos tipos de smog, el sulfuroso y el fotoquímico. El smog sulfuroso es el resultado de gases de azufre y niebla. Por otro lado el fotoquímico se ocasiona por la interacción de la luz solar con los óxidos de nitrógeno. Este último por lo general aparece durante olas de calor o durante el verano. (Vidal, 2008).

1.3 Consecuencias de la contaminación del aire en la ciudad de Quito

En el año 2016 la Universidad de Yale realizó un estudio de desempeño ambiental, analizando una muestra de 180 países en relación a la gestión de recursos naturales de cada uno. Para el Ecuador, la gestión del aire fue el aspecto mejor puntuado, se obtuvo 90.12 puntos sobre 100, de esta manera se demostró que a nivel general el país lleva correctas directrices sobre este recurso. Estos logros pueden asociarse a que el país posee estándares de regulación del aire más estrictos que los establecidos por la OMS y el Fondo Mundial de la Naturaleza WWF (El telegrafo , 2016).

Durante la Conferencia de la ONU Hábitat III celebrada en Quito en el año 2016, la OMS lanzó una campaña contra la contaminación del aire en ciudades. La finalidad era crear conciencia sobre los daños de contaminación del aire en la salud y medio ambiente (ONU, 2016). La gestión del aire en el Ecuador es una competencia compartida con el MAE, y los gobiernos

locales. El caso de la ciudad de Quito es especialmente importante por la cantidad de población que reside en este cantón. Según datos del INEC registrados en el último censo, Quito posee 2'239.191 habitantes, y para el año 2020 se proyecta como el cantón más poblado del país (INEC, 2013).

El análisis de las consecuencias de la contaminación del aire es importante, ya que gracias a su fácil difusión por vientos o lluvias puede expandirse fácilmente. La ciudad de Quito no es ajena a esta realidad. A pesar de que las autoridades han implementado programas para el control y monitoreo de gases y material particulado las características de la localidad facilitan la propagación de la contaminación. Quito es vulnerable ante estos problemas ambientales debido a su altitud, topografía y ubicación.

La altitud es un determinante negativo para Quito. La altura de la ciudad es de 2800 metros sobre el nivel del mar. Esto hace que la cantidad de oxígeno sea menor, lo cual ocasiona que la combustión sea menos eficiente. Esto incide en un mayor consumo de combustibles fósiles, lo cual produce mayores niveles de contaminación. Esta premisa coincide con los resultados obtenidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2006). En este estudio se comprobó que a mayores altitudes los vehículos a gasolina emiten hasta 40% más monóxido de carbono. (Páez, 2012).

Por otro lado, la topografía también representa una característica negativa en cuanto a la contaminación atmosférica. Esto se debe a que la ciudad se encuentra en una especie de cuenca entre la rama occidental de la Cordillera de los Andes, el Guagua Pichincha y el Ruco Pichincha. Esto forma una especie de barrera que evita la circulación del viento y la capacidad de dispersar los contaminantes. Además, la ubicación de Quito, próxima a la línea ecuatorial, hace que esta zona reciba mayores niveles de luminosidad, provocando que las reacciones químicas favorezcan la existencia de smog y ozono en el aire (Páez, 2012).

A continuación, se analizan las consecuencias de la contaminación atmosférica en la ciudad de Quito. Sin embargo, cabe mencionar que a pesar de la prioridad que mantienen las autoridades ambientales sobre el control y monitoreo de la calidad del aire en Quito, existen pocos estudios sobre los efectos de este problema ambiental. Las relaciones existentes entre la evolución de distintas patologías y la contaminación aérea no han tenido suficiente apertura. No obstante, existen algunos estudios puntuales sobre los efectos provocados.

1.3.1 Contaminación del aire y la salud, economía y medio ambiente en Quito

Sobre las afectaciones a la salud, cabe destacar el estudio realizado por Sempértegui (2010) quien comprobó que este tipo de contaminación en la ciudad de Quito agrava patologías como la atrofia en el crecimiento fetal, aumento del riesgo de neumonía en niños, pérdida de

memoria y mutaciones que derivan en cáncer de pulmón y de seno. A estas enfermedades mencionadas se debe añadir los daños ocasionados al tracto respiratorio y afectaciones dermatológicas. En cuanto a esto se comprobó que el PM fino provoca susceptibilidad en las infecciones respiratorias agudas, siendo los niños los más vulnerables. Estas enfermedades se relacionan con la incidencia de monóxido de carbono en el aire y la emisión de gases mediante combustibles fósiles (Sempértegui, 2010 citado en El Comercio 2010).

Asimismo, la Fundación Natura (2000) realizó un estudio sobre el incremento de enfermedades de niños en edad escolar por contaminación atmosférica. Entre los resultados se demostró que los niños que pasan más tiempo expuestos a contaminantes poseen una mayor tendencia a desarrollar infecciones respiratorias agudas. Además se comprobó que la población más vulnerable se encuentra en la zona del centro histórico, debido al alto flujo vehicular (Fundación Natura, 2000).

Por otro lado, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) advirtió que los niveles de radiación en la región interandina, y de manera especial en la ciudad de Quito han superado los límites permitidos. Frente a esta situación el Ministerio de Salud Pública instó a los ciudadanos a restringir su exposición al aire libre. Esto se debe a que la radiación es causante de varias enfermedades de piel. Cabe recalcar que los altos niveles de radiación se deben al deterioro de la capa de ozono, producto de la contaminación aérea (El Comercio , 2017).

Como se evidenció anteriormente, los efectos que causa la contaminación en la economía mundial han sido estudiados y cuantificados por diferentes organismos internacionales y varios países. Sin embargo, en el Ecuador existen pocos estudios al respecto. Algunas ciudades, como en el caso de Quito han realizado ciertas investigaciones. No obstante, no se ha dado el seguimiento necesario, ni se han actualizado dichos estudios en la mayoría de los casos.

Sobre la información recabada, se puede destacar el estudio de Villacís (2003). Esta autora realizó un estudio sobre los costos económicos en salud ocasionados por la contaminación del aire en la ciudad de Quito. Los resultados más significativos que obtuvo la autora, mencionan que el gasto anual estimado en salud, en el año 2003 fue de 7 millones de dólares. Por otro lado, se estimó que los gastos de remediación por salud fueron de 8'315.169. Como menciona la autora, además de estos rubros existen consecuencias que no pueden ser cuantificadas fácilmente, tales como la pérdida del paisaje, pérdida de visibilidad, y la reducción del nivel de calidad de vida.

En este acápite también conviene analizar el impuesto ambiental a la contaminación vehicular. Su finalidad es gravar la contaminación del ambiente producida por el uso de vehículos motorizados de transporte terrestre (SRI, 2018). A pesar de que este impuesto se aplica a nivel nacional, tiene una fuerte incidencia en Quito por el tamaño de su parque automotor.

Según cifras del INEC, Pichincha es la provincia que posee el mayor número de vehículos matriculados, con un total de 492.568, de los cuales 432.000 pertenecen al cantón Quito (INEC, 2016).

Este impuesto debe ser cancelado por todos los propietarios de vehículos motorizados, que tengan un cilindraje mayor a 1500cc. La base imponible varía de acuerdo al cilindraje del automóvil y tiene un factor de ajuste que considera la antigüedad del vehículo. Durante el año 2014, el impuesto ambiental a la contaminación vehicular recaudó un total de \$115.3 millones de dólares. Esta cifra representa el 3% del total de la recaudación efectuada por el SRI durante el mismo año fiscal. Cabe recalcar que el monto obtenido del cobro de este impuesto ha tenido un crecimiento anual del 18% desde su implementación en el año 2012 (El Comercio, 2015).

Por otro lado, Muenala (2016) realizó un estudio sobre los costos implícitos de la contaminación en relación a la aplicación del impuesto ambiental. En esta investigación, se realiza una valoración económica de la externalidad de la contaminación del aire mediante la metodología de costos evitados, para esto, se tomó en cuenta los costos de diagnóstico, tratamiento, y laborales que se incurren para remediar una enfermedad originada por este tipo de contaminación. En cuanto al diagnóstico se demostró que el resultado promedio es USD17, el costo del tratamiento variaba según la intensidad de la patología, para una enfermedad respiratoria leve el costo promedio es USD 3.14, para una enfermedad respiratoria moderada USD7.94 y para una enfermedad respiratoria grave es USD15.18. Asimismo los costos laborales varían dependiendo los días de reposo, para 2 días el costo promedio es USD 35.40, para 3 días el costo es USD 53.10 y para 5 días el costo es USD 88.50. En promedio, el costo total de la externalidad es de USD79.09. La autora demostró que el cobro del impuesto ambiental no es un impuesto eficiente ya que no internaliza el costo de la externalidad causada, debido a que existen vehículos con bajo cilindraje que están exentos al pago del impuesto independientemente de la antigüedad del motor (Muenala, 2016).

Además de las consecuencias antes analizadas, la contaminación del aire también ha generado problemas ambientales en la ciudad de Quito. Un ejemplo claro de estos problemas es la lluvia ácida. Bonilla y Flores (2010) realizaron un estudio de campo para analizar la calidad del agua lluvia en Quito y la contaminación atmosférica. Entre los principales resultados, se obtuvo que los contaminantes aéreos se concentran alrededor de sus fuentes generadoras debido a la baja intensidad del viento en la ciudad. Este caso se presenta con mayor frecuencia en el centro de la ciudad, donde los niveles de contaminación son altos. Por otro lado, los autores mencionan que el pH más básico (es decir, el menor nivel de contaminación) se encuentra en el occidente de Quito. Esto se debe a que la vegetación existente en la ladera del Pichincha ayuda a neutralizar los contaminantes (Bonilla & Flores, 2010).

Durante el desarrollo de este capítulo se analizaron los principales contaminantes del aire en la ciudad. Como conclusión se puede rescatar que a nivel general, Quito mantiene un control eficiente sobre la emisión de gases y PM. Como se pudo evidenciar, la mayoría de estos se

mantienen dentro de los rangos propuestos por la NECA. Sin embargo, cabe destacar que en ciertas zonas de la ciudad, la calidad del aire disminuye notoriamente. Esto se debe a la cantidad de tráfico vehicular que circula por dichas zonas.

Por otro lado, al analizar las consecuencias del aire a nivel mundial, se puede decir que la contaminación del aire es un fenómeno ambiental que afecta a los seres humanos y al planeta de manera irreversible. Las consecuencias son diversas, a nivel de salud, las patologías que se relacionan a la contaminación incluyen problemas respiratorios, complicaciones cardíacas, mala formación, enfermedades crónicas, afectaciones dermatológicas y la muerte. En cuanto a las consecuencias a la economía, se destacan los costos por muerte prematura, disminución de la productividad y los gastos de salud. Las consecuencias con el medio ambiente producen daños al medio ambiente, causando el deterioro de los ecosistemas y la alteración de patrones de vida de varias especies.

Al analizar las consecuencias de la contaminación en Quito, se puede concluir que este fenómeno tiene gran incidencia en el campo de la salud. Enfermedades del tracto respiratorio, y problemas dermatológicos poseen una estrecha relación con el nivel de contaminación. Cabe destacar que la población más vulnerable son los niños y ancianos. En cuanto al ámbito económico y ambiental, existen pocos estudios que aborden las consecuencias causadas por la contaminación.

Capítulo II: Valoración económica de la Contaminación del aire

El método de precios hedónicos parte de la premisa de que el precio de un bien se refleja en la valoración que tiene cada una de sus características. En la aplicación de este método se toma al recurso ambiental como un atributo adicional a la vivienda. De esta forma se puede conocer de qué manera los recursos o servicios ambientales afectan económicamente el mercado y por ende obtener su valoración. Durante el desarrollo de este capítulo se aborda de manera detallada el proceso de elaboración de encuestas y recolección de datos. También se presenta la información socioeconómica, ambiental y estructural de las parroquias de estudio. El capítulo finaliza con el desarrollo del método de precios hedónicos mediante modelos de MCO y la interpretación de los resultados.

2.1 Selección de casos para la investigación

2.1.1 Generalidades del Distrito Metropolitano de Quito

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) es la ciudad capital del Ecuador y de la provincia de Pichincha. Cuenta con una superficie total de 4.183 km^2 , y se ubica en la zona central norte de la Cordillera de los Andes. Esta ciudad limita al norte con la provincia de Imbabura, al sur con los cantones Rumiñahui y Mejía, al este con los cantones Pedro Moncayo, Cayambe y la provincia del Napo y al oeste con los cantones Pedro Vicente Maldonado, Los Bancos y la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas (Gobierno de Pichincha, 2017). Según el INEC la población de Quito es de 2.6 millones de personas, de las cuales el 51.7% son mujeres y el 48.3% son hombres. Además esta ciudad se proyecta para el año 2020 como la ciudad más poblada del Ecuador con un total de 2.7 millones de habitantes (INEC, 2017).

La ciudad de Quito es el eje de las actividades productivas a nivel nacional. Esta ciudad genera el 22.11% del PIB del Ecuador, lo cual da indicios de la importancia económica que tiene. Entre las actividades que más aportan a la generación del Valor Agregado Bruto (VAB) se encuentran: actividades profesionales e inmobiliarias (25%), manufactura (17%), transporte y comunicaciones (12%). Por otro lado, Quito aporta con el 22.05% de plazas de trabajo a nivel nacional en las zonas urbanas, lo cual lo cataloga como la segunda ciudad creadora de empleo (MDMQ, 2015)

En cuanto a las características biofísicas de la ciudad, se puede mencionar que Quito se sitúa en un estrecho valle montañoso, en las faldas del volcán activo Pichincha. La ciudad está rodeada de una barrera de montañas que han obligado que la expansión de la urbe ocurra de manera longitudinal. Asimismo la ciudad se encuentra localizada en la subcuenca hidrológica del Guayllabamba, cinco ríos atraviesan esta ciudad: Guayllabamba, Machángara, Monjas,

Pita y San Pedro (IMQ, 1992 citado en Murray, 1998). En cuanto a los suelos, casi todos son de origen volcánico, y poseen una retención de humedad extremadamente alta, sin embargo los niveles de erosión son extremadamente altos (Murray, 1998).

Esta ciudad fue declarada por la UNESCO como “Patrimonio Cultural de la Humanidad” en 1978. Este reconocimiento se obtuvo debido a la belleza arquitectónica de la urbe y a su importante legado en artes y cultura. Actualmente la ciudad se divide en tres zonas, las cuales se diferencian por sus matices arquitectónicos y culturales: el norte, donde se sitúa el Quito moderno, aquí se encuentran grandes estructuras urbanas y centros de comercio; el centro también conocido como Quito Antiguo, aquí se exhibe la herencia colonial y artística que ofrece esta ciudad y por último, la zona sur, donde se ubican núcleos de expresión juvenil que impulsan nuevas formas de cultura e interacción social (Gobierno de Pichincha, 2017).

En cuanto a su división político administrativa, Quito cuenta con 65 parroquias, 32 urbanas caracterizadas por su consolidación económica, servicios, conectividad y equipamientos. Por otro lado, las parroquias rurales son 33 y éstas presentan características de asentamiento dispersas y actividades productivas relacionadas a sectores primario y secundario (MDMQ, 2012). Para el desarrollo de esta investigación se han escogido como caso de estudio las parroquias urbanas Belisario Quevedo y Cotocollao debido a que son zonas que presentan características socioeconómicas distintas, pero comparten niveles similares de contaminación aérea. Esto se puede comprobar con la medición del Índice Quiteño de Calidad de Aire (IQCA) el cual es una escala numérica entre 0 y 500, entre mayor sea el valor mayor será el nivel de contaminación atmosférica (Secretaría de Ambiente, 2016). El IQCA de Belisario Quevedo es de 98, mientras que el IQCA de Cotocollao es de 89. Estos dos valores se encuentran dentro del rango de contaminación “moderada”. A continuación se analiza información sobre las parroquias seleccionadas

2.1.2 Parroquia Belisario Quevedo

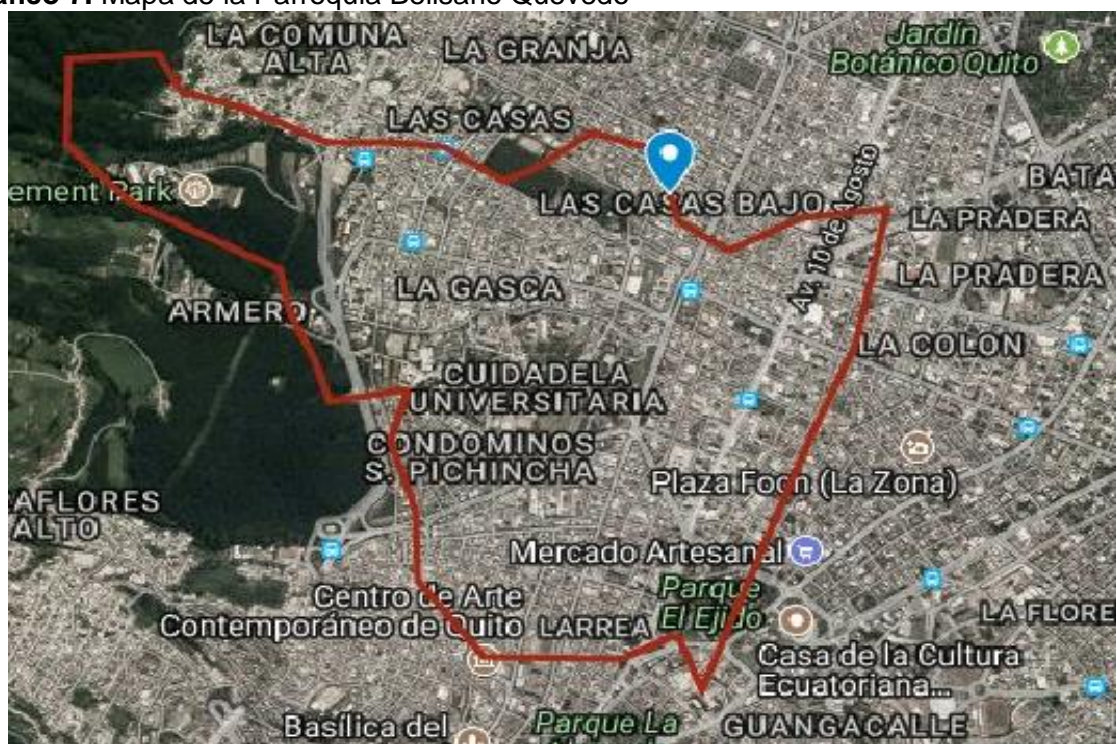
La parroquia urbana Belisario Quevedo se encuentra en la ciudad de Quito, en la zona centro-norte de la ciudad. Pertenece a la administración zonal turística La Mariscal. Está formada por 12 barrios. Su nombre se puso en honor a Belisario Quevedo quien fue un personaje histórico ecuatoriano, dedicado al periodismo, educación y legislación. Este barrio forma parte del Quito Moderno, en el cual destacan su infraestructura y movilidad. En cuanto a la infraestructura, la tendencia de edificabilidad del lugar es la expansión vertical, es decir la construcción de edificios. En esta zona se ubican varias dependencias del Gobierno Nacional, e instituciones del Estado.

Román (2017) realizó un estudio sobre las zonas comerciales del DMQ, enfocándose en la parroquia Belisario Quevedo. Entre los principales resultados, se destaca que la línea de negocio que predomina en la zona son los restaurantes con 54% (Román, 2017). Por otra

parte, esta zona también es considerada atractiva para los turistas, debido a los lugares de entretenimiento nocturno con los que cuenta (La Hora , 2012).

La parroquia cuenta con diversas amenidades en su territorio. Entre las zonas verdes públicas o parques que existen se destacan el parque de Pambachupa, el parque Italia, y el parque de Las Casas. Entre los centros comerciales que existen en el sector se puede mencionar al Centro Comercial América, Centro Comercial Espiral, y al Centro Comercial Artesanal Quitus. Asimismo, esta zona cuenta con varios centros de salud, como el de Santa Clara del Norte, Santa Clara de San Millán, San Vicente de las Casas y Fray Bartolomé de las Casas. También existen varias unidades educativas alrededor de la parroquia, se pueden mencionar el colegio Luigi Galvani, colegio Menor Universidad Central, colegio Cardenal Spellman femenino, Unidad Educativa Jezreel, Colegio Adventista Ciudad de Quito, y el Instituto Gran Colombia. En cuanto a los supermercados existentes en la zona está el supermercado Santa María de Santa Clara y el Supermaxi América. A continuación, en el gráfico 15 se puede observar el mapa de la parroquia.

Gráfico 7. Mapa de la Parroquia Belisario Quevedo



Fuente: Google Maps

Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

2.1.3 Parroquia Cotocollao

La parroquia urbana Cotocollao se ubica en la zona norte de la ciudad de Quito, posee un territorio aproximado de 275 km^2 . Está formada por ocho barrios, y se encuentra dentro de la Administración Zonal La Delicia. En esta zona existen vestigios arqueológicos de la cultura

Cotocollao (de ahí proviene su nombre actual). Se estima que habitaron el sitio entre los años 1500 a.C. y 500 a.C. Esta cultura fue un pueblo artesano que tenía entre sus actividades principales la elaboración de esculturas de cerámica y el cultivo de maíz y fréjol.

Años después con la llegada de los españoles Cotocollao se convirtió en una zona agrícola, en la que se construyeron haciendas de propiedad de nobles y criollos adinerados. Una de estas haciendas perteneció a Mariana de Carcelén, marquesa de Solanda, quien fue esposa del Mariscal Antonio José de Sucre. En la actualidad esta construcción constituye la casa parroquial de Cotocollao y las dependencias de la Administración Municipal, además también se mantienen varias de las casas de estilo de republicano, razón por la cual esta parroquia es considerada como patrimonio de la ciudad. La belleza arquitectónica de estas infraestructuras es similar a las edificaciones que existen en el centro histórico de la ciudad (El Telégrafo, 2016).

En la década de 1970 Cotocollao aún se conocía como una zona semirural de Quito, la única conexión de la parroquia con la ciudad era la Avenida de La Prensa. No obstante, Cotocollao experimentó un proceso acelerado de incorporación urbana, de tal manera llegó a constituirse como la puerta de entrada a la capital desde el norte interandino y el noroccidente de Pichincha (El Telégrafo, 2016). Actualmente esta zona se consolida como un área residencial con una fuerte presencia comercial, la parroquia cuenta con supermercados de características populares, tiendas populares, zapaterías, panaderías, restaurantes, almacenes de electrodomésticos, entre otros.

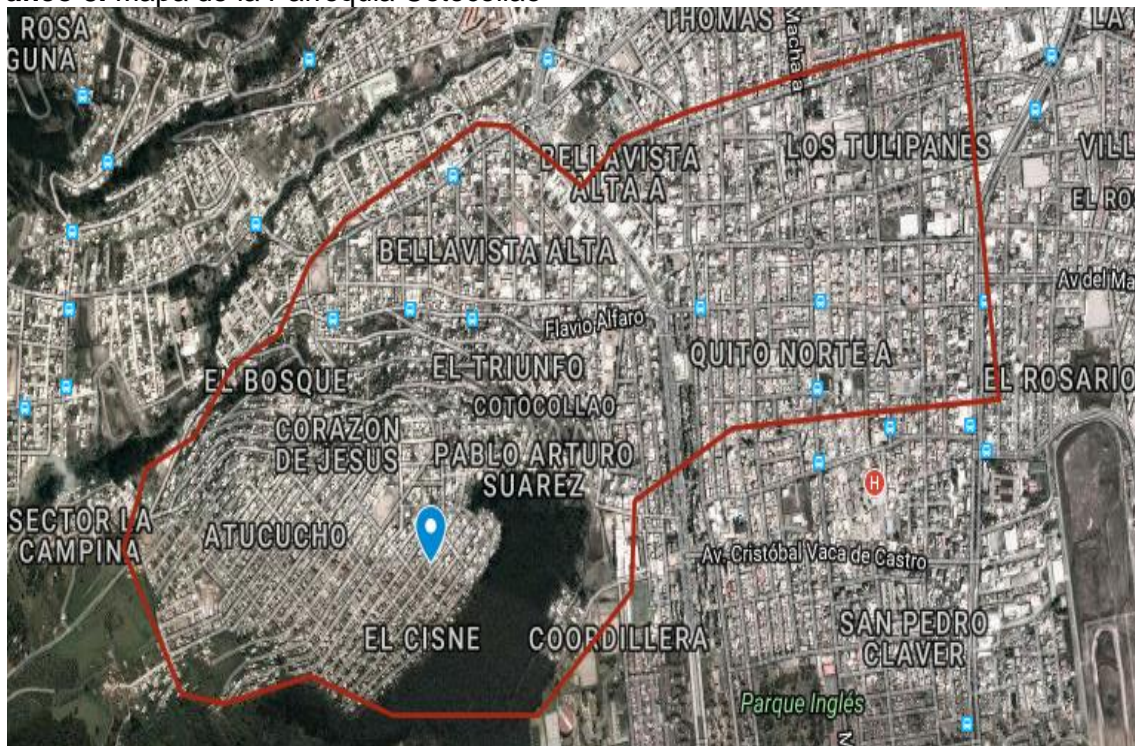
Cortés y Cisneros (2014) realizaron un estudio sobre el sector microempresarial de Cotocollao. Entre los principales resultados cabe destacar que el 73.1% de las microempresas que existen en la zona se dedican a la actividad comercial, el 80.2% de las empresas poseen entre 1 a 3 trabajadores. Asimismo, el 98.5% de las firmas necesitó de financiamiento, y lo obtuvieron mediante crédito privado (Cortés & Cisneros, 2014). Esto evidencia la fuerte presencia comercial que existe en la zona.

Cotocollao posee varias amenidades que se ubican a lo largo de la parroquia. Entre las zonas verdes públicas o parques se puede mencionar el Parque de la Amistad, Parque Amazonas, Parque Luis Zodiuro y el Parque 23 de Junio. En cuanto a los centros comerciales que existen en la parroquia Cotocollao se pueden mencionar el Centro Comercial Paseo del Norte y Plaza Santa María. Cabe aclarar que los moradores también toman en cuenta al Centro Comercial El Condado como una amenidad del sector a pesar de que éste se encuentra fuera de los límites de la parroquia.

Entre los centros de salud que existen en esta parroquia se destacan el Hospital Pablo Arturo Suárez, el Hospital de Atención Integral Adulto Mayor, Hospital del Día, Centro de Salud No. 8, y la clínica Cotocollao. También existen varias unidades educativas en la zona, tales como el Colegio Alvernia, Unidad Educativa Segundo Torres, Colegio Patrimonio de la Humanidad,

Colegio Manuelita Sáenz, Colegio Mena del Hierro, Colegio Nuevo Milenio, y Colegio Cristiano Betel. Sobre los supermercados existentes en Cotocollao, se encuentran el supermercado Akí, y el supermercado Tía. En el gráfico 17 se puede apreciar el mapa de la parroquia.

Gráfico 8. Mapa de la Parroquia Cotocollao



Fuente: Google Maps
Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

2.2 Estudios propuestos con la metodología de Precios Hedónicos

Existen varios métodos para el desarrollo de la valoración ambiental. Para escoger una metodología se debe verificar que ésta cumpla con los parámetros que exige la investigación y que su implementación sea factible. Como se mencionó anteriormente, el método de precios hedónicos presenta varias ventajas en su aplicación, entre ellas se destacan que su estimación se basa en comportamientos reales, presenta viabilidad en su aplicación y es un método versátil debido a que puede aplicarse en diferentes casos de valoración. A continuación se hace una revisión sobre varios estudios que han utilizado esta metodología.

Impacto de la contaminación del aire en el precio de las viviendas de la ciudad de La Paz (Vidaurre, 2009)

Este estudio tenía como objetivo determinar el peso que tiene la contaminación del aire en la formación del precio de la vivienda. Se realizó en el año 2009 en la ciudad de La Paz- Bolivia, cabe destacar que fue el primer estudio que se realizó para calcular el impacto de este

fenómeno en los bienes inmuebles. Según Vidaurre (2009) los principales contaminantes que afectan a la ciudad de La Paz son el PM grueso, óxidos de nitrógeno, y el ozono troposférico. La concentración de estos varía dependiendo de la zona de la ciudad.

La decisión de comprar una vivienda se basa en los diferentes factores que comprenden el bien. Se puede categorizar a estos factores en tres grupos: características estructurales, características del entorno y atributos o variables ambientales. Para la estimación del modelo se tomaron las siguientes variables: precio, superficie construida, dormitorios, baños, terraza, garaje, chimenea, sol, jardín, colegios, parques, mercados, farmacias, centros médicos, material particulado, óxido de nitrógeno.

Entre los resultados más relevantes del estudio, se puede destacar que si la contaminación a partir de PM aumenta en 1% el precio de la vivienda disminuye en 0.09%. Como conclusión el autor determinó que es importante tomar en cuenta este tipo de estudios para el diseño de políticas, las cuales deben ir enfocadas no solo en la reducción de la contaminación del aire sino también en reducir los daños que ocasiona la contaminación en los bienes inmuebles.

Impacto de la percepción de la calidad del aire sobre el precio de las viviendas (Fernandes, 2008)

Esta investigación parte de la hipótesis nula de que no existen efectos de la contaminación del aire (percepción de malos olores) sobre el precio de las propiedades en la intercomuna Concepción-Talcahuano. Al decidir comprar una casa, las familias consideran diversos factores, los cuales pueden ser divididos en tres categorías principales: los atributos estructurales de la propiedad, su localización en relación a servicios urbanos y atributos ambientales o del entorno.

Para la construcción de la función de precios hedónicos se tomó en cuenta atributos estructurales de la vivienda, atributos de localización y atributos ambientales y de seguridad, de tal manera que la función se estimó de la siguiente manera:

Precio = f (área exterior, área interior, distancia a Concepción, distancia a Talcahuano, plaza, parque, área verde, mal olor, seguridad)

El resultado más importante desde el punto de vista ambiental es que el efecto de malos olores resulta ser negativo en todas las formas funcionales utilizadas, aunque significativo estadísticamente al 1% y 5% solamente en tres de los cuatro modelos empleados. Por otro lado, los valores de las viviendas caen considerablemente cuando existe percepción de contaminación ambiental en el sector donde se ubica la propiedad. De estos resultados se puede extraer que los beneficios de los planes descontaminadores no son nada despreciables, en términos monetarios, para los propietarios.

Impacto del ruido urbano en el valor de los departamentos Nuevos: un estudio de Precio Hedónico Aplicado a Bienes Ambientales (Aguirre & Ramos, 2005)

Este estudio busca encontrar una forma funcional que correlacione los niveles de ruido urbano con los precios de oferta de los departamentos nuevos, aunque es conocida la distorsión que pueden tener estos precios, se considera un buen primer paso en la investigación general de bienes ambientales. La zona de estudio se encuentra en la Comuna de Las Condes, en Chile.

Entre las hipótesis que se planteó de manera preliminar, constan:

- El ruido influye en forma negativa en los precios de los departamentos nuevos.
- El costo ambiental de la presencia de ruido se disminuye aumentando los costos del proyecto y, por ende, el precio de venta de los departamentos.
- La incidencia negativa de la variable ruido dentro del precio de venta de departamentos conviene reducirla hasta el costo producido por sus efectos.
- Dentro del estudio del precio de venta de departamentos la variable más relevante es la superficie.
- Características como el número de habitaciones, baños, existencia de parqueaderos, y bodega influyen en forma positiva en el precio de venta de los departamentos.

Para la realización del modelo se utilizaron variables respecto al número de pisos, video portero, superficie del departamento, calefacción, número de estacionamientos y ruido. Entre los resultados principales que arrojó este estudio están: 1) El ruido manifiesta una disminución del precio considerable en los departamentos analizados, 2) Los departamentos que se encuentran en los pisos superiores reciben un menor nivel de ruido, por ende, son más costosos, 3) El área de superficie del departamento es una de las variables con mayor peso en la decisión del precio del mismo, 4) La existencia de bodegas no es significativa en la decisión del precio.

Valoración ambiental de las áreas verdes urbanas en la ciudad de Bogotá (Zorrilla, 2012)

Este proyecto tenía como fin valorar la disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante y también la cercanía de la vivienda a las áreas verdes urbanas. Para esto se consiguió una base de datos que describía la cercanía a las áreas verdes por el tiempo que se gasta caminando las personas del hogar en llegar al área verde urbana más cercana. Para la construcción de la base de datos se utilizó un total de 16508 observaciones entre diferentes localidades de Bogotá, sin embargo, después de depurar la misma, se obtuvo un total de 1903 observaciones que poseían todas las variables a analizar.

Finalmente, las variables que se tomaron en cuenta para el desarrollo del modelo fueron: • m² de área verde urbana por habitante • Menos de 10 minutos que se gastan los miembros del hogar para llegar a parques o zonas verdes • Entre 10 y 20 minutos que se gastan los miembros del hogar para llegar a parques o zonas verdes • Estrato • Número de cuartos • Tipo de vivienda (casa o apartamento) • Número de pisos • Presencia de contaminación por residuos sólidos • Presencia de contaminación aire • La presencia de establecimientos dedicados a la industria, comercio o servicios • Material paredes: ladrillo o bloque pañetado • Material pisos: baldosa, cerámica

Tras correr la regresión, se obtuvo los siguientes resultados de los atributos ambientales:

- Al momento de existir contaminación del aire el valor de la vivienda varía en 3,60% en una forma negativa.
- En cuanto a la presencia de contaminación por residuos sólidos: se demuestra que al momento de existir contaminación por residuos sólidos el valor de la vivienda varía en 4,77% en una forma negativa.
- Si la vivienda se encuentre a menos de 10 minutos caminando a un área verde urbana el valor de la vivienda variara en 9,88% en una forma positiva.
- Si la vivienda se encuentra entre 10 y 20 minutos caminando a un área verde, el valor de la vivienda variara en 10,21% en una forma positiva.
- En cuanto a los m² de área verde urbana por habitante: se pudo demostrar que la disposición a pagar de los bogotanos es del 1.04% del valor de la vivienda por el aumento de un m² de área verde urbana por habitante.

Tras la revisión de los casos de estudio que se desarrollaron mediante el método de precios hedónicos se evidenció la versatilidad del método para ser aplicado en la valoración de diferentes recursos ambientales. Por otro lado, se pudo constatar que para la construcción de la función se utilizaron diversas variables con respecto a la infraestructura, amenidades y ambientales. Asimismo, varios de estas investigaciones sugieren el diseño de políticas públicas a partir de los resultados obtenidos.

2.3 Características y metodología del levantamiento de datos

Según el cálculo de la muestra, realizado previamente durante el desarrollo de la metodología, el número total de la muestra focal es de 135.41 casas. De este número, 67.79 casas pertenecían a la parroquia Belisario Quevedo y 67.62 casas pertenecían a la parroquia Cotocollao. No obstante, se planteó la ampliación de la muestra en 10% en caso de datos perdidos. Esto representa un total de 75 casas para el análisis de la parroquia Belisario Quevedo, y 74 para la parroquia Cotocollao.

Diseño y elaboración de la encuesta

Los datos para la valoración de la contaminación del aire en Quito se obtuvieron a partir de encuestas realizadas a los habitantes de las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao durante los meses de enero y febrero de 2018. Se propuso la recolección de datos mediante encuestas debido a que éstas permiten obtener datos para el desarrollo de la valoración de la calidad del aire, además de información socioeconómica de los habitantes del lugar. En primer lugar, se dispuso realizar una encuesta piloto en las zonas de estudio para garantizar que la encuesta cubra las expectativas de recolección de datos para realizar el modelo. Estas encuestas se realizaron durante los meses de enero y febrero de 2018. Se obtuvieron las siguientes observaciones:

- Al realizar la encuesta a varios habitantes de los sectores de estudio, algunos vivían en calidad de arrendatarios o inquilinos. Por lo tanto, no estaban al tanto del precio o valor real de la casa en la que habitaban. Por ende, se decidió aplicar las encuestas únicamente a los dueños de las viviendas.
- Otro punto a tomar en cuenta es que el estudio está enfocado exclusivamente a las viviendas unitarias. No se incluyó a los residentes de edificios, ya que los departamentos poseen atributos diferentes a las viviendas.
- Según la formulación de la encuesta piloto, una de las primeras preguntas se relacionaba con el precio de la vivienda. Sin embargo esto ocasionaba cierta incomodidad a los encuestados. Dado este caso, se procedió a cambiar el orden de las preguntas con la finalidad de que los encuestados presenten mayor comodidad, y otorguen datos reales.
- Se redujo el tiempo de ciertas preguntas al volverlas dicotómicas y se implementó preguntas de carácter socioeconómico para contar con una mayor riqueza en el análisis de esta investigación.

Dadas estas observaciones anteriormente mencionadas, se realizó un proceso de retroalimentación en las encuestas. El cuestionario final se estructuró en tres bloques, que se describen a continuación:

Bloque 1 (Sección I: Características Socioeconómicas)

En este bloque se recolectó información sobre los de años de residencia en la zona, si existe algún grado de parentesco entre los residentes de la vivienda, cuántas personas habitan la casa, qué nivel de educación tiene cada uno, y cuál es el rango de ingresos a nivel familiar. Este bloque permite obtener las características de los residentes de las zonas de estudio, su situación social y económica. Estas preguntas permiten conocer acerca de la realidad de los habitantes para de esta manera entender las razones de las respuestas comprendidas en los siguientes bloques.

Bloque 2 (Sección II, III y IV: Características Propias del Inmueble, del Entorno y Ambientales)

Las preguntas correspondientes al bloque tres sirven de aporte para realizar el modelo de precios hedónicos propuesto en este trabajo de investigación. Las tres secciones recogen datos sobre los atributos de la vivienda, sus alrededores y los atributos ambientales.

Sección II.- Las Características propias del inmueble que se incluyeron en la encuesta son: dimensión de la vivienda, cantidad de dormitorios, cantidad de servicios higiénicos, existencia de garaje, jardín y terraza, antigüedad de la vivienda, precio estimado de la vivienda.

Sección III.- Las Características del Entorno comprendieron preguntas acerca de la existencia de amenidades cercanas a la vivienda, tales como: zonas verdes públicas (parques), centros comerciales, centros de salud/clínicas/hospitales, colegios, supermercados y la distancia estimada de la vivienda a la vía principal más cercana.

Sección IV.- Las características ambientales del vecindario comprenden preguntas sobre el nivel de ruido, la existencia de basura en calles aledañas y la presencia de smog en el ambiente.

Bloque 3 (Sección V: Afectaciones ambientales)

En cuanto a las afectaciones ambientales, se preguntó a los residentes de ambas parroquias si la fachada de su vivienda había sufrido daños a causa de la contaminación del aire, se pidió además que valoren en qué cantidad consideraban que el precio de su vivienda aumentaría si se construía determinadas amenidades, y se preguntó también acerca de las patologías más comunes que han sufrido a causa de la contaminación. Este bloque brinda al investigador información sobre la calidad ambiental que disponen las zonas de estudio, y las patologías que más han afectado a los residentes. Este bloque da indicios sobre si los encuestados se encuentran o no satisfechos con la gestión de calidad de aire que existe actualmente.

2.4 Análisis descriptivo de las características socioeconómicas y ambientales de las parroquias Belisario Quevedo y Cotocollao

A continuación, se procede a analizar los datos obtenidos en los bloques uno y tres de las encuestas aplicadas a las parroquias de estudio. Cabe recalcar que para el análisis de estos dos bloques se contó con la información brindada por los dueños de las viviendas. De tal manera que para el análisis de estos bloques se cuenta con un total de 75 viviendas para la parroquia Belisario Quevedo y 74 viviendas para la parroquia Cotocollao.

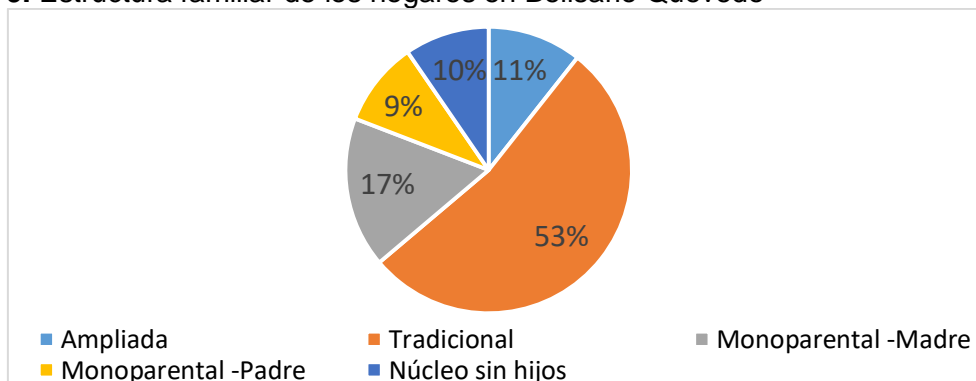
2.4.1 Belisario Quevedo

Características Socioeconómicas

El promedio de años de residencia en la parroquia Belisario Quevedo es de 16 años. El número promedio de personas que habitan en una vivienda es de 4 personas, el número mínimo es de 1 y el máximo es de 10 personas. El 86% de los encuestados afirmó tener algún grado de parentesco entre los miembros de la casa, es decir la mayoría de las viviendas eran familiares. El 10.4% restante afirmó no tener lazos de consanguinidad con las personas que habitaban en su vivienda.

Como se puede observar en el gráfico 7, la estructura familiar más común en la parroquia Belisario Quevedo es la tradicional. En segundo lugar se encuentra la familia monoparental teniendo a la madre como jefe de hogar. Una posible explicación puede ser la creciente tasa de divorcios en el país. Según el INEC, al analizar los datos del último censo poblacional, se obtiene que la tendencia de matrimonios disminuyó en la última década, sin embargo los divorcios incrementaron en 70% (Villacís & Carrillo, 2012). Por lo tanto se puede decir que la estructura familiar se mantiene abierta al cambio.

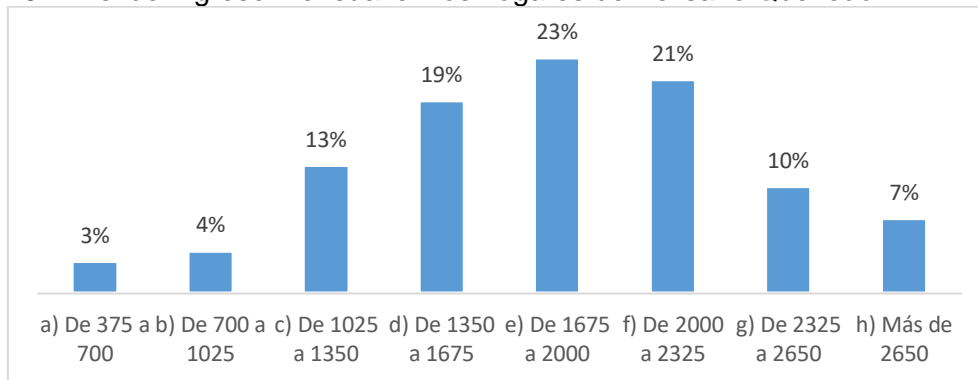
Gráfico 9. Estructura familiar de los hogares en Belisario Quevedo



Fuente: Encuestas realizadas a la parroquia de Belisario Quevedo
Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

Por otro lado, los residentes de la parroquia Belisario Quevedo también fueron encuestados acerca de su ingreso mensual y nivel de educación. Sobre este último, el 17% de los residentes posee formación básica, el 39% posee educación media, el 38% cuenta con educación universitaria, y el 6% cuenta con formación de cuarto nivel. En cuanto al nivel de ingreso, éste se dividió en rangos para facilidad de los encuestados, como se puede observar en el gráfico 8. El rango de ingreso mensual más común es de \$1675 a \$2000 con un 23% de los casos. Al contrastar esta información con la última encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares realizada por el INEC, se evidencia que el ingreso total promedio de los hogares del área urbana del país es de \$1.046.3 dólares (INEC, 2012) Por lo tanto, se puede decir que el promedio de ingresos de la parroquia se encuentra por encima del promedio de ingresos en áreas urbanas.

Gráfico 10. Nivel de Ingreso mensual en los hogares de Belisario Quevedo

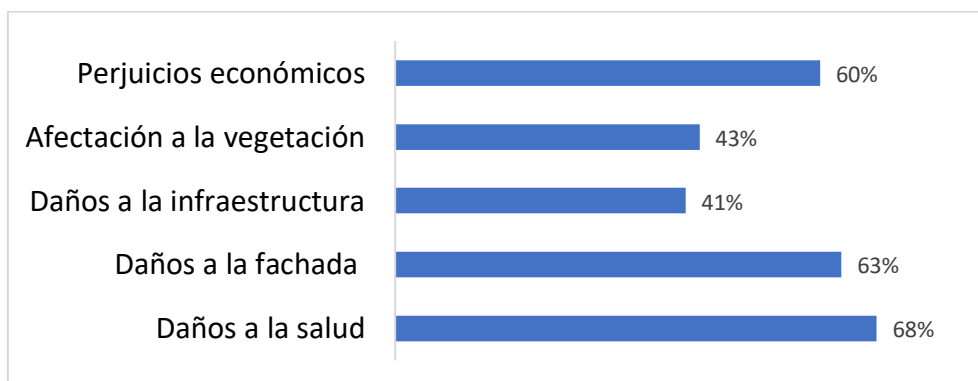


Fuente: Encuestas realizadas a la parroquia de Belisario Quevedo
Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

Características ambientales

La sección V de la encuesta, trata sobre las afectaciones ambientales más comunes que han sufrido los habitantes de la parroquia. Esta información es relevante para comprender cómo ha influido la contaminación en diferentes aspectos. Entre los datos más relevantes se puede rescatar que el 63% de los encuestados afirmó haber sufrido daños en su fachada a causa de la contaminación del aire. Por otro lado, se preguntó a los residentes sobre las consecuencias más comunes ocasionadas por la contaminación del aire. Como se observa en el gráfico 9, la consecuencia más frecuente fueron los daños a la salud, seguido por daños a la fachada y perjuicios económicos. Las consecuencias menos comunes fueron la afectación a la vegetación y los daños a la infraestructura.

Gráfico 11. Consecuencias más comunes causadas por la contaminación del aire en Belisario Quevedo



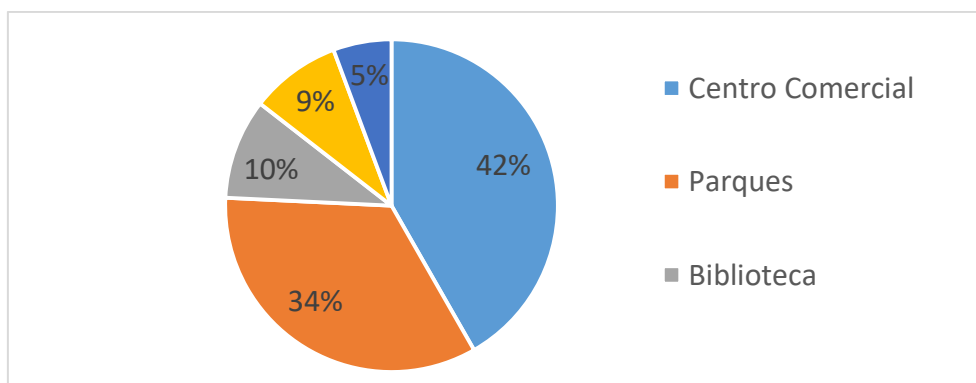
Fuente: Encuestas a los habitantes de la parroquia Belisario Quevedo
Elaboración: Mishael Sangoluisa

La parroquia de Belisario Quevedo cuenta con todos los servicios básicos proporcionados por entidades del Estado y el MDMQ. En cuanto a las amenidades que posee este sector, como

se describió anteriormente, se puede mencionar una fuerte presencia de centros de salud, instituciones educativas y supermercados. Esta parroquia se caracteriza por ser un centro de negocios en el cual se ubican varias empresas públicas y privadas, dependencias de Ministerios y bancos.

Se indagó también sobre la valoración que tienen los residentes de la parroquia sobre la construcción de amenidades cerca de sus residencias (en caso de no haberlas). En promedio la amenidad más valorada fue el centro comercial, seguido por los espacios verdes como parques, y la biblioteca. Las amenidades menos valoradas fueron el centro médico y las paradas de transporte público.

Gráfico 12. Valoración de amenidades de los habitantes de Belisario Quevedo



Fuente: Encuestas a los habitantes de la parroquia Belisario Quevedo
Elaboración: Mishael Sangoluisa

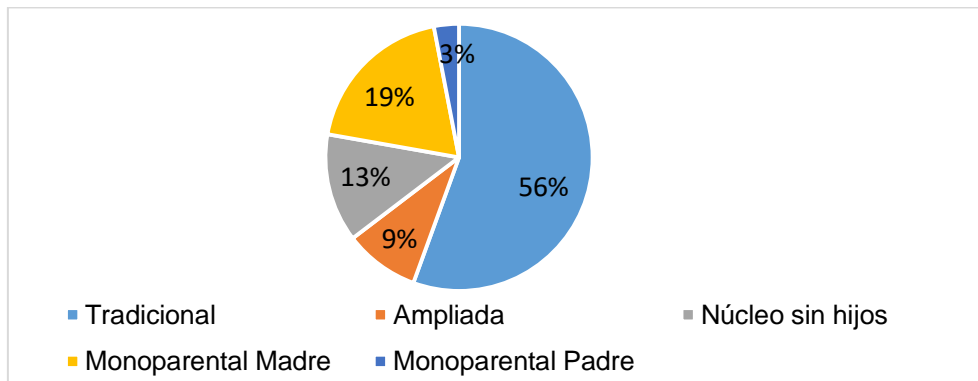
2.4.2 Cotocollao

Características Socioeconómicas

La sección I de la encuesta aborda las características socioeconómicas de los habitantes del sector. La información obtenida se analiza a continuación:

El promedio de años de residencia de los habitantes en la parroquia Cotocollao es de 18 años. El número promedio de personas que habitan por vivienda es de 4 personas, el mínimo de personas por vivienda es de 1 y el máximo es de 8 personas. Al contrastar esta información con la encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares realizada por el INEC, se obtiene que el tamaño de hogar promedio en el área urbana del país es de 4 personas (INEC, 2012). Por otro lado, el 90% de los encuestados admitieron tener algún parentesco con las personas que habitan en su vivienda, mientras que apenas el 10% aseguraron no tener ningún lazo familiar, lo que corrobora que la mayoría de residencias en la parroquia son viviendas familiares. En cuanto a la estructura familiar, como se puede observar en el gráfico 11, la mayoría responde a una estructura tradicional, seguida por la familia monoparental con la madre como jefe de hogar y el núcleo sin hijos.

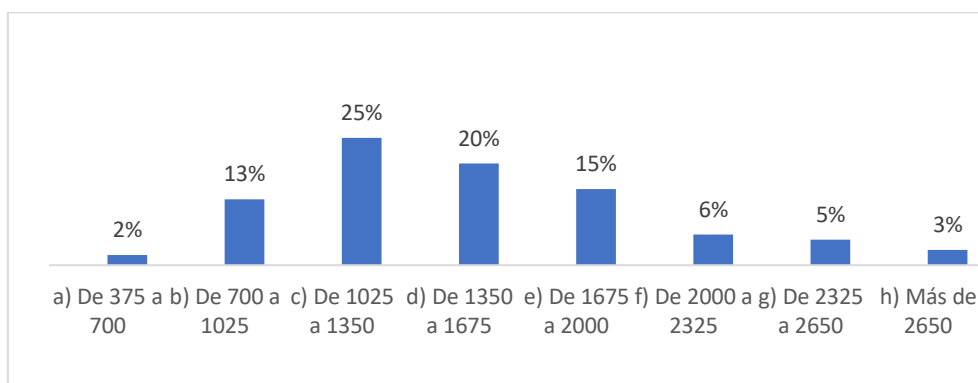
Gráfico 13. Estructura familiar en la parroquia Cotocollao



Fuente: Encuestas a los habitantes de la parroquia Cotocollao
Elaboración: Mishael Sangoluisa

Los habitantes de la parroquia Cotocollao también fueron encuestados acerca de su nivel de educación y rango de ingreso mensual. Sobre el nivel de educación de los habitantes, 16% de las personas tienen una educación básica, el 41% posee una educación de nivel medio o bachillerato, el 35% poseen un título de pregrado, y el 7% posee educación de cuarto nivel o post grado. En cuanto al ingreso mensual, éste se dividió en rangos para mayor comprensión. El rango más común en esta parroquia fue de \$1025 a \$1350 dólares con el 25%.

Gráfico 14. Nivel de ingreso mensual en los hogares de Cotocollao

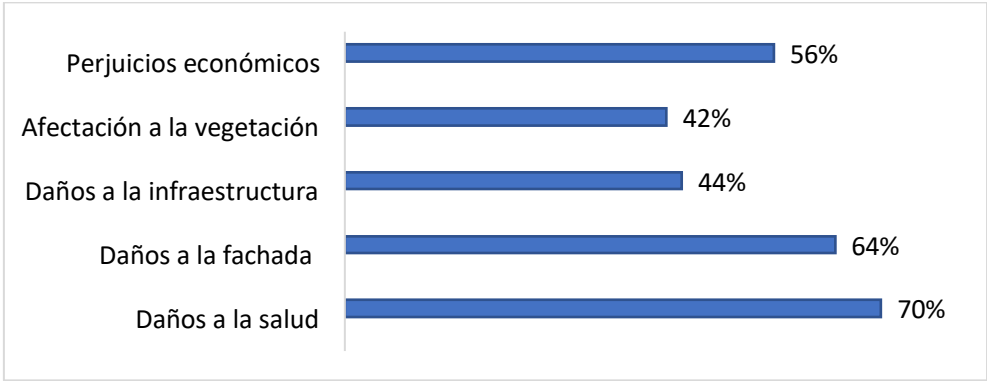


Fuente: Encuestas a los habitantes de la parroquia Cotocollao
Elaboración: Mishael Sangoluisa

Características Ambientales

Se indagó a los residentes de la parroquia Cotocollao sobre las consecuencias más comunes causadas por la contaminación del aire. En este aspecto, la consecuencia más frecuente reportada por los habitantes de la parroquia Belisario Quevedo fueron los daños a la salud. En segundo lugar se obtuvieron los daños a la fachada, seguido por los perjuicios económicos.

Gráfico 15. Consecuencias más comunes causadas por la contaminación del aire en Cotocollao

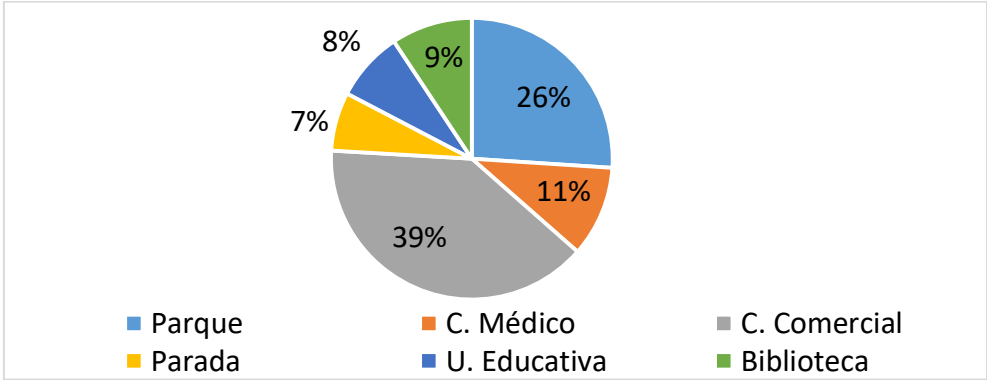


Fuente: Encuestas a los habitantes de la parroquia Cotocollao
 Elaboración: Mishaël Sangoluisa

La parroquia de Cotocollao se caracteriza por un fuerte comercio de nivel popular. Como se mencionó anteriormente, en esta zona existen varias microempresas y negocios de emprendimiento. Entre las amenidades que tiene esta parroquia se destacan los parques, instituciones educativas, y centros de salud. Cotocollao se caracteriza por ser un sector de carácter residencial.

También se consultó a los habitantes de Cotocollao sobre la construcción de amenidades cerca de sus residencias (en caso de no haberlas). En promedio, la amenidad más valorada fue el centro comercial, seguido por los espacios verdes públicos o parques. Esto se puede observar en el gráfico 13.

Gráfico 16. Valoración de amenidades de los habitantes de Cotocollao



Fuente: Encuestas a los habitantes de la parroquia Cotocollao
 Elaboración: Mishaël Sangoluisa

2.5 Análisis descriptivo de las variables del modelo

A continuación se realiza un análisis descriptivo de la información recopilada en el bloque 2 de las encuestas. En este bloque constan los atributos de las viviendas, también conocidos como variables estructurales, características del entorno y características ambientales. Estas variables se utilizarán más adelante para realizar el modelo de precios hedónicos y de esta manera obtener la valoración de la contaminación del aire.

2.5.1 Belisario Quevedo

a) Variables Estructurales

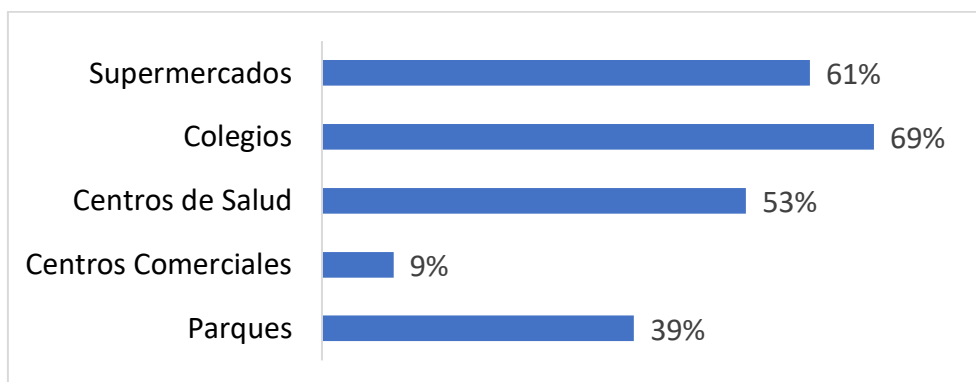
- **Dimensión de la vivienda.**- La dimensión promedio de las viviendas de la parroquia Belisario Quevedo es de 380 m^2 . La dimensión mínima encontrada en la muestra es de 103 m^2 y la dimensión máxima es de 885 m^2 .
- **Cantidad de Dormitorios.**- El promedio de dormitorios en las viviendas encuestadas es de 4. El número mínimo de dormitorios es de 1, y el número máximo es de 8.
- **Servicios higiénicos.**- Se preguntó acerca de la cantidad de servicios higiénicos, ya que este es uno de los atributos que más inciden en la formación del precio de la vivienda. La cantidad promedio de servicios higiénicos es de 4. El número mínimo es de 1, y el máximo es de 7.
- **Antigüedad de la Vivienda.**- El número de años de construcción estimado de las viviendas en promedio es de 28 años. La antigüedad mínima registrada es de 1 año, y la antigüedad máxima es de 60 años.
- **Garaje, Jardín y Terraza.**- Se preguntó a los habitantes de la parroquia Belisario Quevedo sobre la existencia de atributos como garaje, jardín y terraza en su vivienda. Estas variables se trataron como dicotómicas y se obtuvo la siguiente información: El 91% de viviendas cuentan con garaje, el 64% de las viviendas poseen jardín y el 56% de las viviendas tienen terraza.
- **Precio.**- El precio es la variable dependiente en la construcción del modelo. En el desarrollo de la encuesta se inquirió sobre el precio estimado de las viviendas. Por razones de metodología, se escogió trabajar con el precio estimado por metro cuadrado. Este precio, para la parroquia de Belisario Quevedo es en promedio \$875. El precio mínimo por metro cuadrado se registró en \$364, y el precio máximo por metro es de \$1909.

b) Características del Entorno

En la sección III de la encuesta, se indagó a los habitantes de la parroquia Belisario Quevedo sobre la existencia de varias amenidades cercanas a su vivienda. Como se puede observar

en el gráfico 16, la mayoría de encuestados respondió que existen colegios o unidades educativas cercanas. De igual manera, los habitantes de esta parroquia afirmaron tener cerca supermercados, y centros de salud.

Gráfico 17. Amenidades en la Parroquia Belisario Quevedo



Fuente: Encuestas a los habitantes de la parroquia Belisario Quevedo
Elaboración: Mishael Sangoluisa

También se indagó a los encuestados sobre la distancia existente entre su vivienda y la vía principal más cercana. Esta pregunta se planteó con el objetivo de conocer la correlación entre la distancia existente y la presencia de contaminación del aire, ya que una de las principales fuentes de contaminación es vehicular. Se indagó de manera puntual sobre la vía principal, ya que es por ahí donde circulan las líneas de transporte público. Como resultado se obtuvo que la distancia promedio a la vía principal más cercana es de 149 metros. La distancia mínima registrada es de 5 metros y la máxima es de 500 metros.

La Cámara de Transporte urbano de Quito mediante las operadoras Victoria, Translatinos, Seis de Diciembre, Lujoturissa, Conetra y San Francisco de Chillogalo brinda el servicio de transporte público. Las rutas que circulan por la parroquia Belisario Quevedo son: Universidad Central – Mena2, La Isla- Las Casas, Universidad Central – Girón – Santa Clara, Colón-Camal, Jardín del Valle – Monjas- Las Casas, Quitumbe- San Vicente de Las Casas (Cámara de Transporte urbano de Quito, 2018). Por otro lado, la Empresa pública metropolitana de transporte de pasajeros también cubre distintas rutas por el sector mediante el Corredor sur occidental circuito R14, circuito R3, circuito R4, y circuito R5.

c) Características Ambientales

Para la realización del modelo de precios hedónicos se deben tomar en cuenta las características ambientales del lugar donde se ubica la vivienda. Para esto se puso en consideración tres aspectos: el nivel de ruido existente en la zona, la presencia de basura en las calles y la presencia de smog. Esto puede dar una aproximación de la concepción que tienen las personas sobre el estado del medio ambiente en su parroquia.

- **Nivel de Ruido.-** Se pidió a los encuestados que califiquen el nivel de ruido del 1 al 10 siendo 1 totalmente silencioso y 10 totalmente ruidoso. Ante esto los habitantes de la parroquia Belisario Quevedo consideraron un nivel de ruido promedio de 6. En este punto cabe destacar que la mayoría de encuestados consideraron que el nivel de ruido depende del mes, y coincidieron en que el mes de Diciembre es la temporada donde se produce la mayor cantidad de ruido (debido a las fiestas propias de la época).
- **Basura.-** En septiembre del 2015 la Empresa Pública Metropolitana de Aseo EMASEO, implementó el sistema de recolección mecanizada. Para esto se instalaron un total de 4.520 contenedores de basura en zonas determinadas. El objetivo del sistema era optimizar los recursos y eliminar los micro-basurales en distintas zonas de la ciudad. No obstante, en la actualidad, la EMASEO ha procedido a retirar varios contenedores, debido al mal uso que tenían, al convertirse en puntos de concentración de basura (EMASEO, 2015). Esta información se confirma con el resultado de la encuesta aplicada en la parroquia Belisario Quevedo, ya que el 64% de los habitantes aseguraron que existe presencia de basura en las calles aledañas a su vivienda.
- **Smog.-** El 67% de las viviendas de Belisario Quevedo se ven afectadas con la presencia de smog en el sector. Esto se debe a la gran cantidad de afluencia vehicular y al transporte público que circula por el sector.

2.5.2 Cotocollao

a) Variables Estructurales

Las variables estructurales que constaron en la encuesta son: dimensión de la vivienda, cantidad de dormitorios y de servicios higiénicos, presencia de garaje, jardín y terraza, antigüedad de la vivienda y el precio estimado. Estas variables se escogieron porque representan los atributos que más influyen en la formación del precio de la vivienda. Además, estos atributos representan a las casas promedio del sector. A continuación se analizan los datos más relevantes obtenidos del proceso de tabulación de encuestas:

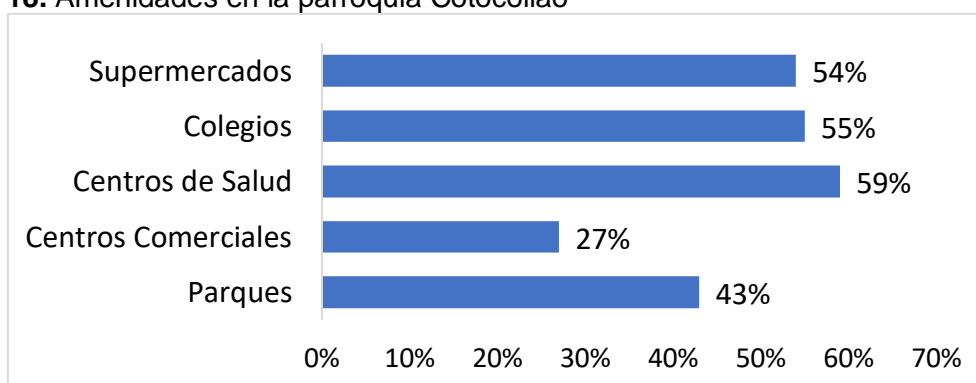
- **Dimensión de la vivienda.-** La dimensión promedio de las viviendas de Cotocollao es de 249 m^2 . Entre los datos atípicos que se recolectaron, se puede destacar la dimensión mínima de 80 m^2 y la dimensión máxima de 650 m^2 .
- **Cantidad de dormitorios.-** El número promedio de dormitorios por vivienda en la parroquia Cotocollao es de 4. El mínimo de dormitorios es de 1, y el número máximo es de 10.
- **Cantidad de servicios higiénicos.-** La cantidad promedio de servicios higiénicos en las viviendas del sector es de 3. El número mínimo de servicios higiénicos es de 1 y el máximo registrado es de 8.

- **Antigüedad.-** Se indagó a los encuestados sobre el número estimado de años de construcción de la vivienda. Como respuesta se obtuvo que la antigüedad promedio de las viviendas de Cotocollao es de 17 años. La antigüedad mínima es de 1 año y la máxima de 50 años.
- **Garaje, Jardín y Terraza.-** Sobre la presencia de estos tres atributos en los hogares de Cotocollao, el 82% de las viviendas aseguró tener garaje. El 55% de las viviendas cuentan con jardín y el 62% posee terraza.
- **Precio.-** El precio constituye una de las variables más importantes para el diseño del modelo de precios hedónicos. En este caso a pesar de que se indagó sobre el precio estimado de la vivienda, se procede a trabajar con el precio estimado por metro cuadrado por facilidades metodológicas. En la parroquia Cotocollao, tras la tabulación de las encuestas se obtuvo que el precio promedio por metro cuadrado es de \$680 dólares.

b) Características del Entorno

Los atributos con los que cuenta el vecindario o mejor conocidos como amenidades, también son un factor decisivo en la formación del precio de las viviendas. En el caso de la parroquia Cotocollao, se preguntó a los encuestados sobre la presencia de supermercados, colegios, centros de salud, centros comerciales y parques. Como se observa en el gráfico 18, las amenidades más frecuentes alrededor de las residencias fueron los centros de salud, colegios y supermercados.

Gráfico 18. Amenidades en la parroquia Cotocollao



Fuente: Encuestas a los habitantes de la parroquia Cotocollao
Elaboración: Mishael Sangoluisa

También se incluyó en la encuesta una pregunta sobre la distancia a la vía principal más cercana que tenía cada vivienda. Como resultado, se obtuvo que la distancia promedio de las viviendas es de 166 metros, la distancia mínima registrada es de 5 metros y el máximo de 500 metros. La finalidad de esta pregunta fue establecer la relación existente entre la distancia a la vía principal y la presencia de smog, ya que una de las fuentes principales de contaminantes

del aire son los vehículos a motor. Además existen varias líneas de transporte público que circulan por el sector, lo que puede incidir en la contaminación aérea.

Según la Cámara de transporte urbano de Quito (2018), existen varias operadoras que brindan el servicio de transporte público a la zona de Cotocollao. Entre las operadoras se pueden mencionar Catar, Águila Dorada, Paquisha, San Carlos y Transhemiféricos. Las rutas que cubren son las siguientes: Carcelén- Marín, Roldós- Estadio Olímpico, 23 de Junio- Ejido, Ofelia-Estadio de Liga- Dos puentes- Magdalena. Además, el Corredor Central Norte mediante el circuito integrado, también circula por el sector de Cotocollao.

c) Características Ambientales

- **Nivel de ruido.-** Se pidió a los encuestados que califiquen el nivel de ruido del 1 al 10 siendo 1 totalmente silencioso y 10 totalmente ruidoso. Como respuesta se obtuvo que el nivel de ruido promedio para la parroquia Cotocollao es de 6.
- **Basura.-** El 62% de los encuestados consideran que existe basura en las calles aledañas a su vivienda. Durante el desarrollo de la encuesta, los participantes supieron manifestar que consideran que el problema de la basura en las calles se ha ido incrementando en los últimos años. Por esto existe un sentimiento de afectación y piensan que las políticas públicas dirigidas al manejo de desechos no han sido satisfactorias.
- **Smog.-** El 66% de los habitantes de la parroquia Cotocollao considera que existe presencia de smog en el aire. Esto se relaciona a la cantidad de tráfico vehicular que circula por el sector.

2.6 Supuestos del modelo

El método de precios hedónicos posee varios supuestos entre los cuales se destacan:

- La función de utilidad de los consumidores se maximiza en función de la restricción presupuestaria.
- El mercado es competitivo y existe información perfecta.
- El precio de los bienes inmuebles se encuentra en función de los atributos del bien y de su entorno.
- La cantidad de un determinado atributo existente en la vivienda puede variar de forma independiente a los demás atributos.
- Las viviendas son consideradas como bienes heterogéneos.
- El modelo ignora el bien (vivienda) y se concentra en sus características o atributos y cómo influye esto en la formación del precio.

Para el desarrollo de la presente investigación se han agregado los siguientes supuestos:

- Solo se utiliza la información proporcionada por los propietarios de las viviendas.
- Las personas son racionales y conocen los precios de mercado.
- Los propietarios de las viviendas están al tanto del precio de la misma.
- La calidad del aire es considerado uno de los atributos que inciden en el precio de la vivienda.

- La formación del precio de la vivienda responde únicamente a los atributos que posee la misma, ninguna política gubernamental incide en los precios.
- La información proporcionada por los encuestados es verás, no posee ningún tipo de sesgo.
- Según la información recabada en las encuestas y de acuerdo a los precios de mercado, se considera que el precio promedio del metro cuadrado de una vivienda en Belisario Quevedo es de USD 875; el precio promedio del metro cuadrado en una vivienda de Cotocollao es de USD 680.

2.7 Estimación del modelo

El modelo econométrico que más se ajusta a los parámetros requeridos para el método de precios hedónicos son los modelos de corte transversal. Esto se debe a que la tabulación de datos corresponde a viviendas diferentes, para un mismo período de tiempo. Estos modelos también conocidos como modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) “*presentan propiedades estadísticas muy atractivas que lo han convertido en uno de los más eficaces del análisis de regresión*” (Gujarati y Porter, 2010:54 citado en Terán, 2017).

La construcción del modelo de precios hedónicos, parte de una función constituida por un vector de características estructurales, características del vecindario y características ambientales. Al aplicar el modelo a la investigación presente, se construye la ecuación (5) a continuación:

$$(5) X\text{Precio} = \beta_0 + \beta_1 X\text{metros} + \beta_2 X\text{dorm} + \beta_3 X\text{baño} + \beta_4 \text{garaje} + \beta_5 \text{jardín} + \beta_6 \text{terrazza} + \beta_7 \text{antigüedad} + \beta_8 \text{Parques} + \beta_9 \text{Ccomerciales} + \beta_{10} \text{Csalud} + \beta_{11} \text{Colegios} + \beta_{12} \text{Supermercados} + \beta_{13} \text{Ruido} + \beta_{14} \text{Basura} + \beta_{15} \text{Smog} + \beta_{16} \text{DistVíaPrincipal} + e$$

Donde:

$X\text{Precio}$: Precio estimado del metro cuadrado

$\beta_1 X\text{metros}$: Dimensión de la vivienda

$\beta_2 X\text{dorm}$: Cantidad de dormitorios

$\beta_3 X\text{baño}$: Cantidad de servicios higiénicos

$\beta_4 \text{garaje}$: Presencia de garaje en la casa

$\beta_5 \text{jardín}$: Presencia de jardín en la casa

$\beta_6 \text{terrazza}$: Presencia de terraza en la casa

$\beta_7 \text{antigüedad}$: Número estimado de años de construcción de la vivienda

$\beta_8 \text{Parques}$: Presencia de zonas verdes públicas o parques cercanos a la vivienda

$\beta_9 \text{Ccomerciales}$: Presencia de centros comerciales cercanos a la vivienda

$\beta_{10} \text{Csalud}$: Presencia de Centros de salud cercanos a la vivienda

$\beta_{11} \text{Colegios}$: Presencia de Colegios cercanos a la vivienda

$\beta_{12} \text{Supermercados}$: Presencia de Supermercados cercanos a la vivienda

$\beta_{13} \text{Ruido}$: Nivel de ruido existente en la zona

$\beta_{14} \text{Basura}$: Presencia de basura en las calles aledañas a la vivienda

$\beta_{15} \text{Smog}$: Presencia de smog en la zona

$\beta_{16} \text{DistVíaPrincipal}$: Distancia existente entre la vivienda y la vía principal más cercana

e : error

2.7.1 Resultados del modelo econométrico Caso Belisario Quevedo

Se procedió a analizar las variables propuestas para el desarrollo del modelo en la ecuación (5) a través del programa STATA 14.2. Como se puede observar en la tabla 3, el modelo es correcto ya que tiene una significancia global al 99%, es decir que el presente modelo sí puede explicar la variable dependiente. El R^2 es 0.8505 y el R^2 ajustado es 0.8093. Esto quiere decir que el 80.93% de la variabilidad de la variable dependiente (precio) respecto a su media es explicado por el modelo de regresión ajustado.

Cabe aclarar que la función del coeficiente de determinación R^2 mide en qué proporción las variables independientes son capaces de explicar a la variable dependiente. Sin embargo el R^2 pierde su objetividad cuando se cuenta con un mayor número de variables independientes. Ante este problema surge el R^2 ajustado, el cual es medida que muestra el porcentaje de variación ajustado al número de variables explicativas del modelo (Gujarati & Porter, 2010). A continuación se observan los resultados preliminares obtenidos del modelo de precios hedónicos, en la parroquia Belisario Quevedo.

Tabla 3. Resultados del modelo econométrico A - Belisario Quevedo

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	75
Model	5.01374629	16	.313359143	F(16, 58)	=	20.63
Residual	.881010962	58	.015189844	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.8505
				Adj R-squared	=	0.8093
Total	5.89475726	74	.079658882	Root MSE	=	.12325

lprecio	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Xmetros	.0005385	.0001363	3.95	0.000	.0008114 .0002656
Xdorm	.0133112	.0163844	0.81	0.420	-.0194857 .046108
Xbaño	.0466593	.0209638	2.23	0.030	.0046956 .088623
garaje	.0054857	.0589128	0.09	0.926	.112441 .1234124
jardín	.0989246	.0346799	2.85	0.006	.0295051 .1683441
terrazza	.0124809	.0316392	0.39	0.695	-.0508519 .0758136
antigüedad	-.0077328	.0020131	-3.84	0.000	-.0117624 -.0037033
Parques	.0284651	.0369487	0.77	0.444	-.0454957 .102426
Ccomer	.0821953	.0525873	1.56	0.123	-.1874602 .0230695
Csalud	.0196776	.0328169	0.60	0.551	-.0853677 .0460125
Colegios	.0187672	.0342383	0.55	0.586	-.0497681 .0873026
Superm	.0305395	.0341327	0.89	0.375	-.0988634 .0377844
DistViaPrin	-.0000803	.0001736	-0.46	0.645	-.0002671 .0004278
Ruido	-.0184219	.0079965	-2.30	0.025	-.0344286 -.0024152
Basura	-.0529069	.0365701	-1.45	0.153	-.020296 .1261098
Smog	-.057793	.0455334	-1.27	0.209	-.0333521 .1489381
_cons	6.862874	.1470777	46.66	0.000	6.568466 7.157282

Fuente: Encuestas realizadas por la autora
Elaboración: Mishael Sangoluisa

Por otro lado, a pesar de las propiedades que brinda el coeficiente de determinación R^2 , éste no es la única herramienta que sirve para establecer la eficiencia del modelo. Según Vallejo (2015) el estadístico R^2 no sirve para aceptar o rechazar el modelo, sino que permite comparar

los modelos de MCO entre sí. Para garantizar que el modelo cumpla de manera eficiente sus objetivos se debe corroborar que se cumplan los supuestos de homocedasticidad (establece que la varianza de los errores es constante a lo largo del tiempo), no multicolinealidad (no debe existir una fuerte correlación entre las variables independientes del modelo) y los valores esperados deben ser igual a cero (Gujarati & Porter, 2010).

Para corroborar el cumplimiento de los supuestos, se realizaron varios test econométricos:

- Prueba VIF: Mide la proporción de la varianza total de cada una de las variables independientes. Es decir cuantifica la intensidad de la multicolinealidad en un análisis MCO. En este test los valores iguales o mayores a 10 indican presencia de multicolinealidad.
- Prueba VCE: Este test estima las varianzas de las variables. Si la diagonal principal de la matriz de covarianzas se acerca a 0 quiere decir que los errores no están relacionados entre sí.
- Prueba Cook-Weisberg: sirve para determinar si la regresión presenta problemas de heterocedasticidad, la cual se entiende como la situación que se origina cuando en un modelo de regresión lineal la varianza de las perturbaciones no es constante. Este test plantea que la hipótesis nula de la regresión es homocedástica, por lo tanto para que se cumpla este supuesto los resultados del test deben ser menores a 0.05 caso contrario se puede decir que hay problemas de heterocedasticidad. (Gujarati & Porter, 2010)

Como se puede observar en la tabla 4, no existe multicolinealidad entre las variables independientes ya que los valores VIF son menores a 10. Además, no existe correlación en los errores. Sin embargo, al analizar los valores del test Hetttest se puede concluir que existen problemas de heterocedasticidad.

Tabla 4. Resultados de test econométricos – Belisario Quevedo

VIF	VCE	HETTEST
2.11	menores a cero	0.1296

Fuente: Encuestas realizadas por la autora
Elaboración: Mishael Sangoluisa

Para corregir los problemas de heterocedasticidad, se procedió a corregir el modelo mediante una regresión robusta (Forma de ajustar una regresión para eliminar los problemas de heterocedasticidad). Obteniendo los resultados que se observan en la tabla 5:

Tabla 5. Resultados del modelo econométrico B - Belisario Quevedo

Linear regression	Number of obs	=	75
	F(16, 58)	=	21.78
	Prob > F	=	0.0000
	R-squared	=	0.8505
	Root MSE	=	.12325

lprecio	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
Xmetros	.0005385	.0001422	3.79	0.000	.0008232	.0002538
Xdorm	.0133112	.0142187	0.94	0.353	-.0151507	.0417731
Xbaño	.0466593	.0185992	2.51	0.015	.009429	.0838897
garaje	.0054857	.0469528	0.12	0.907	-.0885006	.099472
jardín	.0989246	.0417007	2.37	0.021	.0154516	.1823976
terracea	.0124809	.0316968	0.39	0.695	-.0509671	.0759289
antigüedad	-.0077328	.0018066	-4.28	0.000	-.0113491	.0041166
Parques	.0284651	.0339396	0.84	0.405	-.0394724	.0964026
Ccomer	.0821953	.0390109	2.11	0.039	-.1602841	.0041066
Csalud	.0196776	.0327758	-0.60	0.551	-.0852854	.0459302
Colegios	.0187672	.0381136	0.49	0.624	-.0575255	.0950599
Superm	.0305395	.0324881	0.94	0.351	-.0955716	.0344926
DistVíaPrin	-.0000803	.0001695	-0.47	0.637	-.000259	.0004196
Ruido	-.0184219	.0074463	-2.47	0.016	-.0333273	-.0035165
Basura	-.0529069	.0375168	-1.41	0.164	-.022191	.1280049
Smog	-.057793	.0403782	-1.43	0.158	-.0230327	-.1386187
_cons	6.862874	.1285012	53.41	0.000	6.605651	7.120097

Fuente: Encuestas realizadas por la autora

Elaboración: Mishael Sangoluisa

A continuación se realiza la interpretación de las variables del modelo:

- La variable Smog, es significativa al 85% y posee una relación negativa con el precio de la vivienda. Esto quiere decir que si existe presencia de smog en la zona, el precio de la vivienda disminuye en 5.7% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 49.87
- La variable Ruido es significativa al 98% y posee una relación negativa con la variable dependiente. Según el modelo, si se incrementa el ruido en el vecindario, el precio de la casa disminuye en 1.8% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 15.75
- La variable Basura es significativa al 84% y posee una relación negativa con el precio. Según su interpretación, si el nivel de basura incrementa en el vecindario, el precio de la vivienda disminuye en 5.29% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 46.28
- La variable Xmetros, la cual hace referencia a la dimensión de la vivienda es significativa al 99% y tiene una relación positiva con el precio. Esto quiere decir que si incrementa la dimensión de la vivienda también incrementa el precio de la misma. De tal manera, por cada metro cuadrado adicional, el precio de la vivienda aumentará en un 0.05% que considerando el precio promedio del supuesto es USD 4.37

- La variable Xdorm (cantidad de dormitorios en la vivienda) es significativa al 65%. Posee una relación positiva con el precio, lo cual quiere decir que mientras más grande sea la cantidad de dormitorios mayor será el precio. Según la regresión, si los dormitorios aumentan en una unidad, el precio por metro cuadrado de la vivienda aumenta en 1.31% que considerando el precio promedio del supuesto es USD 11.46
- La variable Xbaño (servicios higiénicos) explica la variable dependiente al 98% y posee una relación positiva con la misma. Al analizar la regresión se obtiene que si la cantidad de servicios higiénicos aumenta en una unidad, el precio del metro cuadrado de la vivienda aumenta en 4.6%, que considerando el precio promedio del supuesto es USD 40.25
- La variable garaje, explica el precio de la vivienda en el 10% y posee una relación positiva con la variable dependiente. Si la vivienda cuenta con un garaje o sitio de parqueo el precio de la misma incrementa en 5.4% que considerando el precio promedio por metro del supuesto representa USD 47.25
- La variable jardín es significativa al 98%. Según su interpretación si la vivienda cuenta con jardín entre sus atributos el precio de la misma incrementa en 9.8% que considerando el precio promedio por metro del supuesto representa USD 85.75
- La variable terraza es significativa al 30% y posee una relación positiva con la variable dependiente. Según la interpretación del modelo, si la vivienda cuenta con terraza su precio incrementa en 1.24%, que considerando el precio promedio del metro cuadrado del supuesto es USD 10.85
- La variable antigüedad es significativa al 99%. Posee una relación negativa con el precio, lo cual quiere decir que mientras más antigua sea la vivienda menor será su precio. Según la interpretación del modelo, cuando la antigüedad aumenta en un año, el precio de la vivienda disminuye en 7.7% que considerando el precio promedio del metro cuadrado explicado en el supuesto representa USD 67.38
- La variable Parques es significativa al 60%. Posee una relación directa con el precio. Esto quiere decir que si existe un parque en el vecindario, el precio de la vivienda se incrementará en 2.8% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 24.5
- La variable Ccomer (centros comerciales) es significativa al 96%. Según el modelo, si existe un centro comercial en el vecindario, el precio de la vivienda incrementa en 8.21% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 71.83
- La variable Csalud (centros de salud) es significativa al 45% y posee una relación positiva con la variable dependiente. Según el modelo si existe un centro de salud cercano a la vivienda, el precio de la misma incrementa en 1.9% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 16.63

- La variable Colegios es significativa al 48% y posee una relación positiva con el precio de la vivienda. Según el modelo, si existe un colegio cerca de la residencia, el precio de esta incrementa en 1.87% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 16.36
- La variable Superm (Supermercados) es significativa al 65% y posee una relación positiva con la variable dependiente. Según el modelo, si existe un supermercado en el vecindario, el precio de la vivienda incrementa en 3.05% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 26.68
- La variable DistVíaPrin (Distancia a la vía principal) es significativa al 40% y posee una relación negativa con la variable dependiente. Según el modelo, por cada cien metros que la misma se encuentre alejada de la vía principal su precio disminuye en 0.8% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 7.

2.7.2 Resultados del modelo econométrico Caso Cotocollao

Al aplicar el modelo, como se observa en la tabla 6, se puede decir que el mismo es eficiente ya que se obtiene una significancia global de 99%, esto quiere decir que las variables independientes son capaces de explicar a la variable dependiente. Asimismo el coeficiente de determinación del modelo o R^2 es 0.7802, lo que quiere decir que el 78.61% de la variabilidad de la variable dependiente respecto a su media es explicado por el modelo. No obstante, al contar el modelo con varias variables independientes, se debe utilizar el criterio de R^2 ajustado, el cual es 0.7185. Esto quiere decir que el 71.85% del modelo es explicado por las variables independientes.

Tabla 6. Resultados del modelo econométrico A - Cotocollao

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	74
Model	4.38834531	16	.274271582	F(16, 57)	=	12.64
Residual	1.23636567	57	.021690626	Prob > F	=	0.0000
Total	5.62471098	73	.077050835	R-squared	=	0.7802
				Adj R-squared	=	0.7185
				Root MSE	=	.14728

lprecio	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Xmetros	.0009077	.0002837	3.20	0.002	.0003397 .0014757
Xdorm	.0184375	.0187468	0.98	0.330	-.0191023 .0559773
Xbaño	.0117506	.0199502	0.59	0.558	-.028199 .0517001
garaje	.0462922	.0514685	0.90	0.372	-.149356 .0567716
jardín	.0197847	.0393248	0.50	0.617	-.0589618 .0985312
terracea	.0228404	.0438161	0.52	0.604	-.1105805 .0648997
antigüedad	-.0096676	.0018739	-5.16	0.000	-.0134201 -.0059151
Parques	.0099586	.041116	0.24	0.809	-.0723748 .092292
Ccomer	.029481	.045137	0.65	0.516	-.1198663 .0609044
Csalud	.0063406	.0403862	0.16	0.876	-.0872125 .0745313
Colegios	.0123091	.044519	0.28	0.783	-.0768387 .101457
Superm	.0474098	.0452547	1.05	0.299	-.0432112 .1380308
DistVíaPrin	-.0002077	.0002351	-0.88	0.381	-.0006786 .0002631
Ruido	-.000545	.0127718	-0.04	0.966	-.0250302 .0261202
Basura	-.0099747	.0549099	-0.18	0.856	-.0999805 .111993
Smog	-.0176433	.0607908	-0.29	0.773	-.1393747 .1040881
_cons	6.403506	.1626891	39.36	0.000	6.077726 6.729285

Fuente: Encuestas realizadas por la autora
Elaboración: Mishael Sangoluisa

Se comprobó la eficiencia del modelo mediante los test econométricos VIF, VCE y Hetttest. El valor de VIF 2.19 es menor que 10, lo cual indica que no hay presencia de multicolinealidad. Al realizar el test VCE, se obtuvo valores menores a cero, lo cual quiere decir que los errores no están relacionados entre sí. Por otro lado, el test Hetttest es igual a 0.00 esto indica que hay problemas de heterocedasticidad.

Tabla 7. Resultados de test econométricos – Cotocollao

VIF	VCE	HETTEST
2.19	menores a cero	0.075

Fuente: Encuestas realizadas por la autora
Elaboración: Mishael Sangoluisa

Para corregir los problemas de heterocedasticidad, se procedió a corregir el modelo mediante una regresión robusta. Obteniendo los resultados que se observan en la tabla 8:

Tabla 8: Resultados del modelo econométrico B - Cotocollao

```

Linear regression                               Number of obs   =       74
                                                F(16, 57)      =      14.45
                                                Prob > F       =      0.0000
                                                R-squared     =      0.7802
                                                Root MSE     =      .14728
    
```

lprecio	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
Xmetros	.0009077	.0003314	2.74	0.008	.0002441	.0015713
Xdorm	.0184375	.0182403	1.01	0.316	-.018088	.054963
Xbaño	.0117506	.0162027	0.73	0.471	-.0206948	.0441959
garaje	.0462922	.0548961	-0.84	0.403	-.1562197	.0636353
jardín	.0197847	.0442062	0.45	0.656	-.0687367	.1083061
terrazza	.0228404	.0374476	-0.61	0.544	-.0978279	.0521471
antigüedad	-.0096676	.001883	-5.13	0.000	-.0134383	-.0058969
Parques	.0099586	.0320163	0.31	0.757	-.054153	.0740702
Ccomer	.029481	.0394787	-0.75	0.458	-.1085358	.0495738
Csalud	.0063406	.0350896	0.18	0.857	-.0766063	.0639251
Colegios	.0123091	.0461929	0.27	0.791	-.0801906	.1048088
Superm	.0474098	.0363317	1.30	0.197	-.0253432	.1201628
DistViaPrin	-.0002077	.0002624	-0.79	0.432	-.0007331	.0003176
Ruido	-.000545	.0124166	-0.04	0.965	-.0243189	.0254089
Basura	-.0099747	.0612384	-0.16	0.871	-.112653	-.1326025
Smog	-.0176433	.0669822	-0.26	0.793	-.1517729	.1164862
_cons	6.403506	.1783363	35.91	0.000	6.046393	6.760618

Fuente: Encuestas realizadas por la autora
Elaboración: Mishael Sangoluisa

Interpretación de las variables del modelo:

- Smog: Esta variable posee una relación indirecta con la variable dependiente. Según el modelo, si el nivel de smog incrementa en la zona, el precio de la vivienda disminuye en 1.7% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 11.56
- Ruido: Esta variable posee una relación negativa con la variable dependiente. Si el nivel de ruido incrementa en el vecindario, el precio de la vivienda disminuye en 5% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 34.
- Basura: Esta variable posee una relación indirecta con la variable dependiente. Según el modelo, si el nivel de basura en el vecindario incrementa, el precio de la vivienda disminuye en 9% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 61.20
- Xmetros (dimensión de la vivienda): Esta variable es significativa al 99%. Según el modelo, si se incrementa la dimensión de la vivienda en una unidad es decir un metro, el precio de la misma incrementará en 0.9% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 6.12
- Xdorm (cantidad de dormitorios): Esta variable es significativa al 96%, y su interpretación es que por cada unidad adicional de dormitorios el precio de la vivienda incrementa en 1.8% que considerando el precio promedio por metro del supuesto representa USD 12.24
- Xbaño (Cantidad de servicios higiénicos): Esta variable es significativa al 53%. Su explicación es que por cada servicio higiénico adicional el precio de la vivienda incrementa en 1.17% que considerando el precio promedio por metro del supuesto representa USD 7.95
- Garaje: Esta variable es significativa al 60% y posee una relación positiva con la variable dependiente. Su interpretación es que si existe un garaje en la vivienda, el precio de la misma incrementa en 4.6% que considerando el precio promedio por metro del supuesto representa USD 31.28
- Jardín: Esta variable es significativa al 35% y posee una relación positiva con la variable dependiente. Según el modelo, si la vivienda cuenta con jardín, el precio de la misma incrementará en 1.97% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 13.39
- Terraza: Esta variable es significativa al 45% y posee una relación positiva con la variable dependiente. Según el modelo, si la vivienda cuenta con terraza, el precio de la misma incrementará en 2.2% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 14.96
- Antigüedad: Esta variable es significativa al 99%, y posee una relación negativa con la variable dependiente. Según el modelo por cada año de antigüedad

adicional que tenga la vivienda, su precio disminuye en 9.6% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 65.28

- Parques: La variable parques explica a la variable dependiente en 25%. Según el modelo, si existen parques o zonas verdes cercanos a la vivienda, el precio de la misma incrementa en 9.9% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 67.32
- Ccomer (Centro Comercial): Esta variable es significativa al 55%. Su interpretación es que al existir un centro comercial en el vecindario, el precio de la vivienda incrementa en 2.9% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 19.72
- Csalud (Centros de Salud): Esta variable es significativa al 15%. Según el modelo, si existen centros de salud cercanos a la vivienda, el precio de la misma incrementa en 6.3% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 42.84
- Colegios: Esta variable es significativa al 21%. Según el modelo, si existen colegios cercanos a la vivienda, el precio de la misma incrementa en 1.23% por metro cuadrado, que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 8.36
- Superm (Supermercados): Esta variable es significativa al 81% y posee una relación positiva con la variable dependiente. Según el modelo, si existe un supermercado en el vecindario, el precio de la vivienda se incrementa en 4.7% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 31.96
- DistVíaPrin (Distancia a la vía principal): Esta variable es explicativa al 57% y posee una relación indirecta con la variable dependiente. Según el modelo, por cada 100 metros de distancia a la vía principal, el precio de la vivienda se reduce en 2% que considerando el precio promedio por metro del supuesto es USD 13.60

En conclusión, se puede decir que para ambos casos las variables estructurales más representativas fueron la dimensión, cantidad de dormitorios, servicios higiénicos, y jardín. Los atributos estructurales que menos contribuyen a la formación del precio de la vivienda son terraza y garaje. En cuanto a las amenidades, las variables más representativas fueron centro comercial, parque y supermercado. Se puede decir que los otros atributos del vecindario como centros de salud y colegios no fueron apreciados por los residentes de las parroquias de estudio. Finalmente, en cuanto a las características ambientales, éstas demostraron tener influencia en la formación del precio de la vivienda, de tal manera que en el caso de Belisario Quevedo, la contaminación provoca la disminución del precio del metro cuadrado en el 5%, asimismo en Cotocollao, la contaminación provoca la disminución del precio del metro cuadrado en el 2%. Sin duda, estos atributos ambientales causan afectaciones económicas, las cuales se ven reflejadas en el sector inmobiliario. De esto se desprende la importancia de una buena gestión de la calidad del aire en la ciudad.

Capítulo III: Estrategias para internalizar los costos de la contaminación del aire

El tercer objetivo de este estudio plantea proponer estrategias para internalizar los costos de la contaminación del aire. Para dar cumplimiento a este objetivo, durante el desarrollo de este capítulo se analizan los programas de gestión del aire llevados a cabo por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y por Municipios o autoridades ambientales alrededor del mundo. Para poder estudiar las estrategias implementadas, y realizar una retroalimentación de los aciertos y errores. De esta manera se exponen las diferentes directrices que se ha tomado para combatir la contaminación y se proponen complementar las mismas

3.1 Programas de políticas públicas en el Distrito Metropolitano de Quito en función de la contaminación del aire

La gestión de los recursos naturales y la contaminación ha sido un tema primordial en la agenda del MDMQ. Desde hace varios años, el municipio se ha destacado por la implementación de varios programas ambientales. En este punto cabe destacar el apoyo de organismos nacionales e internacionales que han impulsado históricamente al Municipio en la implementación de dichos programas. La gestión ambiental del Municipio es el resultado de la influencia de la política ambiental internacional que tomó fuerza hace varias décadas, como se evidencia a continuación.

En 1972 se origina el denominado Informe al Club de Roma. Este informe trataba sobre los límites de crecimiento mundiales, y cómo debían contribuir los países para afrontar esta situación (Zapiain). Ese mismo año, tuvo lugar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en Estocolmo – Suecia. Tras esta conferencia se emitió una declaración de 26 principios y un plan de acción con 10 recomendaciones (ONU, 1973). El Ecuador al ser uno de los países firmantes de la declaratoria se comprometió a poner mayor énfasis en la política ambiental pública del país.

En 1987 se presenta el Informe “Nuestro futuro común”, también conocido como Informe Brundtland. Este informe planteaba que el modelo de sociedad global estaba destruyendo el medio ambiente y dejando a cada vez más gente en la pobreza y vulnerabilidad. De esta manera se dio paso al debate acerca de la importancia del desarrollo sostenible y la importancia que tienen los gobiernos locales para lograr este propósito (ONU, 1987). Esto tuvo un impacto en la ejecución de la política ambiental de Quito. De esta manera, en 1989 el Municipio de Quito creó una unidad dedicada al desarrollo de proyectos ambientales, administración del Plan de Manejo de Calidad Ambiental y Plan de manejo de residuos sólidos (Secretaría de Ambiente , 2018).

En 1990 se creó el Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI) con el patrocinio del PNUMA y la Unión Internacional de Autoridades Locales (IULA). El ICLEI es la asociación mundial de gobiernos locales, su trabajo se enfoca en procurar el desarrollo sustentable de las urbes. Esta organización se compone por varias ciudades alrededor del mundo. Uno de sus ejes fundamentales es apoyar a las ciudades a conseguir una gestión eficiente de recursos, construcción de infraestructura inteligente, desarrollo de la economía urbana incluyente (ICLEI, 2018).

En 1992 se celebró la Declaración sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro. Esta conferencia tuvo como objetivo ratificar el compromiso del Informe de Estocolmo y establecer nuevos niveles de cooperación, y alianzas internacionales para proteger la integridad del sistema ambiental (ONU, 1993). Producto de esta cumbre se creó los Fondos Ambientales (FA) en el mismo año. Estos FA son organizaciones que actúan como mecanismos financieros para facilitar la implementación de políticas y programas de conservación medio ambiental (REDLAC, 2016).

En 1994 el Municipio de Quito creó la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente (actualmente conocida como Secretaría de Ambiente). Esta dirección estaba formada por el Departamento de Control de la Calidad Ambiental y el laboratorio de Control Ambiental (Secretaría de Ambiente, 2018). En este año, el municipio solicitó su membresía al ICLEI. Años después, se crearon la Comisión de Medio Ambiente y Riesgos Naturales, y la Comisaría ambiental. Estas entidades contribuirían de una forma clave para el manejo ambiental (Barrionuevo, 2016).

A nivel nacional, se creó el MAE en 1996 para cumplir las funciones de autoridad ambiental del país. Este Ministerio tiene como finalidad garantizar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, mantener y mejorar la calidad ambiental y promover el desarrollo sustentable (MAE, 2012). Ese mismo año, se publicó el primer Plan de Gestión Ambiental del Ecuador. Este plan consideró estrategias nacionales de desarrollo, principios ambientales básicos y políticas ambientales.

En el año 2004, el MAE creó la Ley de Gestión Ambiental. Esta ley establece las obligaciones, responsabilidad, y nivel de participación del sector público y privado sobre la gestión ambiental del país. Esta ley confiere a los municipios la capacidad de fungir como órganos rectores ante toda actividad que suponga riesgo ambiental. De esta forma, el MDMQ recibió la acreditación de Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable (AAAr). Gracias a esta acreditación cualquier obra o proyecto de inversión debe ser previamente evaluada, y aprobada por el municipio para evitar impactos ambientales (MAE, 2004).

Tras la aprobación de la Constitución del 2008, se creó el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD). Este código se encuentra en vigencia

desde el 2010 y establece un nuevo régimen de organización territorial, descentralización y autonomía a los gobiernos autónomos Descentralizados (GAD). De esta forma, la gestión ambiental se convierte en una función obligatoria de los municipios. Además con el fin de consolidar los principios constitucionales la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) creó el Plan Nacional del Buen Vivir, el cual promueve varios objetivos y estrategias a ser cumplidos desde el plano ambiental (Barrionuevo, 2016).

La gestión ambiental del MDMQ también fue impulsada por varias fundaciones y organizaciones internacionales. Un ejemplo de esto fue la Fundación Natura, la cual fue una ONG que desarrolló proyectos de conservación ecológica y protección al medio ambiente en el país. Esta fundación, fue una organización no gubernamental sin fines de lucro. Tuvo una trayectoria de 35 años en el país, desde 1977 hasta el año 2012. Su servicio a la sociedad se enfocaba en el campo ambiental y en la preservación de la biodiversidad, y el manejo sustentable de los recursos naturales. Además contaba con sedes en las ciudades de Quito, Guayaquil, Esmeraldas, Macas y Riobamba.

La Fundación Natura desarrolló varios proyectos para el control de la contaminación del aire en la ciudad de Quito. Entre estos, se puede mencionar un estudio sobre el plomo en la gasolina, y cómo afecta a la salud de la ciudadanía. Esto sirvió de base para la expedición de la Ordenanza Municipal de Quito sobre combustibles y emisiones vehiculares (Fundación Natura, 2012). Asimismo la fundación brindó el apoyo al municipio en su Programa de Calidad del Aire durante la década de 1990 para el control de las emisiones de humo negro proveniente de buses de servicio urbano.

Además, la Fundación Natura también contribuyó para la creación de la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito (CORPAIRE). Entre las funciones que cumplía ésta entidad estaba el monitoreo del aire, y la generación de información sobre emisiones como base para el diseño de políticas (Páez, 2012). Cabe recalcar que en el año 2012 la Fundación Natura cesó sus actividades en el país.

Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entidad cuyo propósito es mejorar la calidad de vida en América Latina y el Caribe, también ha colaborado con el municipio de Quito en varios proyectos ambientales. Entre los más destacables se encuentran: el Proyecto laderas de Pichincha, Programa de Saneamiento Ambiental, Programas de Identificación y fortalecimiento de centralidades urbanas. Cabe recalcar que el BID ha sido una importante fuente de financiamiento para distintos programas desarrollados por el MDMQ (BID, 2010).

En la actualidad, la gestión ambiental por parte del municipio de Quito se encuentra en manos de la Secretaría de Ambiente. Esta secretaría se creó en 1989 para el desarrollo de proyectos ambientales. Esta entidad funciona como una unidad independiente del municipio y se encarga de regular las directrices, políticas y estrategias para la correcta gestión ambiental. Esta secretaría, se encuentra encaminada a la mejora de procesos para regular la gestión

ambiental. También se encarga de la generación de políticas públicas que permitan mantener un correcto control ambiental (Secretaría de Ambiente, 2016). El MDMQ ha adoptado varias políticas y programas para la gestión de la calidad del aire en la ciudad a lo largo de los años. Entre ellos se pueden mencionar la creación de la REMMAQ y la implementación de la Revisión Técnica Vehicular. A continuación se amplía el análisis de estos programas.

Red de Monitoreo Atmosférico 2002

La Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito REMMAQ se creó en 1994, gracias a un préstamo del BID al gobierno ecuatoriano. No obstante, inició sus actividades formalmente el 05 de noviembre del 2002. Durante enero del 2004 a octubre del 2010 la REMMAQ formó parte de la CORPAIRE, a partir de entonces pasó a ser parte de la Secretaría de Ambiente del Municipio de Quito. El objetivo de la REMMAQ es generar datos acerca de la concentración de distintos contaminantes atmosféricos que se encuentran en el territorio de Quito. Gracias a esta entidad la ciudadanía puede contar con información real sobre la contaminación del aire en distintas zonas de Quito.

La REMMAQ se encargaba del desarrollo de proyectos de investigación sobre las consecuencias de la calidad de la baja calidad del aire. Sin embargo, a partir del 2009 por falta de personal y recursos económicos se cancelaron proyectos llevados a cabo por la Red como el desarrollo de modelos de predicción y simulación de la calidad del aire, inclusión de la modelación de la dispersión de cenizas volcánicas, y el mapa de ruido ambiental de Quito. En la actualidad la Red cumple como un organismo de vigilancia de emisiones de contaminantes críticos y PM.

Revisión Técnica Vehicular (RTV) 2003

Mediante la Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito en el año 2003 la Comisión de Medio Ambiente, en el capítulo III “De la Contaminación Vehicular” en el artículo 373 establece como obligatoria la RTV previa a la matriculación de los vehículos a motor que circulen en el distrito. Parte de la revisión contemplaba el control de emisiones de gases contaminantes, o de opacidad y ruido dentro de los límites permisibles (DMQ, 2007). El objetivo de la RTV es verificar que todos los automotores cumplan con estándares de funcionamiento para de esta manera propender a un ambiente sano y contribuir con el mejoramiento de la calidad del aire. Se estableció que la CORPAIRE sea el organismo encargado de realizar la revisión.

Sin embargo tras la redacción de la nueva Constitución de la República, se creó el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Éste código otorgó a cada gobierno municipal la capacidad de asumir las funciones de tránsito y regulación para cada ciudad. De esta manera, el 22 de Abril de 2009, mediante una resolución de la alcaldía de Quito se creó la Agencia Metropolitana de Control de Transporte Terrestre,

Tránsito y Seguridad Vial –AMT. A partir de ese momento, la AMT ha sido la entidad encargada de realizar la Revisión Técnica Vehicular para todos los vehículos que circulen en el Distrito Metropolitano (DMQ, 2007).

Tras la implementación de la RTV, se lograron dos metas, la primera fue la reducción de las emisiones de gases contaminantes y PM; la segunda fue el incentivo a la modernización del parque vehicular de la ciudad y/o la mejoría en la calibración de los vehículos respecto a las emisiones. La calidad del aire tuvo una inmediata mejoría. La reducción del monóxido de carbono tuvo un descenso del 17% desde el primer año de implementación del programa. No obstante, a raíz de que la gestión de la RTV pasó a manos de la AMT ha dejado de fungir como un instrumento para la mejora de la calidad del aire y se ha convertido en un instrumento administrativo necesario para la matriculación vehicular. De tal forma que la RTV ha quedado estancada, y no ha sido sujeta a mejoras continuas que compaginen con el constante crecimiento del parque vehicular en Quito.

Plan de Mejora de la Calidad del Aire en Quito (PMCA) 2005-2010

La ciudad de Quito implementó el PMCA por primera vez para el período 2005-2010. Este plan fue realizado con el propósito de sistematizar las medidas destinadas a la mejora de la calidad del aire en la ciudad. Este plan constó de 3 programas generales y 14 proyectos que formaban parte de éstos. Los programas fueron: Gestión ambiental pública y participación social, Vigilancia de la calidad del aire, y Medidas técnicas para la reducción de emisiones.

A pesar de que este plan fue ideado para el lustro antes descrito, mediante la resolución 002 con fecha 06 de agosto de 2009, durante la alcaldía de Augusto Barrera se produjo el corte abrupto del PMCA. Esto causó la pérdida de los esfuerzos desarrollados y los logros obtenidos durante los años de implementación del plan. Además se tenía previsto una actualización del mismo para el período 2010-2015, sin embargo esta no se produjo (Oviedo, 2015).

Los programas generales propuestos en el PMCA y los proyectos contenidos en ellos se analizan a continuación:

1) Gestión Ambiental pública y Participación Social

- **Consolidación de la autoridad ambiental local.-** Como se mencionó anteriormente la autoridad ambiental de Quito es la Secretaría de Ambiente. Esta institución presenta varias deficiencias y limitaciones en el control de emisiones en fuentes fijas. Por lo tanto, existe la necesidad de ampliar el control público y promover una política de mayor fiscalidad.

- **Definición e implementación del plan de contingencias ante episodios críticos de contaminación.-** Este programa fue elaborado con la finalidad de brindar una pronta respuesta a la ciudadanía ante eventuales episodios de masiva concentración de contaminantes en el aire. A pesar de que en la ciudad los niveles de contaminación se encuentran dentro de los rangos aceptables, se pueden generar episodios críticos producto de fenómenos naturales. Como ejemplo se puede mencionar las erupciones del Guagua Pichincha en 1999 y de El Reventador en 2002. Estos eventos causaron contaminación aérea a niveles críticos en la ciudad.
- **Comunicación, educación y participación ciudadana.-** Este programa tenía como finalidad comunicar a la ciudadanía en general sobre la responsabilidad compartida que tienen con la autoridad ambiental en el mejoramiento de la calidad del aire. Para llevar a cabo esta estrategia se realizaron charlas y conferencias a grupos como barrios, congresos de médicos, organizaciones de ciclistas, peatones, universidades y colegios. El objetivo que se perseguía era la concientización de la sociedad en cuanto a temas ambientales y una mayor aceptación de la RTV.

2) Vigilancia de la Calidad del Aire

- **Fortalecimiento de la REMMAQ.-** La Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito se constituyó en un programa de vigilancia de la calidad del aire para la ciudad. Este programa mantiene el monitoreo en tiempo real, y posee una cobertura espacial con buena calidad de datos y alto porcentaje de validez. La información obtenida se sirve para la generación de políticas que procuren la disminución de la contaminación.
- **Construcción y actualización del inventario de emisiones del DMQ.-** El objetivo de este inventario es dar a conocer, sistematizar y caracterizar los niveles de emisiones de la ciudad. Esta herramienta se puede utilizar para la predicción de escenarios, ocasionados por el incremento del parque automotor, cambios tecnológicos o implementación de nuevas políticas de control. El PMCA estableció el desarrollo de inventarios en el DMQ con una actualización cada dos años.
- **Fortalecimiento del Centro de Capacitación e Investigación sobre Control de emisiones vehiculares (CCICEV).-** Este centro pertenece a la Escuela Politécnica Nacional, y contribuye con el control de las emisiones de vehículos a diesel. La importancia del CCICEV es que al ser una entidad autónoma al municipio otorgaba credibilidad a los transportistas sobre las medidas y procedimientos realizados.

- **Nuevas investigaciones sobre impactos de la contaminación atmosférica.-** La CORPAIRE creó un fondo para financiar proyectos de investigación en torno a las consecuencias producidas por la contaminación aérea. De esta manera se desarrollaron investigaciones sobre tecnologías vehiculares, control de emisiones, comportamiento de distintos motores en la altura, predicción de la calidad del aire, entre otros. Esto generó valiosa información para la conducción de la gestión del recurso en la ciudad. Sin embargo, a partir del 2009 este proyecto fue abandonado, y no se generaron nuevas investigaciones en los años siguientes.

3) Medidas técnicas para la reducción de emisiones

- **Mejoramiento continuo de la RTV.-** Como se mencionó anteriormente, a pesar de que la RTV fue implementada como un programa ambiental, en la actualidad funge como un tema administrativo para la matriculación obligatoria. A pesar de que se han logrado grandes avances en la reducción de emisiones vehiculares no se ha incidido en nuevas políticas o mejoras del programa en los últimos años.
- **Reducción Progresiva del volumen de emisiones contaminantes del parque vehicular del DMQ.-** Este programa tiene relación con medidas enfocadas en la mejora tecnológica vehicular, la mejora de la calidad de combustibles y la implementación de normas de emisiones más estrictas. Estas medidas deben mantenerse en constante renovación debido a que el crecimiento del parque vehicular puede reducir los logros previamente obtenidos. En este punto, cabe recalcar que la medida que tuvo un mayor aporte a la reducción del volumen de emisiones fue la denominada “Pico y placa” a pesar de que fue creada con un enfoque de movilidad más no desde un criterio ambiental. Más adelante se amplía el análisis de esta medida.
- **Cambio modal de la transportación.-** El PMCA propuso esta medida como mitigación al constante crecimiento que ha tenido el parque automotor en la ciudad. Sin embargo es importante recalcar que el ámbito de la movilidad no corresponde a las autoridades ambientales, por lo tanto es imprescindible mantener un buen nivel de coordinación con la secretaría de movilidad.
- **Mejoramiento de la calidad de los combustibles que se comercializan en el DMQ.-** Este proyecto se realizó a partir de una propuesta realizada por Petroecuador, a través de la implementación de “impuestos verdes” para la importación de diésel con menor contenido de azufre. A pesar de que se ha tenido logros importantes en este ámbito aún no se consiguen los parámetros internacionales. El diésel que se utiliza en la ciudad posee 300 ppm de azufre, mientras que la tendencia mundial es el uso de diésel con 10 ppm de azufre.
- **Mejoramiento de las prestaciones tecnológicas y aplicación de procesos de producción más limpia en industrias.-** Varias industrias han implementado el uso

de gas como combustible principal para el desarrollo de actividades. Esto provocó la reducción de óxido de azufre y PM de fuentes fijas. No obstante, se observó un pequeño incremento en la emisión de monóxido de carbono en la ciudad.

- **Reducción de emisiones atmosféricas de centrales termoeléctricas.-** Esta propuesta no tuvo una buena acogida, debido a que el control de termoeléctricas está regulada por el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC). A pesar de la insistencia del MDMQ por establecer políticas que contribuyan a la disminución de gases, la norma nacional de emisiones de fuentes fijas se modificó ampliando los rangos de emisiones. De tal manera que las centrales termoeléctricas se encuentran cumpliendo con la norma a pesar del nivel de contaminación que emiten.
- **Control y recuperación de emisiones evaporativas en estaciones de servicio y almacenadoras de combustibles.-** La Corpaire en 2005 auspició un estudio que desarrolló el inventario de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) producidos por la evaporación de combustibles en las estaciones de servicio, centros de acopio y distribución de derivados de petróleo. Como resultado se obtuvo que durante el 2003 se emitieron 26.1342 toneladas de COV. Al contrastar estos datos con el inventario realizado en 2011 se obtuvo que las emisiones fueron de 61.702 toneladas. Por lo tanto se deduce que las emisiones de fuentes aéreas y móviles son las de mayor interés.

A pesar de que el PMCA fue retirado antes de que termine su período de aplicación se obtuvo logros importantes en cuanto a la disminución de contaminantes criterio y PM. De tal manera que las emisiones de monóxido de carbono se redujeron en 36%, el ozono en 17%, el dióxido de nitrógeno en 22%, dióxido de azufre en 42%, Material Particulado grueso en 42% y material particulado fino en 10%. La calidad del aire en la ciudad se encuentra dentro de los rangos establecidos por la NECA y a nivel general se puede decir que este plan funcionó correctamente.

Como se mencionó anteriormente, al ser retirado el PMCA en el 2009 y no actualizarse para el siguiente lustro (2010-2015) se obtuvo un importante retroceso en la gestión de la calidad del aire. Actualmente se está actualizando el PMCA para implementarse en el período 2015-2020, aunque aún no se obtienen datos de la efectividad obtenida. Por otro lado, a pesar de que en algunos años la gestión de este recurso no se manejó bajo los lineamientos de un plan de manejo, se implementaron ciertas políticas que también contribuyeron a la mejora de la calidad del aire. Estas políticas se analizan a continuación:

Reducción y Compensación de la Huella de Carbono

La huella de carbono es la medida de la cantidad de emisiones totales de gases de efecto invernadero –GEI- producidas directa o indirectamente por una persona o conjunto de personas (CEPAL, 2017). En otras palabras, la huella de carbono implica medir el impacto

que las actividades diarias causan en la calidad del aire. Este impacto ambiental se cuantifica llevando a cabo un inventario de emisiones de GEI. La huella de carbono se mide en masa de CO2 equivalente (toneladas en huella de carbono). Conocer la cantidad de emisiones es imprescindible para implementar estrategias de compensación y mejora de la calidad del aire (CEPAL, 2017).

El municipio de Quito, en cumplimiento con su compromiso de crear una ciudad sostenible, desarrolló el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero. El inventario de GEI se basa en la metodología GPC (The global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories). Esta es una medida estándar a nivel mundial para medir las emisiones de gases en las ciudades (ICLEI, 2015). Además, el municipio puso a disposición de la comunidad calculadoras de huella de carbono para que los ciudadanos puedan realizar el cálculo de las emisiones individuales.

Según la Secretaría de Ambiente de Quito, la huella de carbono de la ciudad es de 5´164.946 toneladas de CO2 equivalente. El sector que más contribuye a las emisiones de gases es el sector transporte con el 56%, seguido por el sector residencial con 20%, y el sector de residuos sólidos con el 13%. En último lugar se encuentra el sector industrial con el 11% de las emisiones. Este nivel equivale a las emisiones de CO2 generadas por el uso de energía eléctrica de 15 millones de hogares ecuatorianos en un año (Secretaría de Ambiente, 2017).

Estas cifras revelan el gran nivel de contaminación que existe por parte del sector transporte. Gracias a estas medidas se puede establecer en qué sectores se debe implementar políticas públicas para un mayor control de emisiones de gases. En cuanto a la situación de Quito, la emisión de gases aún se mantiene de manera equilibrada, es decir que no llega a niveles extremos. No obstante al comparar el promedio de emisiones de Quito, ésta es 9% más alta que el resto del Ecuador (Secretaría de Ambiente, 2017).

El municipio de Quito, a través de la Secretaría de Ambiente creó un programa de medición, reducción y compensación de Huella de Carbono. Este programa está enfocado principalmente en los sectores empresarial, comercial y de servicios. El objetivo es permitir que las empresas gestionen de manera correcta la emisión de gases para contribuir a la reducción del cambio climático. En compensación a la emisión de gases las empresas, sector privado y sociedad civil se comprometieron a realizar proyectos que beneficien al medio ambiente, en el sector de bosques, residuos sólidos, agricultura orgánica y programas de bicicleta pública.

Medida de Restricción de circulación vehicular “Pico y Placa”

El concejo metropolitano de Quito mediante la Ordenanza 305 emitida en marzo de 2010 creó la medida de restricción de circulación vehicular “Pico y Placa”. Esta política se planteó con la finalidad de motivar a los ciudadanos a cambiar sus patrones de movilidad, enfrentar los problemas de congestión de la red vial de la ciudad, promover el consumo eficiente de energía

y mejorar la calidad del aire. El organismo encargado de la ejecución, control y evaluación de esta medida es el MDMQ mediante la Secretaría de Movilidad (Concejo metropolitano de Quito, 2010).

La modalidad de esta medida corresponde a la prohibición de circulación de los vehículos motorizados privados de acuerdo al último dígito de la placa de cada vehículo. Esta restricción de circulación se da por un día laborable de la semana durante las horas de mayor congestión vehicular. De tal forma, se estableció que los días lunes se acogerían a la medida los vehículos cuyas placas terminen en 1 y 2, los días martes aquellos que terminen en 3 y 4, los miércoles 5 y 6, jueves 7 y 8 y los viernes 9 y 0. El horario de restricción en la mañana se inicia de 07h00 a 9h30 y en la tarde desde las 16h00 hasta las 19h30 (Concejo metropolitano de Quito, 2010).

Las excepciones de esta medida incluyen a los vehículos oficiales del Presidente y Vicepresidente, vehículos del cuerpo diplomático, vehículos de asistencia social (ambulancias), vehículos de transporte colectivo de pasajeros en todas sus modalidades (público, escolar, institucional y turístico), y los taxis legalmente autorizados por el Municipio. Estas excepciones se extienden a personas con discapacidad o de la tercera edad previamente autorizadas por el Municipio. La implementación de esta medida rige únicamente en la zona urbana de la ciudad de Quito (Concejo metropolitano de Quito, 2010).

Para controlar la aplicación de esta medida se implementaron dos tipos de operativos de control: en puntos fijos ubicados en los límites del área de restricción y puntos móviles dentro de las zonas definidas en el área de restricción. Por otro lado, el Municipio creó cuatro parqueaderos ubicados en zonas periféricas de la ciudad, con la finalidad de que los vehículos que tienen restricción de circulación se ubiquen en estos parqueos y las personas puedan continuar su trayecto en el sistema de transporte público. Estos parqueaderos se ubican en el Condado, Carapungo, Zábiza y Cuscungo (AMT, 2018).

En cuanto a las penalidades que se plantean por el incumplimiento de esta medida, existen tres tipos de sanciones dependiendo la ocasión. Si se comete la infracción por primera vez la multa equivale al 15% de una remuneración básica unificada. Si la infracción es cometida por segunda ocasión la multa corresponde al 25% de una remuneración básica unificada y si la infracción se comete por tercera vez o más la multa equivale al 50% de un sueldo básico unificado. De manera adicional, se plantea la retención de vehículos durante el tiempo que rige la restricción (AMT, 2018).

Los resultados que se obtuvo al implementar esta medida fueron analizados en un estudio realizado por Celi, Peña y Remache (2017). Este estudio menciona una importante reducción del índice de tráfico en la ciudad. Durante el horario de vigencia, la afluencia de tráfico de vehículos privados disminuye en 12%, asimismo el tráfico de transporte pesado y motocicletas disminuyó en 17%. De manera general, la congestión disminuyó en 8% durante la restricción en el horario de la mañana, y 12% durante el horario de la tarde. Por otro lado, la concentración de dióxido de carbono tuvo una importante disminución. De tal manera, se produjo una

reducción promedio de 0,16 mg/m³ en la mañana y en un rango de 0,05 y 0,09 mg/m³ por la tarde (Celi, Peña, & Remache, 2017).

Regulación y control para la explotación de áridos y pétreos

En el año 2015 el Consejo Nacional de Competencias traspasó al municipio la competencia para regular y controlar la explotación de minas de áridos y pétreos. Esta entrega se dio debido a los sismos ocurridos en el año 2014, donde se evidenció que existía grandes niveles de vulnerabilidad del suelo en San Antonio de Pichincha. Precisamente en este lugar se encuentran minas y se realiza actividades de explotación, causando contaminación del aire mediante la emisión de PM (El Comercio, 2015).

El Municipio expidió la Ordenanza Metropolitana No. 143 en octubre de 2016. En esta ordenanza el MDMQ asume formalmente la competencia para regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos que se encuentren en minas dentro del DMQ. De tal manera que el Municipio funge como órgano encargado de vigilar que las actividades de explotación minera se realicen de manera responsable con el ambiente y la sociedad. Para esto, se elaboró el Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial como base para cualquier planificación (MDMQ, 2016).

Para la implementación de esta medida se propuso la creación de la Dirección Metropolitana de Canteras como parte de la Secretaría del Ambiente. Esta dirección es un ente administrativo de la Secretaría de Ambiente. Posee competencias para vigilar, controlar y adoptar acciones que incentiven el aprovechamiento de los materiales áridos y pétreos. Además se encarga de verificar que el MDMQ reciba los ingresos correspondientes de la explotación que realicen en las canteras (Concejo del DMQ, 2016)

Entre las atribuciones y responsabilidades que tiene la Dirección Metropolitana de canteras se puede mencionar: preparar resoluciones administrativas y técnicas para viabilizar la ejecución y aplicación de regulaciones y planes de explotación; aprobar planes de minado y cierre de canteras; fijar tasas por servicios administrativos y técnicos sobre las actividades de explotación y comercialización de pétreos y áridos; realizar estudios para autorizaciones de explotación; y realizar estudios para autorizar la instalación y operación de plantas de trituración, hormigoneras y asfalto. (MDMQ, Observatorio Minero , 2013)

Cabe destacar que la implementación de este proyecto aún continúa en marcha. Sin embargo el rol del Municipio es importante para la gestión de estas actividades, al ser la explotación una fuente generadora de contaminantes, especialmente de material particulado. La mayoría de canteras se ubican en las parroquias San Antonio de Pichincha, Calacalí y Píntag y a pesar de encontrarse éstas fuera del perímetro urbano de Quito la contaminación producida se

puede difundir por factores climáticos. Es ahí donde radica la importancia de mantener una buena gestión de explotación.

Ordenanza Metropolitana que regula, facilita y promociona la Movilidad en Modos de Transporte sostenibles en el Distrito Metropolitano de Quito

El objetivo de esta ordenanza es planificar, regular, gestionar e incentivar la movilidad de las personas en modos de transporte sostenibles en el DMQ. Esta ordenanza reconoce al tránsito de bicicletas y la caminata como modo de transporte sostenible. Además esta medida pretende garantizar el derecho al desplazamiento efectivo de las personas que utilicen estos modos de transporte de una manera segura, igualitaria y con la infraestructura necesaria (Concejo del DMQ, 2017).

Esta ordenanza contempla la creación e implementación de la política pública para modos de transportes sostenibles, los cuales se caracterizan por ser ecológicos, amigables con el medio ambiente y eficientes. Por otro lado, la ordenanza también estipula la promoción de este tipo de movilidad, y criterios que fomentan el monitoreo, medición y mejoramiento de las señales de tránsito. Asimismo se plantea la creación y socialización de normas de convivencia entre diferentes actores de movilidad para garantizar la seguridad y correcta implementación de este proyecto. La ordenanza será aplicable en todo el DMQ (Concejo del DMQ, 2017).

La creación de esta ordenanza se motivó gracias a la influencia de la ciudadanía mediante colectivos de ciclistas y peatones. A pesar de que la ciudad mantiene programas como el “Ciclopaseo dominical” y se ha puesto énfasis en la construcción de la ruta exclusiva para bicicletas, el transporte sostenible aún no cuenta con suficiente apertura en la ciudad. A través de los años se han implementado planes de movilidad enfocados al transporte público y privado, dejando de lado estos medios los modos de transporte sostenible. Por este motivo, este proyecto estipula una jerarquía de movilidad entre los diferentes modos de transportes existentes. Según el nivel en el que se encuentren cada modo se prioriza el espacio vial, infraestructura y distribución de recursos del presupuesto municipal (Concejo del DMQ, 2017).

La jerarquía establecida en esta ordenanza es la siguiente:

1. Peatones con prioridad para personas con discapacidad y movilidad reducida
2. Ciclistas y usuarios de vehículos que funcionen mediante propulsión humana
3. Usuarios del transporte público de pasajeros
4. Usuarios del transporte público de carga
5. Usuarios del transporte comercial y particular automotor

A pesar de que no se pueden analizar los logros obtenidos por esta política ya que aún se encuentra en implementación se puede decir que es innovadora, inclusiva y procura la eficiencia. Debido a que estos modos de transportes han sido relegados dentro de las políticas, y no se han priorizado los mismos. Por otro parte es inclusiva debido a que piensa en la movilidad de todos los ciudadanos. Finalmente se puede decir que también procura la eficiencia al promover transporte que no genera contaminación.

En conclusión se puede decir que la ciudad de Quito a lo largo de los años ha desarrollado políticas y programas ambientales eficientes que han permitido mantener una buena calidad del aire. La influencia internacional jugó un papel importante en el desarrollo de nuevas estrategias para la gestión de este recurso. A pesar que el PCMA no se actualizó en el período 2010-2015 las medidas previstas anteriormente sirvieron para la mitigación del aire en la ciudad. No obstante se puede rescatar de esta experiencia que para mantener una ciudad libre de polución no basta con dar continuidad a las políticas ya implementadas, más bien se debe recurrir a nuevos proyectos. De esta manera se puede ir a la par del crecimiento poblacional y del parque automotor. A continuación se analizan experiencias de políticas públicas en torno a la gestión del aire para realizar un contraste con las implementadas en la ciudad de Quito.

3.2 Experiencias de Política Pública en función de la contaminación del aire

China

Política para reducir la polución en Beijing 2015- 2030

Beijing es una de las ciudades más contaminadas de Asia. Las fuentes de contaminación son las emisiones por parte de los vehículos y el carbón utilizado en actividades industriales. La política del Ministerio de Medio Ambiente de China se denomina “Guerra contra la polución” y contempla la reducción de emisiones de dióxido de carbono y PM. El tiempo de implementación de la política es de 2015-2030.

Los habitantes de esta ciudad sufren problemas de salud a causa de la contaminación aérea. Según la OMS durante el 2014 la polución en Beijing sobrepasó los 500 microgramos por metro cúbico (OMS, 2014 citado en BCN, 2015). Este nivel de contaminación obliga a las personas a utilizar mascarilla para salir a exteriores. Por otra parte, este fenómeno se evidencia de manera más intensa en varias partes de la ciudad. De tal manera, la calidad del aire en ciertas zonas pasa de ser “no saludable” a “dañina para la salud” (BCN, 2015).

Como respuesta al estado de la calidad del aire en Beijing se crearon varias políticas para mitigar la contaminación. La primera medida fue garantizar la transparencia sobre los temas

de contaminación que afectan a la ciudad y al país en general. De esta manera los ciudadanos pueden contribuir a supervisar la lucha contra este fenómeno ambiental. Por otro lado, también se planteó medidas en relación a incentivar el uso de vehículos que funcionan a través de energías limpias para evitar las emisiones producidas por el tráfico vehicular. Sin embargo, el gran desafío que se planteó fue la descarbonización de la industria (BCN, 2015).

Sobre la efectividad de este plan, cabe recalcar que este aún se mantiene en implementación. Sin embargo, según las proyecciones planteadas por la municipalidad de Beijing se espera la reducción de 60% a 65% de las emisiones de dióxido de carbono de acuerdo al PIB por unidad de uso de energía. Además se estimó la reducción de un 40% a 45% de la intensidad de carbono hasta el año 2020. Por otro lado, se espera que el uso de energías renovables alcance el 15% en la ciudad (BCN, 2015).

Al contrastar la información de la calidad del aire de Beijing con la ciudad de Quito, ésta última posee un nivel de contaminación controlado, el cual no ha sobre pasado los límites establecidos por la normativa ecuatoriana. Sin embargo, la experiencia de esta ciudad puede servir como modelo de las prácticas que se deben evitar, tales como el crecimiento insostenible del parque automotor y el uso intensivo del carbón en las industrias. Para evitar tener el nivel de contaminación de Beijing se debe procurar implementar el uso de energías renovables y a la par lograr una

España

Plan de Calidad de aire y Cambio Climático de la ciudad de Madrid 2011-2015

La normativa española sobre la contaminación aérea comprende varias leyes y decretos reales relativos a la mejora de calidad de aire, reglamento de emisiones, y control de gases. La normativa local de la ciudad de Madrid además de acatar las normativas gubernamentales, contempla ordenanzas para proteger de la contaminación acústica y térmica y un protocolo de medidas para episodios de alta contaminación por dióxido de nitrógeno. A esto se suma el plan de movilidad sostenible de la ciudad de Madrid. En conjunto, estas medidas buscan mantener los niveles de contaminación dentro de los rangos establecidos para prevenir efectos nocivos en la salud humana y medio ambiente (Ayuntamiento de Madrid, 2015).

Durante el período 2011-2015 se llevó a cabo el Plan de Calidad del Aire en la Ciudad de Madrid. Para el desarrollo de este plan se tomaron varias estrategias direccionadas al sector transporte, limpieza y residuos, patrimonio verde, sistema de vigilancia de contaminación y refuerzo de políticas municipales. A continuación se evidencia las actividades llevadas a cabo:

- Modernización del sistema de monitoreo de la emisión de gases y PM en la ciudad.
- Promoción de vehículos eléctricos, mediante la implementación de varios puntos de recarga en la ciudad por parte del Municipio.
- Implementación de 19 estaciones de recarga de combustibles alternativos, de estas 16 pertenecían a gas licuado de petróleo y 3 a bioetanol.
- Incentivos fiscales mediante la reducción del 75% durante un período de 6 años del Impuesto de Vehículos de tracción mecánica a quienes adquieran vehículos eléctricos, híbridos enchufables o aquellos vehículos que utilicen gas o bioetanol como combustible.
- Exención de la tasa por estacionamiento a los vehículos cero emisiones (eléctricos, híbridos enchufables, y aquellos propulsados por pila de hidrógeno).
- Modernización de la flota de transporte municipal con tecnologías menos contaminantes
- Determinación de nuevos límites de emisiones en la Ordenanza Reguladora del Taxi, e incentivación para la renovación de la flota.
- Renovación de 822 autobuses
- Desarrollo del Sistema público de alquiler de bicicletas. Para esto se desarrolló 464 km de ciclocarriles en la ciudad, 1206 aparcabicis, y la adquisición de 1560 bicicletas eléctricas.
- Renovación de la flota de limpieza urbana, mediante la adquisición de 145 vehículos cero emisiones.
- Desarrollo del programa “Madrid Compensa”, en el cual las empresas pueden calcular las emisiones de CO2 generadas por un evento o actividad particular y compensarlas mediante la plantación de árboles autóctonos.
- Se invirtió alrededor de 2 millones de euros en la rehabilitación energética de viviendas. Para esto se renovó el contrato de suministro de servicios energéticos en varios colegios del Ayuntamiento, también se realizó auditorías energéticas, y se realizó la instalación de equipamientos de eficiencia energética en varios edificios e instalaciones municipales.

Según el Informe de evaluación del plan presentado anteriormente, el grado de cumplimiento que tuvo fue de 90%. El sector transporte por sí solo presentó un grado de cumplimiento de 90.5%. Esto se consideró satisfactorio, al ser este sector el principal responsable de las emisiones de contaminantes en la ciudad de Madrid. A nivel general, las emisiones e inmisiones tuvieron tendencia a la baja, esto quiere decir que la aplicación del plan fue positivo. Sobre los contaminantes criterio, el porcentaje de reducción promedio fue de 18,6%.

Las emisiones de Óxido de nitrógeno disminuyeron en 28% durante el período de aplicación. El Monóxido de Carbono se redujo en 25%. Las emisiones de PM grueso y fino disminuyeron en 22% y 27% respectivamente (Ayuntamiento de Madrid, 2015).

Al analizar las medidas propuestas anteriormente, se puede concluir que la gestión de la contaminación del aire en Madrid se basa en la regulación de fuentes móviles. A manera de inspiración, para implementar en la ciudad de Quito, se puede considerar las medidas relativas a la implementación de incentivos para vehículos con energías limpias. Esto debido a que en Quito aún no existe una apertura suficiente para el uso de dichas tecnologías.

Francia

Gestión de la calidad del aire en París 2009

La ciudad de París presenta dos problemas que inciden en el deterioro de la calidad del aire: La zona metropolitana se encuentra densamente poblada y posee una zona rural circundante. Esta ciudad concentra alrededor del 90% de la población de toda la región. El área metropolitana de París es responsable de la emisión del 68% de las emisiones de óxidos de nitrógeno. La principal fuente de contaminación de gases son los vehículos. El 71.5% de las emisiones corresponden a la quema de combustibles fósiles (Capell, 2010).

Esta ciudad ha tenido varias regulaciones sobre la gestión de los recursos naturales. Para evitar la contaminación se ha implementado medidas como la mejora de la calidad de la gasolina y la mejora tecnológica de la flota de vehículos de transporte público. Gracias a esto se logró una reducción del 20% de emisiones de dióxido de azufre en los últimos 50 años. No obstante, a pesar de estas mejoras, la calidad del aire en algunas zonas de París aún no cumplen las normativas establecidas por la UE (Capell, 2010).

A escala regional, los siguientes planes se crearon para la gestión de la calidad del aire en París:

- Plan de Calidad del aire en la región: Este plan se planteó con la finalidad de proporcionar un diagnóstico del estado del aire en París, también presenta varias recomendaciones que deben ser implementadas.
- Plan de Protección de la atmósfera: El objetivo de este plan es proporcionar medidas de cumplimiento obligatorio para mejorar la calidad del aire, enfocadas a las emisiones ocasionadas por incineradores, calderas y recuperadores de valores para estaciones de servicio de gasolina.

- Plan de Ile-de-France movilidad urbana: Este plan se encarga de la organización general de los transportes, la circulación y aparcamiento. Este plan fue creado por el Estado de Francia.
- Plan de movilidad de París: Se encuentra direccionado a reducir las fuentes de tráfico y el lugar de los vehículos dentro de la ciudad a favor de otros usuarios.

Para el desarrollo de los planes mencionados anteriormente, se tomaron varias medidas. Éstas pueden dividirse en cuatro tipos: reguladoras, contractuales, de acompañamiento y las relacionadas al plan de transporte. Las medidas reguladoras, se encargan de establecer límites o normativas, como por ejemplo: limitar las emisiones de óxidos de nitrógeno de las fuentes móviles, grandes empresas, zonas aeroportuarias; prohibir la incineración de residuos domésticos; usar combustibles especiales en zonas de alto nivel de contaminación, restringir el tráfico de vehículos ligeros en ciertas zonas, y restringir el tráfico de motocicletas en episodios de contaminación aguda (Capell, 2010).

Las medidas contractuales son acciones en conjunto con el Municipio de París y la Sociedad Nacional de Ferrocarriles Franceses, la Compañía Arrendataria autónoma de los transportes parisinos y el aeropuerto de París. Estas acciones son: ahorro de 30% de emisiones de óxidos de nitrógeno a través de la remotorización de condiciones de operación y optimización de vehículos; 10% de reducción en el tiempo promedio de ejecución de las aeronaves y maximización del uso de frenado eléctrico del metro. Por otro lado, las medidas de acompañamiento son aquellas que se encuentran relacionadas con el tránsito. Como ejemplo de estas medidas se encuentra el desarrollo y mejora de la calidad del tránsito, mejora de accesibilidad a los aeropuertos mediante transporte público, y la implementación de estacionamientos en las afueras de la ciudad (Capell, 2010).

Para el desarrollo del Plan de transportes de París también se tomaron varias medidas. El objetivo de este plan es garantizar la movilidad sostenible para todos los parisinos. Entre las medidas más relevantes se tienen:

- Incrementar la cuota de transporte público en un 80% de los viajes que se realicen en la ciudad.
- Incrementar la oferta de rutas de circulación que ofrece el transporte público en 20%.
- Reducción del tráfico motorizado en 26%.
- Facilitar el transporte intermodal entre los polos de tránsito y transporte.
- Desarrollo de un plan maestro de bicicletas, con la infraestructura vial para 30 zonas de la ciudad.
- Prohibición del tráfico de vehículos pesados dentro de la zona metropolitana de París.

- Implementación de estacionamientos cerca de las estaciones de metro y estaciones de trenes para facilitar el acceso al transporte público.
- Ampliación del tranvía para mayor acceso desde distintas zona.

En cuanto a la eficacia conseguida tras la implementación de estos planes, se obtuvo varios logros, tales como la reducción a nivel general de las emisiones. De manera puntual se puede mencionar la reducción del 60% de GEI en la ciudad. Además se consiguió el decremento de 8% de óxidos de nitrógeno y también la disminución de la exposición de las personas a PM producto de fuentes móviles. En conjunto esto produjo menor contaminación secundaria por ozono.

Sobre las experiencias que pueden servir de inspiración para la ciudad de Quito se destacan las medidas contractuales, ya que éstas involucran tanto al sector público como privado para la consecución de un objetivo común. Por otro lado, las medidas para el desarrollo del plan de transporte también constituyen una enseñanza. Esto se debe a que el Plan implementado para la ciudad de París presta un mayor protagonismo al transporte público y a nuevas formas de transporte como el uso de bicicletas. En Quito aún se prioriza la gestión de transporte pensando desde un enfoque de transporte privado.

Inglaterra

Estrategia de Calidad del Aire de la ciudad de Londres 2008

La calidad del aire en Londres es la más baja en comparación a las demás ciudades del Reino Unido. Algunas zonas de esta ciudad no cumplen con la norma de emisiones de la UE para dióxido de nitrógeno y PM. Las emisiones producidas por tráfico rodado constituyen la primera causa de polución en esta ciudad. La reducción de la contaminación puede contribuir a la mejoría de la salud y la calidad de vida de las personas que viven, trabajan y realizan turismo en Londres (Capell, 2010).

El nivel de contaminación difiere en varias zonas de la ciudad. Existe un mayor nivel de contaminación en zonas que se encuentran cercanas a carreteras con mucho tráfico. Sin embargo, la mayoría de la polución no se origina dentro de la ciudad. En el centro de Londres, alrededor del 40% del PM es causado por emisiones desde el exterior de la capital. Asimismo, el 25% de las concentraciones de dióxido de nitrógeno no se generan en la capital. Solo un pequeño número de zonas en la ciudad cumplen con los límites de emisión permitidos (Capell, 2010).

Las medidas que contempla la estrategia de calidad del aire se establecen con la finalidad de crear acciones que contribuyan a la mejora de la calidad de este recurso. Estas medidas están destinadas a reducir las emisiones ocasionadas por el transporte, hogares e industrias. Entre las propuestas relacionadas al tema de transporte se puede mencionar:

- Renovación de la flota de autobuses de Londres, para que todos cumplan las normas de calidad de bajas emisiones.
- Regulación del sistema de taxis mediante la introducción del límite de antigüedad de vehículos de 15 años de edad a partir del 2012 y de 10 años como límite de edad en 2015. Esta medida se origina con la finalidad de prohibir la circulación de taxis viejos y contaminantes en las calles de Londres. Además, la alcaldía colabora con la industria para el desarrollo de un taxi que funcione con energías limpias para el año 2020.
- Se reguló el sistema de vehículos privados mediante la implementación de un límite de rodaje a los vehículos que tengan 10 años de antigüedad a partir del año 2012.
- Inversión en transporte público mediante la adquisición de furgonetas grandes y minibuses no contaminantes que circulen por zonas de alto nivel de contaminación.

Por otro lado, entre las estrategias implementadas para reducir otras fuentes de contaminación no relacionadas con el transporte están:

- Mejora de la gestión de contaminación por obras de construcción para reducir emisiones de polvo y PM.
- Aplicación de programas para mejorar la eficiencia energética en hogares y edificios públicos mediante energías que no incluyan la quema de combustibles fósiles.
- Creación de regulación diferenciada para zonas donde la calidad del aire es baja, con el fin de lograr un menor impacto de contaminación.
- Sensibilizar a la población a tomar medidas de reducción de la contaminación para incentivar el uso del transporte público y alentar la eficiencia energética.
- Mejorar el sistema de información de la calidad del aire, para que los londinenses más vulnerables se mantengan informados y reduzcan su exposición en exteriores.

Sobre la eficacia obtenida en la implementación de estas estrategias, el PM en el centro de Londres se redujo de 119 toneladas a 91 toneladas. Por otro lado, el dióxido de carbono tuvo una reducción total de 19.600 toneladas durante el período implementado. Además la contaminación en interiores se redujo en 15%, producto del incentivo en eficiencia energética. Sin embargo, el nivel de emisiones en varias zonas de Londres continúa excediendo el nivel permitido.

En cuanto a las experiencias que se pueden rescatar para implementar en la ciudad de Quito, se puede mencionar la implementación de buses que utilizan energías limpias exclusivamente para circular por zonas con alto nivel de contaminación. En el DMQ la mayoría de vehículos del transporte público trabajan con combustibles fósiles, y no existe una diferenciación de

contaminación de las zonas por las que circulan. Por otro lado, también cabe rescatar la creación de una normativa diferente para las zonas de la ciudad donde la contaminación es mayor. En la ciudad de Quito existe una única normativa para regular la calidad del aire en todas las zonas.

Países Bajos

Plan de acción de calidad del aire en Ámsterdam 2005

La calidad del aire en Ámsterdam no cumple los parámetros establecidos por la normativa de la Unión Europea (UE). Los principales contaminantes en esta ciudad son el dióxido de nitrógeno y material particulado. La baja calidad del aire en este país se relaciona con la alta densidad poblacional, y el factor climático. Sin embargo, la calidad de este recurso varía en ciertas zonas de la ciudad. Según un informe realizado en el 2004, las zonas con bajas calidad del aire corresponden a los sitios donde se ubican las carreteras principales de Ámsterdam (Capell, 2010).

La fuente principal de contaminación es el tráfico motorizado. Además gran parte de la contaminación del aire proviene de otros países del continente europeo. Como medida de control, esta ciudad implementó un Plan de acción de calidad del aire. Este plan tiene como objetivo principal mejorar la calidad de este recurso enfocándose principalmente en cumplir la norma para la emisión de dióxido de nitrógeno y PM (Capell, 2010). Las acciones más relevantes que contempla el plan son:

- **Prioridad de una ciudad Sostenible.-** Este plan tiene como finalidad reducir el nivel de tráfico en la ciudad. Para llevar a cabo esta medida se implementó varios estacionamientos económicos en las afueras de Ámsterdam. La idea es que las personas dejen su vehículo en estos parqueaderos y puedan continuar su trayecto utilizando el transporte masivo. Además se propuso la aplicación de tasas de parqueo diferenciadas, los vehículos eléctricos, híbridos y que usen gas natural poseen una reducción del 50%, mientras que la tasa de parqueo para los vehículos que usan combustibles fósiles se incrementó en 50%. Otra propuesta es conectar diversas partes de la ciudad mediante la implementación de nuevas rutas de transporte público, de esta manera no es necesario el uso de vehículos privado.
- **Plan Carga.-** Se declaró como “Zonas de baja emisión” a varias áreas geográficas donde el nivel de emisiones superó el límite. Como estrategia se restringió el acceso a vehículos especialmente contaminantes y se permitió el acceso a estas zonas únicamente a vehículos híbridos y eléctricos.

- Eléctrica de Transporte.- Para impulsar este plan, se impulsó el uso de vehículos eléctricos a través de la instalación de puntos de carga en la ciudad. Además, se pretende fomentar la compra de vehículos eléctricos, mediante incentivos económicos a fabricantes de estos automóviles. De esta forma se espera que exista un mayor número de ofertantes y el precio disminuya. Por otro lado, se promovió campañas sobre el uso del transporte eléctrico y capacitaciones al público sobre el funcionamiento y reparaciones de estos vehículos.
- Transporte público y privado de la flota.- Ámsterdam renovó una flota de 2000 vehículos a transporte de energía limpia.
- Proyectos piloto.- Esta ciudad impulsó el cambio de camiones de basura convencionales a vehículos eléctricos e híbridos.
- Empresas de transporte de gestión.- El ayuntamiento de Ámsterdam ha impulsado la creación de empresas públicas para generar un tráfico más eficiente en las vías. El objetivo es reducir 5% en los kilómetros por coche durante las horas de mayor influencia vehicular.
- Ciclismo.- Se promovió este tipo de transporte mediante la creación de más carriles para bicicletas, rutas de ciclismo y áreas de aparcamiento.
- Calefacción Urbana.- Se invirtió en la creación de tres plantas de energía para producir calor suficiente para poder satisfacer la demanda de la ciudad. Estas redes de calefacción se utilizan mediante la integración de técnicas de suministro sostenible.

Entre los logros obtenidos, se produjo una reducción de 16% de dióxido de carbono y PM. Además las zonas de baja emisión fueron menos frecuentadas por vehículos que funcionan a base de combustibles fósiles. Además los conductores acataron las medidas de aparcamiento, y se incrementó el uso de transporte público. Por otro lado, las plantas de energía produjeron el calor suficiente para asumir la demanda de la ciudad. Esto representó una reducción de 50% de CO₂ en la contaminación de interiores (Capell, 2010).

Como retroalimentación, se puede decir que las medidas aplicadas en Ámsterdam pueden servir de inspiración para la ciudad de Quito. En primer lugar, se puede tomar como inspiración el programa “Prioridad para una ciudad sostenible” mediante la implementación de parqueos económicos fuera de la ciudad. Por otro lado, se puede incentivar el uso de vehículos con energías limpias (híbridos y eléctricos). Tomando en consideración que en Quito el uso de estos vehículos no es común.

3.3 Experiencias de Política pública en función de la contaminación del aire en América Latina

Argentina

Gestión pública de la calidad del aire en el área metropolitana de Mendoza

Varias urbes argentinas han experimentado un acelerado incremento poblacional en la última década. Entre las zonas potencialmente expuestas a la contaminación se encuentran la Capital Federal, Buenos Aires, Córdoba, Rosario, Mendoza, La Plata y San Miguel de Tucumán. En la ciudad de Mendoza las fuentes principales de emisión de gases contaminantes son industriales y de tránsito vehicular. Cabe recalcar que esta ciudad realiza periódicamente el monitoreo de la calidad del aire, e inventarios de emisiones. No obstante, gracias al incremento poblacional experimentado en los últimos años, el recurso aire sufrió deterioro (Allende & Benítez, 2016).

La ciudad de Mendoza, en Argentina posee una particular predisposición a la contaminación del aire. Esto se debe a la situación geográfica de la ciudad al poseer características propias del área de cordillera, y a su situación meteorológica con pocas precipitaciones. Además, la ciudad cuenta con limitadas zonas de espacios verdes, lo cual impide la disminución del impacto de gases contaminantes. Sumado a esto, se encuentra el crecimiento del transporte motorizado público y privado. Según estudios realizados en el área metropolitana, el 70% de la contaminación proviene de fuentes móviles, y el 30% de fuentes fijas. (Fasciolo et, al., 2010 citado en Allende & Benítez, 2016).

En el año 2014 se desarrolló el Foro de Ministros de medio ambiente, en el cual se analizaron varios lineamientos para la gestión del aire. Entre las propuestas de mejora a largo plazo se pueden mencionar:

- Adopción de un plan a nivel regional con lineamientos y directrices homogéneas.
- Alentar al gobierno una reforma en el presupuesto del Estado, para obtener un mayor fondo para la gestión de los recursos naturales.
- Solicitar el apoyo del PNUMA (programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), para establecer criterios generales sobre la priorización de políticas
- Fortalecer el diálogo entre los sectores público y privado con el fin de establecer medidas en conjunto que contribuyan a la reducción de la contaminación.

Las propuestas de acciones a corto y mediano plazo en el área metropolitana de Mendoza, se enfocan en generar una gestión sostenible del medio ambiente. Se enfocan en:

- Incentivar el uso de vehículos con tecnologías limpias

- Desarrollo de programas para un transporte público masivo eficiente
- Implementar mayor accesibilidad a transporte no motorizado en las calles
- Monitoreo y control permanente de la calidad del aire
- Incremento de superficies urbanas destinadas a la creación de áreas verdes

Como resultado de la implementación de estas políticas se obtuvo una reducción del 17% de las emisiones de material particulado grueso. Por otro lado, estas medidas incentivaron la renovación del parque automotor. También se obtuvo una disminución de 15% del dióxido de carbono como resultado de una mayor eficiencia de los vehículos de transporte público. En conclusión se puede decir que las políticas implementadas en la ciudad de Mendoza han mostrado un buen nivel de desempeño en la reducción de la contaminación. Sin embargo, aún falta implementar un plan integral que abarque la gestión de otras fuentes de contaminación.

Chile

Gestión de episodios críticos de contaminación atmosférica por material particulado respirable (PM 10) en Santiago de Chile

La región metropolitana de Chile fue considerada una zona saturada de material particulado y gases contaminantes. La calidad del aire en Chile se encuentra bastante deteriorada. Por este motivo se creó el plan de prevención y descontaminación atmosférica. Según las mediciones de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire, el episodio crítico de emisiones se da en el período entre el 01 de abril y el 31 de agosto de cada año.

Para la gestión de calidad del aire, se establecieron dos tipos de medidas: permanentes y paliativas. Las primeras medidas se crearon para combatir la contaminación cuando los niveles de emisiones se encuentran en un rango promedio, dentro de los límites. Estas medidas se relacionan a la restricción vehicular, gestión de tránsito (prohibición de estacionamientos, vías exclusivas, reversibles y permanentes), prohibición de quemas forestales y agrícolas, uso de calefactores certificados. Las medidas permanentes se aplican durante todo el año (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2016).

Por otro lado, las medidas paliativas se implementan cuando existen episodios críticos de contaminación. Entre estas medidas se pueden mencionar la suspensión de clases de educación física y actividades deportivas en colegios, para evitar la exposición; programa de aspirado y lavado de calles; prohibición de funcionamiento de artefactos de calefacción residencial que utilicen leña como combustible principal; y restricción vehicular. Además, de estas medidas, cuando el período de episodios críticos se eleva a niveles de emergencia ambiental se consideran la paralización de fuente estacionarias de contaminación (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2016).

Los resultados que se obtuvieron durante el manejo del aire en el año 2015, es que solo se registraron dos episodios críticos por presencia de PM grueso. Por otro lado se registró 42 episodios por presencia de PM fino. Al contrastar estos datos con la tendencia de episodios de años anteriores, se evidenció un incremento de episodios por PM fino. Esto se debe a la condición climática baja en vientos que se tuvo durante el año. Al contrastar estas políticas con la gestión del aire de Quito se evidencia que la ciudad de Santiago de Chile se encuentra correctamente preparada para los episodios críticos. A pesar de que Quito no experimenta estas situaciones con frecuencia, se debe socializar las medidas que la ciudadanía debe tomar ante estas contingencias

Colombia

Política Nacional de Prevención y Control de la Contaminación del Aire

La situación de la calidad del aire en Colombia presenta varios matices dependiendo de la zona de estudio. No obstante, a nivel general, se puede decir que la principal fuente de contaminación es el uso de combustibles fósiles. El contaminante que más daño ha causado a la salud pública de dicho país es el material particulado, el cual con frecuencia supera el nivel de concentraciones límite establecido en la normativa vigente. La población más vulnerable son los niños y niñas menores de cinco años que se encuentran frecuentemente expuestos a la concentración de PM (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial , 2010). La política de prevención y control de la contaminación del aire cuenta con cuatro objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo, los cuales se mencionan a continuación:

- 1) **Objetivo:** Regular los contaminantes de la atmósfera que pueden afectar la salud humana.- La meta de este objetivo constituye la reglamentación de los contaminantes que afectan la salud de la población. Para esto se plantea una evaluación periódica de la implementación de la reglamentación sobre la calidad del aire, creación de estrategias que permitan determinar la relación entre la contaminación del aire y los efectos en la salud. Además de implementar programas de acreditación a laboratorios de medición de contaminantes y la creación de más puntos de monitoreo de la calidad del aire.
- 2) **Objetivo:** Identificar las principales fuentes de emisión de los contaminantes.- Se plantean tres metas, la realización de inventarios de emisiones consolidados a nivel nacional, identificación de los principales generadores de material particulado y la modelización de la calidad del aire. Para llevar a cabo estas metas se planificó varias actividades, tales como la elaboración del Protocolo Nacional de Inventario de emisiones atmosféricas, la creación de lineamientos para caracterización de PM, y la elaboración de una guía de modelación de calidad del aire.

- 3) Objetivo: Promover estrategias para reducir la emisión de contaminantes.- Las metas de este objetivo son la creación de programas de descontaminación, regulación de fuentes fijas y móviles, y la modernización de tecnología aplicada a la industria. Para el cumplimiento de estas metas se ha planificaron acciones como el desarrollo de proyectos preventivos de contaminación, creación de la regulación para fuentes fijas y móviles, identificar las industrias que generan la mayor cantidad de contaminación y la creación de programas de incentivos tributarios y económicos para las empresas que cumplan la norma vigente de calidad del aire.
- 4) Objetivo: Fortalecer espacios que involucren a la ciudadanía en la prevención y control de la contaminación del aire.- Las metas de este objetivo se centran en la creación de la comisión técnica para la prevención y control ambiental, y la creación de agendas ambientales. Para el cumplimiento de la primera meta se planteó el seguimiento de la política de prevención. Para el desarrollo de la segunda meta se consideró la creación de agendas ambientales interministeriales con ministerios que tengan relación a la prevención y control del recurso aire, y la verificación del cumplimiento de la misma (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial , 2010).

Al comparar los resultados obtenidos por este programa con la situación del aire antes de la implementación se obtiene que a nivel general la concentración de gases disminuyó. Las concentraciones de PM en promedio se redujeron en 25% durante el período 2011-2014. Por otro lado, gases como el dióxido de nitrógeno y el monóxido de carbono se redujeron en 22% y 14% respectivamente (Ministerio de Ambiente de Colombia , 2015). Como enseñanza para la gestión del aire en la ciudad de Quito se puede rescatar la implementación de incentivos tributarios para empresas que cumplan la normativa, debido a que no existe normativa para esto en Quito.

Plan de descontaminación del Aire en la Región Metropolitana del Valle de Aburrá (Medellín)

La gestión del aire en esta región inició en 1998 con el Programa de Protección y Control de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá. Este programa tuvo como objetivo plantear políticas y mecanismos que permitieran garantizar una óptima calidad del aire para los ciudadanos. Entre las acciones destacadas que tuvieron lugar en el programa se puede mencionar la creación de la Red de Monitoreo del aire, y la definición de los lineamientos sobre los cuales debía trabajar la autoridad ambiental. Asimismo, se ejecutaron programas relacionados a la disminución de contaminación proveniente de fuentes fijas y móviles; además de estrategias de divulgación y educación con la sociedad para la concientización (Área Metropolitana del Valle de Aburrá , 2010).

En el año 2006 el gobierno de Colombia estableció la obligación de las autoridades ambientales de desarrollar planes de descontaminación en zonas críticas. Años más tarde, en 2010 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial colombiano modifica las

normas de calidad del aire, implementando regulaciones más estrictas y disminuyendo los límites permitidos de emisiones de gases y PM. Producto de estas nuevas regulaciones el ayuntamiento del Área Metropolitana del Valle de Aburrá crea el Plan de descontaminación del Aire. Este plan tiene como objetivo mejorar la calidad del aire, enfocándose en la reducción de PM y ozono los cuales representan el principal problema en la zona (Área Metropolitana del Valle de Aburrá , 2010).

El Plan para la descontaminación del aire planteó medidas para la regulación de fuentes móviles y fuentes fijas. Entre las medidas implementadas para las fuentes móviles se puede mencionar el mejoramiento de los combustibles vehiculares mediante regulaciones más estrictas sobre la cantidad de azufre; mejoramiento del sistema de transporte público mediante optimización de rutas, incorporación de nuevos buses a gas natural y chatarrización de los vehículos más contaminantes. Por otro lado también se tomaron medidas sobre los vehículos a motor mediante regulaciones más exigentes para la importación, que dan prioridad a aquellos que funcionan con energías limpias (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010: 139).

Por otro lado, para mitigar la contaminación por fuentes móviles se propuso el Pico y Placa desde una lógica ambiental y no como mecanismo de congestión vehicular. Desde su implementación el pico y placa tenía como objetivo restringir la circulación de fuentes móviles. A pesar de que esta restricción se tradujo en la disminución de la contaminación, no existió incentivo para la modernización de los vehículos. Por ende, esta medida pretende aplicar el pico y placa mediante la limitación de circulación de manera exclusiva para los vehículos más contaminantes. De esta forma los vehículos que funcionen mediante energías limpias y cumplan con la norma de emisión quedan exentos de la restricción (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010: 144).

En cuanto a las medidas que se implementaron para disminuir la contaminación por fuentes fijas se pueden mencionar: control de emisiones en fuentes fijas mediante monitoreos periódicos, firma de compromiso por parte de los actores locales para reducir la contaminación, nuevas regulaciones para los límites de emisión industriales y la implementación de operativos de control y vigilancia. La importancia de regular las fuentes fijas radica en que éstas son las mayores generadoras de PM grueso y fino. Además Colombia hasta ese entonces no contaba con la legislación adecuada para el control de estas fuentes (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010: 155).

Entre los logros que obtuvo la implementación del plan de descontaminación se puede mencionar que la cantidad de automóviles que pasaron por el control de emisión se incrementó de 9846 a 35000 unidades en el primer año de aplicación del plan. Por otro lado, se firmó un acuerdo con Ecopetrol (empresa proveedora de derivados de petróleo) para dar cumplimiento a un calendario de desulfuración de diesel y gasolinas comercializadas en el Valle de Aburrá. En cuanto al transporte público se apoyó con financiamiento para la adquisición de 2500 vehículos nuevos con tecnologías más limpias. Producto de estos esfuerzos se consiguió la reducción de PM fino en 39%, y PM grueso en 17% (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2011).

Como enseñanza del plan implementado en el Valle de Aburrá, respecto a la ciudad de Quito se puede rescatar la aplicación del Pico y Placa como medida ambiental. Actualmente esta medida mantiene un enfoque de movilidad y se aplicó para conseguir una mejora en el problema de congestión que afronta la ciudad. Sin embargo al aplicar la medida únicamente a los automóviles que mantengan altas emisiones de gases contaminantes se puede promover la renovación del parque automotor y por lo tanto incidir en la mejora de la calidad del aire.

Honduras

Plan Nacional de Gestión de la Calidad del Aire de Honduras 2008

El primer plan de gestión del aire de Honduras se realizó en el año 1993 con el apoyo de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Como punto de partida se estableció el marco legal para el control de emisiones vehiculares, inspección técnica de los mismos y parámetros para regular la calidad de los combustibles. Tiempo después, en el año 2008, la Corporación Aire Limpio –CAI- y el Centro de Investigación Mario Molina apoyaron a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente para la creación del Plan Nacional de gestión de la calidad del aire. Los objetivos de este plan se enfocaban en la reducción de contaminantes criterio y GEI, y la introducción de las consideraciones de calidad de aire dentro de los procesos de toma de decisiones (Centro Mario Molina, 2008).

Para realizar esto, primero se realizaron estudios tipo diagnóstico para determinar las condiciones de partida de la calidad del aire, programas que habían sido ejecutados previamente, y los sectores contaminantes. Sobre el sector transporte, tras el estudio de diagnóstico se descubrió que el parque vehicular del país experimentó un nivel de crecimiento considerable. Además se concluyó que el transporte público presentaba una sobreoferta, y los vehículos utilizados tenían en promedio, más de 20 años de antigüedad. Por otro lado, se reveló que los incendios forestales y quema agrícola también constituyen un problema de contaminación aérea (Centro Mario Molina, 2008).

En base al diagnóstico obtenido, se concluyó que los sectores que más emiten contaminantes y gases efecto invernadero son transporte y eléctrico. De tal manera, se elaboró una propuesta de política con cinco directrices de trabajo: transporte sustentable, energía limpia, industria limpia y competitiva, restauración ecológica y desarrollo de capacidades. De manera adicional, se consideró la creación de inventarios de emisiones de contaminantes criterio y PM en todas las ciudades del país, ya que hasta ese entonces solo Tegucigalpa realizaba este inventario (Centro Mario Molina, 2008).

Siguiendo todas las consideraciones anteriormente mencionadas, se propuso un plan de trabajo, con las siguientes estrategias:

- Regulación de los criterios ambientales y energéticos para importación de vehículos automotores
- Regulación de las especificaciones para importaciones de combustibles
- Evaluación del impacto del uso de biocombustibles
- Modernización del sistema de transporte público
- Desarrollo de un programa de reducción de emisiones en el sector eléctrico, mediante el uso eficiente de energía y la introducción de energías renovables
- Prevención y abatimiento de emisiones generadas por las industrias mediante el establecimiento de licencias ambientales, registro de emisiones y regulación industrial
- Restauración ecológica y prevención de incendios
- Fortalecimiento de la gestión del recurso aire mediante la creación de normas de calidad, y monitoreo atmosférico

Los logros obtenidos por la implementación de este plan fueron varios, entre éstos se puede mencionar la disminución de PM grueso en 25% y PM fino en 10%. Por otro lado se consiguió la renovación de 3000 unidades de transporte público gracias a financiamiento otorgado por el gobierno. Por otro lado, alrededor del 40% de las empresas registradas se encuentran cumpliendo parámetros ambientales y mantienen licencias ambientales. En conclusión aún queda algunas metas por cumplir, el Plan de gestión se actualizó para el período actual, sin embargo aún no se obtiene datos relevantes sobre la eficiencia del mismo (Palerm, Florez, & Nusselder, 2013).

México

Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020

La primera edición de este programa se implementó durante el período 1995-2000, en aquel entonces el objetivo fue alcanzar menores niveles de contaminación y contingencias a causa de la misma. Este programa se llevó a cabo de manera exitosa, por eso se creó la segunda edición del mismo persiguiendo nuevas metas. Tras implementar el programa para el período 2002-2010 el objetivo de este fue reducir los niveles de emisión de contaminantes criterio en el aire. En la actualidad, el programa se renovó para el período 2011-2020. El nuevo objetivo es plantear y desarrollar un eje rector para promover un manejo ecosistémico adecuado que contribuya con la gestión de la calidad del aire (Secretaría del Gobierno del Estado de México, 2010).

En cuanto a la gestión del aire, el programa contempla varios ámbitos, como: control de fuentes móviles, industrias y preservación del medio ambiente. Para reducir las emisiones generadas por el transporte se tomaron medidas conjuntas con la planeación vehicular, ambiental, y relativa al espacio geográfico. Como estrategia se tomaron las siguientes directrices:

- Modernización del parque automotor mediante la instalación de convertidores catalíticos en vehículos a gasolina, la sustitución de motores y trenes en vehículos a diésel. Además de la detención y/o retiro de vehículos de transporte público visiblemente contaminantes, y la sustitución de vehículos particulares que no cumplan con los requerimientos ambientales.
- Reducción del tiempo de circulación de vehículos mediante el mejoramiento de las condiciones de vialidad, infraestructura y señalización vial.
- Reducción de la tasa de crecimiento por personas y distancias recorridas por viaje mediante la integración de políticas metropolitanas de desarrollo urbano y transporte. Además de la vinculación de políticas ambientales adoptadas por el Estado de México y el Distrito Federal (Instituto nacional de ecología , 2007).

Por otro lado, conscientes de que el sector industrial es otra de las mayores fuentes de contaminación aérea se tomaron medidas para reducir la emisión por esta vía. Al ser una importante fuente económica para el país, se desarrollaron medidas que fueron implementadas de forma paulatina. De esta manera los empresarios no se veían obligados a adoptar el sistema de forma inmediata, asumiendo costos excesivos en la producción. La propuesta de política giró en torno a la modernización de la gestión para el control de emisiones, y se utilizaron instrumentos de regulación directa con las firmas. Estas últimas se refieren a impulsar programas de ahorro de energía, uso de combustibles y tecnologías limpias, y el desarrollo de programas que promuevan la producción amigable con el medio ambiente.

Por otro lado, también se establecen medidas para la preservación y restauración de los recursos naturales. Según las autoridades, alrededor del 40% de la Zona Metropolitana del Valle de México se destina a uso forestal. No obstante, tras el crecimiento urbano, estas zonas se encuentran en peligro de degradación. Por esta razón se decidió la implementación de programas para la recuperación y conservación de recursos naturales dentro de la Zona Metropolitana. También se tomó medidas a favor del desarrollo del área rural y directrices de protección y vigilancia de los recursos naturales (Secretaría del Gobierno del Estado de México, 2010)

Cabe recalcar que este programa aún se encuentra en ejecución, por lo tanto no existen datos oficiales sobre los logros efectivos del mismo. No obstante, se hicieron proyecciones sobre la reducción de emisiones que se podría alcanzar al finalizar el programa. De tal forma, se espera que una disminución de PM grueso de 1.069 toneladas y de PM fino de 857 toneladas. Por otro lado, también se proyectó la reducción de dióxido de carbono en 2´407.411 toneladas,

de óxido de nitrógeno en 20.071 toneladas, y de monóxido de carbono en 180.242 toneladas. El costo estimado del proyecto al finalizar es de 54.390 millones de pesos.

Programa para mejorar la calidad del aire en Tijuana – Rosarito

Este programa se llevó a cabo en el período 2000-2005. El objetivo principal fue controlar los niveles de contaminación ambiental y proteger la salud de la población. La meta general fue reducir las emisiones de manera gradual hasta alcanzar los niveles permitidos en la norma de calidad de aire. Para cumplir con el objetivo propuesto se propuso la intervención en cinco áreas de trabajo. Estas áreas son: industria, comercio y servicios; gestión urbana y del transporte; recuperación ecológica y participación ciudadana.

En el área de industria, comercio y servicios se planteó la regulación de emisiones a empresas visiblemente contaminantes, además se estableció la expedición de licencias y permisos ambientales. Estos últimos se otorgaban a las empresas previa verificación de cumplimiento de parámetros ambientales. De manera adicional, se propuso el empadronamiento de terminales de almacenamiento y estaciones de combustibles fósiles, para la recuperación de vapores, y la vigilancia de emisiones de establecimientos industriales y de servicio (Municipio de Tijuana, 2000).

En el área de gestión urbana y de transporte se implementó un programa de verificación vehicular e inspección a vehículos usados. Estas estrategias tenían como finalidad controlar el nivel de emisiones por fuente vehicular y sacar de circulación a los automotores que no cumplían con los parámetros. Por otra parte, también se propuso lograr mayor eficiencia en el transporte público. Para esto se adquirió nuevas unidades, y se puso énfasis en controlar el tiempo de cumplimiento de la ruta de cada sistema. De esta manera se podría disuadir a la ciudadanía de adquirir vehículos particulares y por ende incrementar el nivel de gases contaminantes (Municipio de Tijuana, 2000).

Para lograr la recuperación ecológica también se plantearon varias directrices. En primer lugar se propuso una campaña para impulsar el cambio de combustible, con la finalidad de reducir las emisiones generadas por la planta termoeléctrica de Rosarito. También se promovió un programa de forestación Municipal, y se procedió a la pavimentación de varias calles, el objetivo de esto fue reducir la emisión de PM proveniente de calles sin pavimentar. Como incentivo se propuso estímulos fiscales a las personas e instituciones que desarrollen programas de prevención y control de la contaminación (Municipio de Tijuana, 2000).

El municipio de Tijuana actualizó el Programa para mejorar la calidad del aire para el período 2012-2020. En esta actualización se analizaron los logros obtenidos en cuanto a la reducción

de la contaminación en la primera edición del programa. Entre los logros más notables se puede mencionar la reducción de ozono, dióxido de azufre y monóxido de carbono en 15%, 25% y 20% respectivamente. En promedio el PM se redujo en 15% (Municipio de Tijuana, 2012). Estos indicios muestran que la política aplicada cumplió con sus objetivos.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Durango 2009-2013

La secretaría de medio ambiente y recursos naturales SEMARNAT ha desarrollado varios programas para mejorar la calidad del aire. Estos programas se conocen como Proaire y se han implementado en varios Estados de México. Proaire es una de las mayores herramientas ambientales en cuanto a prevención y control de la calidad atmosférica. Estos programas plantean una serie de acciones para la reducción de la contaminación, enfocándose en la mitigación de las fuerzas de presión del recurso aire (SEMARNAT, 2012).

El Estado de Durango, experimentó un crecimiento urbano acelerado. Esto tuvo dos consecuencias, en primer lugar se incrementó el parque vehicular de manera considerable, y en segundo lugar, la ciudad atravesó problemas de deforestación. En conjunto estas acciones contribuyeron en el deterioro de la calidad del aire. Para detener el daño ocasionado al medio ambiente se implementó un Proaire en esta ciudad. Se tomó estrategias en cuanto a fuentes móviles, control de emisión en fuentes fijas, y protección de la salud de la población.

Para controlar la contaminación por fuentes móviles en Durango, se modificó la ley ambiental estatal y el reglamento de tránsito. De esta manera, se pudo otorgar a los municipios del Estado de Durango las competencias de vigilancia, supervisión y control de las condiciones mecánicas y de equipamiento de automotores. Además se implementó el programa de transporte sustentable. Este programa tenía como finalidad principal la modernización de las unidades de transporte público. Para esto, el Estado brindó el financiamiento necesario y también se puso a disposición plantas de chatarrización de vehículos (SEMARNAT, 2012).

Sobre el control de emisión en fuentes fijas, se realizó un padrón de las empresas que contaban con Licencia Ambiental Única LAU. Se simplificó el proceso de trámites administrativos para la regulación de fuentes fijas. De manera adicional se incrementó el número de establecimientos que se encargan de la emisión de permisos de funcionamiento como el personal que laboraban en los mismos. También se emitió certificados de “industria limpia” a las empresas que cumplían con los parámetros de emisión.

Como estrategias para proteger la salud de la población, se implementó un sistema de vigilancia epidemiológica para evaluar los efectos causados por la contaminación atmosférica. También se impulsó la investigación sobre varias enfermedades que surgen a consecuencia

de este problema ambiental. De esta manera las autoridades de Durango pudieron controlar la incidencia de la contaminación en el sistema sanitario y aplicar las medidas necesarias para reducir el nivel de emisiones (SEMARNAT, 2012).

Tras la implementación de este plan se pudo evidenciar varios logros en la gestión ambiental del aire. La concentración de PM disminuyó a nivel general, sin embargo aún existen zonas donde excede el límite permitido en la normativa. De igual forma la presencia de ozono se mantiene dentro de los niveles establecidos sin embargo, se registró un incremento en los días más calurosos. Por otro lado, gases como el óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, y dióxido de azufre disminuyeron en 16%, 11% y 3% (SEMARNAT, 2016: 44).

Paraguay

Plan de Acción para combustibles y vehículos más limpios 2011

Paraguay no contaba con una normativa de calidad del aire adecuada, la gestión ambiental de este país se encontraba relegada. La iniciativa de este plan de acción nace con el apoyo del PNUMA. Esta organización tiene como finalidad apoyar a los países en vías de desarrollo para desarrollar programas para la mejora de tecnologías de combustibles y reducir la contaminación aérea. De esta forma se crea este plan con el apoyo de la empresa petrolera Petrobras y el Centro Mario Molina de Chile (Centro Mario Molina de Chile, 2011).

Al realizar un estudio de diagnóstico en Paraguay, se constató que el país en general posee altos niveles de contaminación aérea. La ciudad de Asunción es el lugar donde existe un mayor deterioro del aire, esto puede justificarse al rápido crecimiento urbano que tuvo lugar en la zona. Por otro lado, también se determinó que el sector que provoca un mayor daño en la calidad del aire es el transporte, por la cantidad de emisiones. Por otro lado, al analizar el marco jurídico del país, se constató que no existe un buen margo legal e institucional para la gestión ambiental (Centro Mario Molina de Chile, 2011). Para el desarrollo del plan se consideraron las siguientes directrices:

- Monitoreo del aire en las zonas urbanas: Para esto se elaboró una ley ambiental, donde se estableció las normas nacionales de calidad de aire. En esta norma se establecieron los límites de contaminantes permitidos. Al contar con el marco jurídico se procedió a ubicar varias estaciones de monitoreo.
- Desarrollo de programas para el crecimiento sustentable de la flota vehicular: Para evitar el incremento de la contaminación producto del crecimiento del parque automotor, se dio paso a la regulación de las importaciones de vehículos con determinadas características técnicas que eviten las emisiones. Además se promovieron las importaciones de combustibles de mejor calidad.

- Emprender campañas de concientización a la sociedad sobre los riesgos de la contaminación aérea: Para esto se puso a disposición de la sociedad los resultados de los estudios de diagnóstico. Además se propuso el estudio de varias patologías causadas por este tipo de contaminación. De esta manera la ciudadanía se encuentra informada y puede también incidir en la implementación de acciones que contribuyan a la mejora de la calidad del aire.

Gracias a la implementación de este plan Paraguay estableció nuevos estándares de importación de combustibles fósiles. En la actualidad este país logró reducir la cantidad de azufre en el diésel a 50 partes por millón y en la gasolina a 500 partes por millón. Además logró establecer estándares en las emisiones vehiculares, debido a que no se contaba con regulaciones ni marco legal al respecto. Por otro lado, se implementó estándares a los vehículos usados restringiendo la circulación a los que no cumplen con las normas de emisiones (PNUMA, 2017).

Al contrastar las estrategias implementadas en Quito con las políticas de otras ciudades de América latina se pueden encontrar varias similitudes. Existen casos muy puntuales de podrían servir de inspiración para la ciudad de Quito. En la actualidad a pesar de que los niveles de contaminación se mantienen dentro de los límites de emisión se debe innovar constantemente las estrategias para mantener la calidad del aire, debido al constante crecimiento de la ciudad y de su parque automotor. En la siguiente sección se realiza una propuesta de política para internalizar los costos de la contaminación del aire en el precio de los bienes inmuebles.

3.4 Propuesta de estrategia de política pública

La gestión del aire en Quito ha sido uno de los temas prioritarios para la Secretaría del Ambiente. Como se evidenció al inicio de este capítulo, el MDMQ ha implementado a lo largo de los años varios programas para contribuir con la mejora de la calidad del aire y el control de las emisiones. El objetivo planteado en este capítulo es proponer estrategias que internalicen los costos de contaminación aérea en el precio de los inmuebles, pues al analizar las políticas implementadas en otras ciudades se puede evidenciar que este tema no ha sido suficientemente debatido, y por ende no existen políticas enfocadas en este campo.

Al proponer las estrategias se ha considerado la viabilidad de las mismas. Para esto se analizó la estructura del presupuesto del MDMQ. De esta manera se determinó que la mayoría de los recursos se destinan a movilidad, estos representan el 70% del total, mientras que apenas el 0,4% del presupuesto total se destina a la gestión ambiental. La Secretaría de Ambiente (autoridad encargada de la gestión de recursos naturales en Quito), utiliza este presupuesto para el desarrollo de programas respecto a la prevención, control y regulación ambiental, plan de acción climático, Proyecto Quito Verde, y para el pago de administración y salarios. Estos rubros se detallan en la tabla 9 a continuación.

Tabla 9. Presupuesto 2018 de la Secretaría de Ambiente

Prevención, control y regulación ambiental	
Gestión de recursos naturales	\$ 1.734.925,21
Monitoreo de Recursos Naturales y Ecosistemas	\$ 857.846,24
Buenas prácticas ambientales y voluntariado verde	\$ 616.889,09
Plan de Acción Climático DMQ	
Sensibilización, adaptación y mitigación frente al cambio climático	\$ 515.748,75
Quito Verde	
Reforestación y corredores verdes/ Áreas de Conservación	\$ 800.080,37
Fortalecimiento institucional	
Gastos administrativos y recursos humanos	\$ 1.109.358,02
Fondo Ambiental	\$ 1.316.452,32
TOTAL PRESUPUESTO AMBIENTE 2018	\$ 6.951.300,00

Fuente: DMQ, 2018

Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

En la actualidad el MDMQ afronta un déficit en su presupuesto producto del proyecto Metro de Quito. En el año 2014 la alcaldía presentó de manera oficial un pedido a la Presidencia con la propuesta de que el gobierno central asuma casi la totalidad del déficit debido a la incapacidad de pago que afrontaba el Municipio. Ante este pedido las autoridades sugirieron un incremento en los impuestos para que el MDMQ sea auto suficiente en la generación de ingresos, y decidieron apoyar al proyecto con \$750 millones. Esta cifra corresponde la mitad del pedido realizado por el municipio (El Ciudadano, 2014). Ante estos eventos se puede evidenciar que el MDMQ actualmente continúa afrontando problemas con el presupuesto, por ende proponer nuevos proyectos que impliquen inversión propia se puede considerar inviable. Por lo tanto, para la implementación de las estrategias que se proponen a continuación se sugirió financiamiento externo.

3.4.1 Costos de la contaminación del aire en los bienes inmuebles en el DMQ

Situación Base

El plan de gestión del aire 2005-2010 creó un fondo para financiar proyectos de investigación sobre las consecuencias de la contaminación del aire. Sin embargo, en el año 2009 la ejecución del plan se canceló y la mayoría de proyectos de investigación quedaron inconclusos. Este proyecto no se retomó y en la actualidad las autoridades no han promovido la elaboración de estudios sobre los impactos que causa este fenómeno ambiental en Quito. La información existente responde en su mayoría a disertaciones de grado, las cuales por motivo de viabilidad son elaboradas únicamente con grupos focales de la ciudad. La falta de información oficial repercute en la inexistencia de políticas enfocadas en reducir determinados impactos. En la actualidad las políticas que ha tomado el MDMQ se han enfocado únicamente en la reducción de contaminación y control de las emisiones, más no en evitar impactos en

otros ámbitos y para fortalecer el trabajo que la institución ha realizado se establece la siguiente propuesta:

Estrategia 1

Incentivar la investigación sobre impactos de la contaminación del aire al precio de los bienes inmuebles mediante la creación de fondos de estudio y convenios con sectores privados.

Propuesta de mejora sugerida

La estrategia que se pretende implementar contempla entre sus ejes la creación de fondos de estudios, diversos convenios y la socialización de resultados. En cuanto a la creación de fondos para estudios, el plan de gestión del período 2005-2010 planteó la posibilidad de crear un fondo para proyectos de investigación no obstante, los proyectos de estudio en ese entonces se enfocaron en la incidencia de la contaminación en la salud, y en cómo afecta la aplicación de distintos modos de transporte en el total de emisiones. En la propuesta que plantea esta disertación se propone la creación de fondos para incentivar a que investigadores se enfoquen en el estudio de impactos económicos causados por la contaminación.

Por otro lado, esta estrategia también propone convenios con instituciones de educación superior y sectores clave como la cámara de construcción de Quito y el Colegio de Arquitectos. En este sentido, el MDMQ mediante la secretaría del ambiente puede promover la elaboración de investigaciones gracias a convenios de auspicio con las facultades pertinentes de universidades quiteñas y las instituciones privadas antes mencionadas. De esta forma, además de obtener la información requerida se puede promover la participación de estudiantes y jóvenes para tener mayor presencia de la academia dentro de la gestión de recursos.

Asimismo, se espera la socialización de los resultados obtenidos en las investigaciones con la finalidad de que la ciudadanía se encuentre debidamente informada sobre los impactos que causa la contaminación a los bienes inmuebles. Esto se puede realizar mediante campañas, charlas y conferencias con grupos de interés como asociaciones barriales, cámara de construcción, colegio de arquitectos, y la ciudadanía en general. Por otro lado al obtener la información sobre los impactos que causa este fenómeno ambiental las autoridades pueden hacer incidencia en nuevas alternativas de política para la gestión de este recurso.

3.4.2 Internalizar los costos de la contaminación del aire provocados por fuentes móviles

Situación Base

La mayor fuente de contaminación en la ciudad de Quito son las fuentes móviles. Esto se debe al acelerado crecimiento del parque automotor que ha experimentado la ciudad en los

últimos años. El objetivo de esta política es reducir el nivel de contaminación del aire para disminuir los impactos de la misma en el precio de los bienes inmuebles. Actualmente el municipio desarrolla varios programas para la regulación y control de fuentes móviles, los cuales han demostrado cierto grado de eficiencia. A continuación se propone complementar algunos programas que ya se encuentran en proceso, además de la implementación de otros proyectos.

Estrategia 2

Reforzar el control y seguimiento de las emisiones de fuentes móviles para reducir su impacto en los bienes inmuebles.

Propuesta de mejora sugerida

Para llevar a cabo la segunda estrategia se proponen los siguientes programas:

- ***Revisión Técnica Vehicular***

Esta medida se mantiene actualmente como parte de la estrategia de la gestión del aire en la ciudad. Sin embargo, también forma parte de esta propuesta debido a la eficacia que ha demostrado en la reducción del nivel de contaminación. Cabe mencionar que en un inicio se planteó realizar una revisión anual para los vehículos particulares y dos revisiones al año para los vehículos que brinden el servicio de transporte público, comercial y de carga. No obstante, en el año 2016 la disposición de la revisión semestral para el transporte público fue modificada vía Decreto Ejecutivo dando paso a una revisión anual para todos los tipos de vehículos. Esta medida se puso en consideración por el Concejo Metropolitano a finales del 2017, decidiendo retomar la revisión semestral para los automotores de uso intensivo a partir del presente año.

Al retomar la revisión semestral para los vehículos de transporte público se puede incidir en un mayor control de la emisión de gases. No obstante, se ha evidenciado que los transportistas realizan mejoras momentáneas en los vehículos para que los mismos aprueben la RTV, después de esto las mejoras realizadas son retiradas. Para evitar esta situación se propone como parte de la estrategia la RTV de manera trimestral. Para lograr esta propuesta se debe incrementar el personal de la AMT encargado de la revisión, lo cual implica costos extra para el Municipio. Para solventar estos rubros se sugiere modificar el costo de las revisiones adicionales de los vehículos que no aprobaron el primer control.

Actualmente, si un vehículo no aprueba el primer control, debe realizar la RTV por segunda ocasión sin costo adicional, si los desperfectos aún no son arreglados debe someterse a un tercer control pagando el 50% del costo de la RTV, y si aún requiere un cuarto control, debe cancelar el valor original de la RTV. Para cubrir los costos adicionales para la revisión trimestral del transporte público se propone un incremento proporcional de los pagos por las revisiones adicionales, de tal manera que la siguiente revisión sea más costosa que la anterior.

De esta manera se puede recaudar fondos para el control del transporte público e incentivar a los demás vehículos a realizar mejoras permanentes en sus vehículos.

- **Controles Aleatorios**

Esta medida actualmente, ya está siendo utilizada como parte del plan de gestión actual del Municipio. No obstante, conviene mantenerla por su nivel de eficacia. Los operativos aleatorios se realizan de manera conjunta con los miembros de la Agencia Metropolitana de Tránsito y técnicos de la Secretaría de Ambiente. Como su nombre bien lo indica, son controles que se realizan al azar a los automotores, para verificar el cumplimiento de las normas. Estos controles se realizan en dos etapas, en la primera se verifican los permisos legales del vehículo y el conductor y en la segunda etapa se realiza pruebas técnicas en el vehículo. Durante el año 2015 se revisó a un total de 13.072 vehículos, de los cuales se llamó a citación al 52%, por la emisión excesiva de gases y PM, y por no haberse presentado a la RTV obligatoria (El Comercio, 2016).

Estas pruebas se realizan mediante un opacímetro, el cual es un dispositivo que se conecta al tubo de escape y mide la cantidad de hidrocarburos sin quemar que salen de los vehículos. Actualmente esta medida contempla la fiscalización de buses escolares y buses de transporte masivo que circulan por la ciudad. La propuesta presente contempla que se intensifique estos operativos. De tal manera que sean más frecuentes, y no solo se enfoquen a automóviles de transporte masivo, sino también a vehículos particulares visiblemente contaminantes. Otras recomendaciones pueden ser: que se realicen controles aleatorios frecuentes a los buses que circulan por rutas donde existe mayor incidencia de contaminación. De manera adicional, se puede levantar una base de datos para considerar las operadoras que más incumplen la normativa. Así se puede realizar un control más exhaustivo a estas unidades en posteriores controles. Esto sirve para garantizar que no hay incidencia en el incumplimiento de las normas. Esta propuesta se complementa con la implementación de catalizadores, que a continuación se aborda.

- **Implementación obligatoria de catalizadores en vehículos**

El catalizador es una parte del sistema de escape del vehículo. Esta pieza favorece la reacción química de los gases que expulsa el motor. Al ser los vehículos a diesel quienes generan más contaminantes durante la RTV obligatoria se debe constatar que posean un catalizador de función regular en el tubo de escape. No obstante, existe una manera de alterar esta pieza de manera transitoria hasta que el vehículo pase la revisión. Por esta razón, se debe verificar no solo que el vehículo cuente con esta pieza sino que no haya sido alterada mecánicamente. La propuesta que se realiza en esta disertación es regular la normativa para que todas las concesionarias de vehículos vendan automóviles que incluyan catalizador en su sistema. De esta forma todos los automotores que se sumen al parque automotor contarán con este sistema; contribuyendo a la reducción de la contaminación.

- ***Incentivar la adquisición de vehículos con tecnologías limpias***

Los vehículos híbridos presentan beneficios ambientales, éstos ahorran el 50% de combustible, lo cual reducen en 60% las emisiones contaminantes (Ortiz, 2008 citado en La Hora, 2009). Actualmente, existe el incentivo de exonerar el ICE a las importaciones de este tipo de automotores. Esta propuesta contempla incentivar a los usuarios a adquirir vehículos híbridos y eléctricos. Para esto se sugiere implementar varios puntos de carga en la ciudad que provean de sus respectivos combustibles a estos vehículos, además de la exención de la RTV durante cinco años. Por otro lado, para que la ciudadanía se familiarice con este tipo de tecnología se puede brindar capacitaciones al público sobre el funcionamiento de estos vehículos y mecánica de los mismos.

- ***Modernizar el transporte público***

Los sistemas de transporte que maneja el MDMQ son tres: Trolebús, oriental ecovía y sur occidental. En el año 2017 el sistema Trolebús experimentó un proceso de modernización el cual incluyó la reconstrucción de 44 paradas y la adquisición de 40 buses articulados y 80 biarticulados. (EPMTTP, 2017). Para la adquisición de las nuevas unidades el MDMQ contó con un presupuesto de USD 170 millones. Cabe recalcar que los vehículos originales del sistema Trolebús son eléctricos, y los de nueva adquisición son de diésel, los cuales causan un mayor nivel de contaminación. La elección de éstos últimos se justificó por razones de costo (los buses de diésel eran más económicos) y de tiempo (la fabricación de buses eléctricos demanda mayor espera). No obstante las autoridades respaldaron esta compra al asegurar que las unidades a diésel cumplen con parámetros de bajas emisiones (El Comercio, 2015).

Para reducir los niveles de contaminación y por ende el impacto que causan en los bienes inmuebles se debe recurrir a una modernización integral del sistema de transporte público. Actualmente los vehículos de los sistemas oriental ecovía y sur occidental aún mantienen sus vehículos originales, los cuales en promedio tienen un rango de 10 a 15 años de antigüedad. Según el Sistema Metropolitano de Transporte Público de Pasajeros (SMTTP) 1'100.100 personas de desplazan diariamente mediante este sistema, lo cual revela la importancia del mismo (MDMQ, 2017). El MDMQ no cuenta con el presupuesto necesario para la adquisición de nuevas unidades, por lo tanto para garantizar la viabilidad de esta estrategia se debe recurrir a vía de financiamiento. Para esto se puede acceder a un préstamo del BID, entidad que brinda apoyo financiero a proyectos de adquisición de transporte amigable con el medio ambiente, o comprar los mismos mediante crédito directo del fabricante.

- ***Mejorar las condiciones del tránsito***

El tráfico en Quito es un fenómeno que se ha ido incrementando a lo largo de los años. El aumento del parque automotor es factor que ha contribuido en esto. La consultora de transporte INRIX realizó el estudio "Global Traffic Scorecard" en el 2016, donde realizó un ranking de las 100 urbes con mayor cantidad de horas gastadas en tráfico. Dentro de esta clasificación se tomaron en cuenta a dos ciudades ecuatorianas: Quito y Guayaquil. Quito

ocupó el lugar 86, con un promedio de 28 horas anuales en las que un ciudadano gasta en movilizarse a consecuencia del tráfico (El Comercio , 2017).

El incremento del tráfico ocasiona una mayor emisión de gases contaminantes, lo que se traduce en afectaciones a los bienes inmuebles. Por ende, para contribuir con la reducción de la contaminación se debe incidir en agilizar el tránsito de la ciudad. Para esto se plantea incidir en conseguir mayor eficiencia del transporte público, mejora de las señales de tránsito. Para lograr una mayor eficiencia en el transporte público, además de las revisiones técnicas nombradas anteriormente, se debe tener un mayor control sobre el horario de cumplimiento de las rutas que cubre cada línea. Además se deben realizar estudios sobre la necesidad de cubrir nuevas rutas o eliminar alguna, ya que existen varios sistemas de transporte que circulan por las mismas zonas. Por otro lado, para obtener una mayor calidad de transporte, se debe incurrir en un control más exhaustivo sobre el sistema de puntos de la licencia de conducir y la educación vial de los conductores.

Por otro lado, en cuanto a las mejoras de las señales de tránsito, en varios sitios de la ciudad, especialmente en zonas periféricas las señales se encuentran deterioradas, destruidas o simplemente no existen. Según la empresa municipal de movilidad en el año 2013, se debían reponer un promedio de 10 letreros a la semana (El telégrafo, 2013). Los letreros son destruidos por actos de vandalismo o en accidentes de tránsito. Los conductores al no tener la señalización suficiente pueden alargar el tiempo de su trayectoria de viaje, ocasionando un mayor nivel de emisiones de gases contaminantes.

Para incidir en la mejora de las señales de tránsito, en primer lugar se debe procurar mantener un adecuado estado de señalización en toda la ciudad. Como segundo punto se debe pedir a las autoridades nacionales un marco jurídico que contemple una pena más fuerte para quienes cometan este tipo de delitos. En el Ecuador el daño a señales de tránsito se castiga con hasta cinco días de prisión, no obstante, no existen estadísticas sobre la cantidad de personas que han sido arrestadas por estas acciones.

- ***Pico y Placa como medida ambiental***

En Quito se implementó el Pico y Placa como una solución a los problemas de movilidad. Esta medida sirvió como paliativo a la congestión que tanto afectaba a la ciudad. No obstante, en esta estrategia se propone tratar este programa desde la lógica ambiental. Para esto se plantea reformar el programa en dos etapas, en la primera se sugiere una extensión del pico y placa durante todo el día, de tal forma que el flujo vehicular mejore. Por otro lado en la segunda etapa se propone exonerar de esta medida a todos los vehículos que funcionen con tecnologías limpias. De esta manera además de reducir los niveles de contaminación, se puede incentivar a la ciudadanía a comprar vehículos que cumplan estos parámetros.

3.4.3 Internalizar los costos de la contaminación del aire provocados por fuentes fijas

Situación Base

El control existente para la contaminación del aire provocada por fuentes fijas se basa en dos modalidades. La primera consiste en un programa de automonitoreo y reporte de los generadores controlado por autoridades de seguimiento y la segunda corresponde al control público, el cual se encuentra a cargo del equipo de investigación de la Secretaría de Ambiente (Oviedo, 2015: 119). Estos controles realizados actualmente presentan varias deficiencias, debido a que los datos que proporcionan las industrias producto de los autocontroles demuestran inconsistencias con el control de emisiones. Por otro lado, el control público que se realiza a estas fuentes solo corresponde al 10% del total de empresas generadoras. Esto se debe a la falta de personal y de laboratorios que realicen análisis de las emisiones de estas fuentes (Oviedo, 2015: 33).

Estrategia 3

Desarrollo de programa de control de emisiones de fuentes fijas para internalizar el impacto de la contaminación

Propuesta de mejora sugerida

La propuesta de mejora para este caso incluye la creación de un departamento de control de fuentes fijas como un órgano adscrito a la secretaría de ambiente que se encargue de dar un mayor control y cobertura de revisión. Para esto es necesario la contratación de más personal técnico que se encargue de realizar el control público a estas fuentes. El objetivo propuesto es realizar dicho control a todas las fuentes de emisión fija de manera anual. De esta forma se puede comprobar que no existe alteración de datos en el autocontrol que realiza cada una.

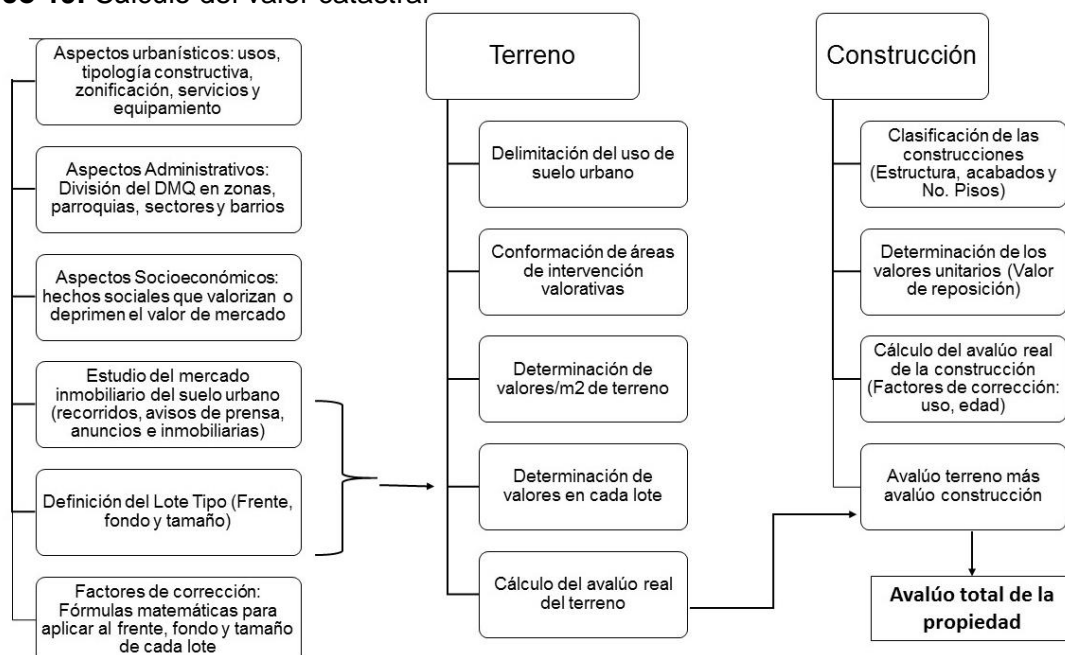
En cuanto a la viabilidad de esta propuesta, se debe tomar en cuenta que este proyecto no se contempla actualmente en los planes de desarrollo del Municipio, por ende no existe presupuesto para el mismo. Sin embargo, para la implementación del mismo, se pueden recurrir a instituciones de apoyo financiero, tales como el BID o la Red de conocimiento sobre clima y desarrollo (CDKN). Estas entidades brindan facilidades para la implementación de proyectos medio ambientales, a bajos costos de retorno.

3.4.4 Incidencia de la Contaminación ambiental en el cálculo del impuesto predial

El impuesto predial es uno de los impuestos más significativos para el MDMQ. Este impuesto se grava a la propiedad de uno o más predios ubicados dentro de una misma jurisdicción de manera anual (MDMQ, 2018). Existen dos tipos de predios, los urbanos y rurales, esta clasificación depende de la zona en la que se encuentran (Curci, 2013: 44). Para calcular este impuesto se toma en consideración el valor catastral del bien inmueble, este valor corresponde a una estimación económica del bien realizada por el municipio, y según éste se grava una tarifa que incrementa a la par del valor que registra el catastro, es decir mientras mayor sea el valor registrado en el catastro mayor es la tarifa que aplica. La cuantía del impuesto predial puede incrementarse por diversos factores, tales como el incremento del valor catastral, número de predios que posea el contribuyente, o incremento de las áreas construidas del predio (MDMQ, 2018:5).

La Dirección Metropolitana de Catastro del MDMQ es la entidad encargada de estimar los valores catastrales en la ciudad. Según Iza (2011) el catastro tiene la finalidad de hacer un censo de la riqueza inmobiliaria de la ciudad. Esta información puede incidir en la elaboración de políticas públicas que favorezcan a los sectores más vulnerables. Para el cálculo del catastro se realiza la estimación económica del terreno y de la construcción existente en el predio. Para esto se considera aspectos relacionados a la ubicación, características del lote y de la construcción (Iza, 2011). Todas las variables que se utilizan para el cálculo del valor catastral se pueden observar en el gráfico 19.

Gráfico 19. Cálculo del valor catastral



Fuente: Iza (2011)
Elaboración: Mishael Sangoluisa Ibarra

Al analizar los elementos que inciden en la construcción del valor del catastro se puede concluir que los factores ambientales no han sido tomados en cuenta. En otras palabras, la mejora o deterioro de los recursos ambientales no se ven reflejados en este valor. Por lo tanto a continuación se plantea la estrategia para internalizar los costos ocasionados por este fenómeno ambiental en los bienes inmuebles.

Estrategia 4

Modificar el impuesto predial en términos de la contaminación ambiental

Propuesta de mejora sugerida

La propuesta que se propone es adicionar la contaminación del aire como uno de los factores que inciden en la construcción del valor catastral para de esta manera modificar el impuesto predial en función de la contaminación aérea. Para esto se propone cotejar información entre la Dirección Metropolitana de Catastro y la REMMAQ. De tal manera que se ubiquen las zonas donde la contaminación aérea tiene un mayor impacto y se realice una evaluación del valor catastral en función a esto. Este nuevo valor debe reflejar el deterioro de la contaminación del aire. En cuanto a la medición del impacto económico, se puede utilizar la metodología que se presenta en esta disertación, en este caso la contaminación del aire representó la disminución del precio en 5.7% en la parroquia Belisario Quevedo y 1.7% en la parroquia Cotocollao. Al reducir el valor del catastro en las zonas de mayor contaminación del aire (a manera de una depreciación) se podrá reducir también el impuesto predial. De esta manera se pretende internalizar los costos de la contaminación del aire. Además gracias a la implementación de esta estrategia se puede incidir en una mejor gestión de las autoridades ambientales, promoviendo un mayor control en las áreas vulnerables. Para cubrir la brecha en el presupuesto del MDMQ por los ingresos que el Municipio dejaría de recibir al reducir el pago del impuesto predial se sugiere elaborar una ordenanza incrementando el costo de las multas por contaminación a fuentes fijas y móviles.

Se puede decir que al analizar las políticas públicas desarrolladas por la ciudad de Quito, en contraste con otras ciudades de América Latina, éstas han demostrado ser eficientes y eficaces en el cumplimiento de su objetivo. El MDMQ ha priorizado la gestión del medio ambiente como uno de sus pilares fundamentales. Esto se refleja en los niveles de contaminación actuales, que si bien es cierto causan daños o afectaciones a la salud y a la economía, aún se mantienen en rangos deseables. Para la implementación de una estrategia para la gestión del aire se mantienen ciertos programas que se desarrollan actualmente debido a los resultados que han obtenido.

La ciudad de Quito ha sido de las pioneras en implementar políticas ambientales para la gestión de la contaminación del aire, y aunque se pueden hacer progresos los aspectos a

mejorar en este Municipio son pocos dados las estrategias que ya se han aplicado. En conjunto, la mayoría de políticas se han enfocado en cuantificar y controlar las emisiones de gases. La creación de instituciones como la CORPAIRE y posteriormente la REMMAQ (bajo el apoyo de la Secretaría de Ambiente) han sido de gran ayuda en dos procesos. Primero para llevar un inventario de las emisiones de gases -lo cual sirve para el diseño de políticas a futuro como la cuantificación y reducción de la huella de carbono- y segundo, para controlar el nivel de los mismos. Por otro lado, cabe destacar que la implementación de la RTV, ha tenido un impacto positivo en la reducción de la contaminación de Quito. Además se recomienda una constante innovación en la gestión del recurso aire, debido al crecimiento acelerado de la urbe.

Conclusiones

Como conclusión se puede decir que la contaminación del aire en Quito se debe en gran mayoría a las emisiones de fuentes móviles. La concentración de gases en diferentes zonas se mantiene dentro del nivel establecido en la NECA. No obstante, en varios sectores de la ciudad como La Marín, Basílica, Puente del Guambra y Chillogallo se excede el nivel permitido de emisiones. Los contaminantes criterio que presentan una mayor concentración son el Monóxido de Carbono, Nitrógeno de Carbono, y Dióxido de Azufre, la incidencia de estos contaminantes se debe al tráfico vehicular producto del acelerado crecimiento del parque automotor de la ciudad, además de las emisiones de termoeléctricas.

Por otro lado, las emisiones de PM constituyen un tema relevante en el DMQ debido a que las concentraciones de PM fino y grueso exceden el nivel permitido de emisiones. La presencia de PM se debe principalmente a la quema de combustibles fósiles. Según el tamaño de estas partículas pueden ocasionar diversas afectaciones a la salud de los seres humanos.

Entre las principales afectaciones que genera la contaminación del aire se destacan tres grandes aristas: los problemas ocasionados a la salud, a la economía y al medio ambiente. Los problemas ocasionados a la salud son diversos, se pueden mencionar enfermedades leves como afectaciones al tracto respiratorio, episodios de alergia y enfermedades crónicas como patologías relacionadas a la disminución de la capacidad pulmonar, enfermedades cardiovasculares, daños cerebrales y cáncer de pulmón.

Por otro lado, en cuanto a las afectaciones en la economía, según la OECD para el año 2060 la contaminación aérea será responsable de seis a nueve millones de muertes prematuras al año. Asimismo, esta entidad realizó una estimación de las pérdidas por reducción en la productividad laboral producto de la contaminación, el perjuicio económico representa 2.6 billones al año, esto significa el 1% del PIB mundial (OECD, 2016). Asimismo se tomó en cuenta la disminución de los rendimientos agrícolas a nivel mundial. Según proyecciones de la OECD, el costo total de la reducción en agricultura para el año 2030 es de 140 billones de dólares. En cuanto a las afectaciones ocasionadas al medio ambiente, la contaminación del aire produce varios fenómenos ambientales, tales como el deterioro de la capa de ozono, el cambio climático, lluvias ácidas y efecto smog. En conjunto todas estas afectaciones reducen el nivel de calidad de vida de los seres humanos.

En cumplimiento con el primer objetivo de la disertación, también se analizó las consecuencias de la contaminación del aire en la ciudad de Quito. Como conclusión se puede decir que a nivel local existen pocos estudios sobre el impacto de este fenómeno ambiental. Las políticas de gestión del recurso aire se han enfocado en la reducción del nivel de emisiones, más no se ha generado investigaciones que den a conocer las afectaciones que genera la contaminación a los habitantes del DMQ. La mayoría de información obtenida proviene de

investigaciones de tesis de grado y de los pocos estudios existentes por parte de fuentes oficiales no se han actualizado.

Entre la información recabada sobre la afectación de la contaminación en Quito se puede mencionar que la población más vulnerable a enfermedades producto del deterioro de la contaminación del aire son los niños y adultos mayores. Según un estudio realizado por Fundación Natura (2000) se determinó que los niños que pasan más tiempo expuestos a contaminantes poseen mayor tendencia a desarrollar infecciones respiratorias agudas. Asimismo Villacís (2003) realizó una valoración de los gastos por salud relacionados a la contaminación aérea. Este rubro en el año 2003 representó 7 millones de dólares. Por otro lado, la contaminación del aire también incide en el deterioro del medio ambiente. Bonilla y Flores (2010) determinaron que la contaminación incide en la calidad del agua de lluvia, lo que se denomina lluvia ácida. Estos estudios revelan las afectaciones causadas por este fenómeno ambiental a los quiteños. Ahí radica la importancia de diseñar políticas públicas que contribuyan a la internalización de los costos por concepto de externalidades.

Para el cumplimiento del segundo objetivo se realizó la valoración económica de la contaminación del aire mediante el método de precios hedónicos. Se obtuvo que en la Parroquia Belisario Quevedo, la contaminación del aire ocasiona una disminución del precio de 5.7% (considerando el precio promedio del metro cuadrado, esto representa USD 49.87). Mientras que en la Parroquia Cotocollao se produce una disminución del precio de 1.7% (considerando el precio promedio del metro cuadrado, esto representa USD 11.56). En contraste se puede decir que la contaminación del aire tiene una incidencia negativa en la formación del precio en ambas parroquias, no obstante la diferencia de resultados puede deberse a que los habitantes de Belisario Quevedo valoran más la calidad ambiental.

Por otro lado, se concluye que en la parroquia Belisario Quevedo las variables estructurales que tienen mayor incidencia en la formación del precio son la antigüedad de la vivienda, la presencia de jardín y el número de servicios higiénicos. Estas tres variables demostraron que causan un incremento en el precio en 7.7%, 9.8% y 4.6% respectivamente. En cuanto a las características del vecindario o amenidades más valoradas se pueden mencionar centros comerciales, supermercados y parques. Por otro lado en cuanto a las variables ambientales la contaminación del aire tuvo la mayor incidencia en la reducción del precio con 5.7%, la presencia de basura en el sector también influyó negativamente con el 5.29% y el ruido con 1.8%.

En cuanto a la parroquia Cotocollao las variables estructurales que tienen mayor incidencia en la formación del precio de la vivienda son antigüedad, garaje y cantidad de dormitorios. Estas variables producen un incremento en el precio de 9.6%, 4.6% y 1.8% respectivamente. Por otro lado, las amenidades más valoradas de Cotocollao fueron parques, centros de salud y supermercados. La presencia de estas amenidades influye en el incremento del precio en 9.9%, 6.3% y 4.7%. En cuanto a las variables ambientales que se analizaron en el modelo, se

demonstró que la basura produce la mayor reducción del precio en 9%, seguido por el ruido en 5% y la contaminación ambiental con 1.7%.

En cumplimiento con el tercer objetivo: “proponer estrategias que se pueden aplicar desde el sector público y privado para internalizar los costos de la contaminación del aire en el precio de los bienes inmuebles” se revisaron las políticas del aire implementadas en el DMQ así como la gestión ambiental que mantienen varias ciudades en el mundo y en Latinoamérica. Se puede concluir que en contraste con otras ciudades del mundo, las políticas que se han adoptado en Quito guardan cierta armonía, no obstante se pueden tomar medidas relacionadas con el incentivo del uso de energías limpias como inspiración para el DMQ. Por otro lado, al realizar un contraste con las políticas implementadas en Quito y otras ciudades de Latinoamérica se puede concluir que el DMQ es una ciudad pionera en la gestión del aire debido a que las otras ciudades presentan una gestión del medio ambiente y del recurso aire muy débil.

En cuanto a la propuesta de la estrategia se decidió conservar varios programas de gestión del aire que actualmente se mantienen en desarrollo en la ciudad, debido a que varios de ellos han sido efectivos en la mejora de la calidad del aire, sin embargo se propuso la implementación de ciertas mejoras para obtener resultados superiores. Asimismo se realizaron propuestas concretas en cuanto a promover el desarrollo de investigaciones que aborden el impacto de la contaminación del aire en el sector inmobiliario. También se propuso modificar el cálculo del impuesto predial en función de la contaminación del aire. Para realizar esto se propuso incluir la depreciación que sufre el inmueble dentro del cálculo del valor catastral de la vivienda, ya que este impuesto se grava a partir de dicho valor.

Recomendaciones

Luego de evidenciar las principales afectaciones producto de la contaminación del aire, realizar la valoración económica de la contaminación en DMQ, y proponer la estrategia de política pública que internalice el costo de la contaminación, se recomienda lo siguiente:

- Promover el desarrollo de investigaciones sobre los impactos que generan la contaminación del aire en la ciudad de Quito. Como se evidenció durante esta disertación no existen estudios que provengan de fuentes oficiales. El resultado de estas investigaciones se puede utilizar a futuro como insumo para el diseño de políticas públicas enfocadas en reducir las afectaciones (como en el caso de los bienes inmuebles) producidas por la contaminación. Para esto se recomienda que el MDMQ trabaje en conjunto con entidades clave del sector privado, como el Colegio de Arquitectos, la Cámara de Construcción y las Universidades.

- La mayor fuente de contaminación de Quito son los vehículos automotores. Por ello se recomienda mantener y priorizar las políticas de reducción de contaminantes aéreos enfocados en el transporte público. Esto a nivel general puede incidir en la reducción de contaminación y mejora de la calidad de vida de los quiteños.
- Conocer a profundidad el método de valoración que se va a aplicar. En este caso el método de precios hedónicos requiere de la elaboración de encuestas para recabar información, por lo tanto se recomienda realizar encuestas piloto para constatar que se cuenta con toda la información debida y que los encuestados presenten comodidad al responder las preguntas para poder obtener información veraz. Por otro lado también se recomienda revisar estudios donde se hayan aplicado anteriormente el método propuesto con la finalidad de realizar una retro alimentación de los mismos.
- Para evitar posibles sesgos, o mal interpretaciones de los resultados del método de precios hedónicos se recomienda trabajar con el precio del metro cuadrado, en vez del precio de total de la misma. De esta forma se pueden corregir altos valores en la varianza de la muestra.
- También se sugiere realizar la valoración económica de otras parroquias del DMQ con la finalidad de conocer el impacto real de la contaminación del aire en la ciudad. Para esto se recomienda hacer uso de esta investigación de tal manera que sirva como herramienta de partida.

Referencias Bibliográficas

- Aguirre, Carlos, & Ramos, R (2005) *Impacto del Ruido Urbano en el Valor de los Departamentos Nuevos: un Estudio de Precio Hedónico Aplicado a Bienes Ambientales*. Recuperado de Sitio Web de la Universidad Católica de Chile:
<https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/11361/000389291.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Allende, David, & Benítez, Romina (2016) *La calidad de aire en el área metropolitana de Mendoza. Aportes para su gestión pública local*. Recuperado de Sitio Web de la Universidad Nacional de Cuyo: <http://www.politicaspUBLICAS.uncu.edu.ar/articulo/la-calidad-de-aire-en-el-area-metropolitana-de-mendoza-aportes-para-su-gestion-publica-local>
- AMT (2018) *Revisión Técnica Vehicular* Recuperado de
<http://www.amt.gob.ec/index.php/servicios/revision-tecnica/revision-tecnica-vehicular.html>
- AMT (2018) *Pico y placa* Recuperado de <http://www.amt.gob.ec/index.php/servicios/pico-y-placa.html>
- Arciniégas, Cesar (Enero de 2012) *Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable*. Recuperado el Enero de 2018, de sitio Web Scielo.org: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n34/n34a12.pdf>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2011) *Calidad del aire en el Valle de Aburrá*. Recuperado de Sitio Web del ayuntamiento del valle de aburrá:
<http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/Paginas/plandescontaminacion2.aspx>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2010) *Plan de descontaminación del Aire en Medellín 2010*. Recuperado de
<http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/lsdocPlandedescontaminacion/pdva.pdf>
- Azqueta, Diego (2007) *Introducción a la economía ambiental* (2da ed.). Madrid: Mc Graw Hill.
- Balmaceda, Marcos (Junio de 2016). *Normativa de Emisión de Material Particulado Fino: Importancia para las políticas públicas y la regulación ambiental en Chile*. Recuperado de Sitio Web del Repositorio de la Universidad de Chile:
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139299/Normativa%20de%20emisi%C3%B3n%20de%20material%20particulado%20fino%20%28Ley%20N.%2019.300%29%20%20importancia%20p.pdf?sequence=1>
- Banco Mundial (2016) *La muerte está en el aire: el costo de la contaminación atmosférica en vidas y dinero*. Recuperado de Sitio Web del Banco Mundial:
<http://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2016/09/08/death-in-the-air-air-pollution-costs-money-and-lives>
- Barría, Rene, Calvo, Mario, & Pino, Paulina (Abril de 2016) *Contaminación intradomiciliar por material particulado fino (MP 2.5) en hogares de recién nacidos*. Recuperado de Sitio Web de Elsevier:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037041061630016X?via%3Dihub>
- Barrionuevo, María de los Ángeles (2016) *La preocupación por la naturaleza, ¿un proceso natural para la política pública? Cómo promover que los temas vinculados con el desarrollo sostenible sean considerados en las agendas ambientales de las ciudades*. (OPERA, Ed.) 35-

53. Recuperado de
<http://revistas.uexternado.edu.co/index.php/opera/article/view/4738/5630>
- Barro, Robert, & Sala-i-Martin, Xavier (2004) *Economic Growth* (Segunda edición ed.). Londres, Inglaterra: MIT.
- BCE (2017) *Sistema de Información Macroeconómica: Series de información de Cuentas Nacionales*. Recuperado de
<http://sintesis.bce.ec:8080/BOE/BI/logon/start.do?ivsLogonToken=bceqsappbo01:6400@1524650JjKYVlanV3eimuY4rwJaBfl1524648J7FOOyD6vEhurKORzborZv>
- Bell, Michelle, Samet, Jonathan, & Dominici, Francesca (2004) *Time-series studies of particulate matter*. Recuperado de Sitio Web de Annual Reviews.org:
<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.publhealth.25.102802.124329>
- BID (2010) Recuperado de Sitio Web del Banco Interamericano de Desarrollo :
<https://publications.iadb.org/handle/11319/1572>
- BID (2016) Recuperado de <https://www.iadb.org/infrafund>
- Bonilla, Pablo, & Flores, Ronny (Enero de 2010) *Perfil de la Lluvia Ácida en la Ciudad de Quito-Ecuador*. Recuperado de Sitio Web ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/270904652_Perfil_de_la_Lluvia_Acida_en_la_Ciudad_de_Quito_Ecuador
- Calatrava, Javier (2002) *Método de Precios Hedónicos: posibilidades de aplicación en valoración ambiental*. Recuperado de Sitio Web de la Universidad de Córdoba:
https://www.researchgate.net/profile/Javier_Calatrava-Requena2/publication/282295409_Metodo_de_Precios_Hedonicos_Posibilidades_de_aplicacion_en_Valoracion_Ambiental/links/560b300908ae1396914d001a/Metodo-de-Precios-Hedonicos-Posibilidades-de-aplicacion-en-
- Cámara de Transporte urbano de Quito (2018) *Rutas de Transporte público*. Recuperado de
<http://www.camaratransportequito.com.ec/buscador-de-rutas/>
- CDKN (2018) Recuperado de https://cdkn.org/?loclang=en_gb
- Celi, Santiago, Peña, Adolfo, & Remache, Abel (2017) *Análisis de la aplicación del pico y placa en la ciudad de Quito*. Recuperado de file:///C:/Users/Dany/Downloads/300-Texto%20del%20art%C3%ADculo-880-1-10-20170621.pdf
- Centro Mario Molina (2008) *Plan Nacional de Gestión de la Calidad del aire de Honduras*. Recuperado de <http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2012/12/6a.-Plan-Honduras.pdf>
- Centro Mario Molina de Chile (2011) *Plan de acción para combustibles y vehículos más limpios en Paraguay*. Recuperado de
http://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=ambiente-y-desarrollo&alias=268-plan-de-accion-para-combustibles-y-vehiculos-mas-limpios&Itemid=253
- CEPAL (2009) *Valoración económica del Ambiente*. Recuperado de
<https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/8/35988/ivaloracioncepal2009.pdf>

- Cepal (agosto de 2010) *Valorización Económica del Medio Ambiente y los Impactos Ambientales*. Recuperado el Abril de 2018, de Sitio Web de Cepal: https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/7/40547/LEALJUEVES19_1_VALORIZACION_EC ONOMICA.pdf
- CEPAL (Noviembre de 2017) *Huella de Carbono*. Recuperado el Diciembre de 2017, de Sitio Web de Cepal.org: <http://biblioguias.cepal.org/huellacarbono>
- Chang, Man Yu (2006) *La economía ambiental*. Recuperado de http://ojs.reduaz.mx/coleccion_desarrollo_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad9.pdf
- Concejo del DMQ (2016) Recuperado de file:///C:/Users/Dany/Downloads/propuesta_ordenanza_canteras_dmq.pdf
- Concejo del DMQ (2017) *Ordenanza Metropolitana que regula, facilita y promociona la Movilidad en modos de transporte sostenibles en el DMQ*. Recuperado de http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Comisiones%20del%20Concejo/Movilidad/2017/2017-06-14%20nueva%20convocatoria/2.%20Ordenanza%20Movilidad%20en%20modos%20de%20transporte%20sostenible/Ordenanza%20-%20Movilidad%20en%20Modos%20de%20Transporte%20Sostenib
- Concejo metropolitano de Quito (2010) *Ordenanza metropolitana No. 305*. Recuperado de <http://www.amt.gob.ec/files/AMT-ORDM-305-CIRCULACION-VEHICULAR-PICO-Y-PLACA.pdf>
- Correa, Francisco, & Osorio, Juan (2004) *Valoración Económica de Costos Ambientales: Marco Conceptual y métodos de estimación*. Recuperado de Sitio Web de la Universidad de Medellín: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165013657006>
- Curci, Simón (2013) *Estructura de los ingresos del Distrito Metropolitano de Quito 2006-2011 y alternativas de financiamiento* (Disertación de grado). Facultad de Economía de la PUCE, Ecuador. *Recuperado de Repositorio digital de la PUCE* <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6817/7.36.001224.pdf;sequence=4>
- Del Saz, Salvador (1997) *Los métodos indirectos del coste de viaje y de los precios hedónicos: una aproximación*. Recuperado de Sitio web de la Revista española de economía agraria: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_reea/r179_06.pdf
- Di Ciano, Marcelo (2007) *Introducción a la economía- Manual de introducción a la economía*. Recuperado el Enero de 2018, de Sitio Web de la Universidad de Belgrano: <http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5959/3915%20-%20completo%20-%20introd%20a%20la%20economia%20-%20di%20ciano.pdf?sequence=1>
- Di Pace, María, & Bartrons, Horacio (2012) *Ecología Urbana*. Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- DMQ (Abril de 2007) *Ordeanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito*. Recuperado el Diciembre de 2017, de Sitio Web de AMT Quito: <http://www.amt.gob.ec/files/AMT-Ordenanza-213.pdf>
- DMQ (2016) *Ordenanza Metropolitana No. 143*. Recuperado de http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Proyectos%20Ordenanzas/143/Ordenanza%20Metropolitana%20No.%20143.pdf

- DMQ (noviembre de 2017) *Concejo Metropolitano aprobó reformas para mejorar la calidad del aire de Quito*. Recuperado de Quito Informa:
<http://www.quitoinforma.gob.ec/2017/11/17/consejo-metropolitano-aprobo-reformas-para-mejorar-la-calidad-del-aire-de-quito/>
- DMQ (Mayo de 2017) *Informe de la Calidad de Aire 2016*. Recuperado de Sitio Web de la Secretaría de Ambiente: <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/informes#informe-calidad-del-aire-2016>
- El Ciudadano (2014) *El Municipio pidió al Gobierno que asuma casi la totalidad del déficit para la construcción del Metro*. Recuperado de <http://www.elciudadano.gob.ec/el-municipio-de-quito-pidio-al-gobierno-que-asuma-casi-la-totalidad-del-deficit-para-la-construccion-del-metro/>
- El Comercio (2016) *Los controles aleatorios de vehículos en la vía pública se iniciaron en Quito*. Recuperado de <http://www.elcomercio.com/actualidad/controles-aleatorios-vehiculos-via-quito.html>
- El Comercio (2017) *Dos ciudades ecuatorianas entre las 100 urbes principales con más horas perdidas en el tráfico*. Recuperado de <http://www.elcomercio.com/actualidad/quito-guayaquil-ecuador-trafico-informe.html>
- El Comercio (2015) *Ajuste en el pago del impuesto por contaminación vehicular*. Recuperado de Sitio Web de EL Comercio : <http://www.elcomercio.com/actualidad/impuesto-contaminacion-vehiculos-pagos-cilindraje.html>
- El Comercio (Septiembre de 2015) *El Municipio de Quito asumirá el control de las canteras*. Recuperado de Sitio Web de El Comercio:
<http://www.elcomercio.com/actualidad/municipio-quito-asumira-control-canteras.html>
- El Espectador (2017) *Más de 1.000 millones cuesta la contaminación del aire en Bogotá*. Recuperado de Sitio Web del Periódico El Espectador : <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/mas-de-us-1000-millones-cuesta-la-contaminacion-del-aire-en-bogota-articulo-710878>
- El telégrafo (2013) *Diez señales de tránsito se reponen a la semana*. Recuperado de <https://www.eltelgrafo.com.ec/noticias/regional/1/diez-senales-de-transito-se-reponen-a-la-semana>
- El tiempo (2016) *La contaminación le cuesta a Colombia el 4.1% del PIB*. Recuperado de Sitio Web de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/vida/salud/estudio-demuestra-el-coste-de-la-contaminacion-en-colombia-es-del-4-1-por-ciento-del-pib-143504>
- EMASEO (2015) *Recolección Mecanizada*. Recuperado de <http://www.emaseo.gob.ec/servicios/recoleccion-mecanizada/>
- Emerton, Lucy (2016) *Economic Valuation of Wetlands: Total Economic Value*. Springer Science .
- EPMTP (2017) *Historia Institucional*. Recuperado de <http://www.trolebus.gob.ec/index.php/sobre-nosotros/historia-institucional>
- Fernandes, Katalina (2008) *Precios hedónicos*. Recuperado de Sitio Web de Academia.com:
https://www.academia.edu/7165931/Precios_hedonicos

- Fundación Natura (2012) Recuperado de Sitio Web de la Fundación Natura:
<http://www.ecuanex.net.ec/natura/ecolo-urba.htm>
- Garrocho, Carlos, Aguilar, Adrián, Brambila, Carlos, Graizbord, Boris, & Sobrino, Jaime (2014) *Hacia una cultura de las ciudades sostenibles*. Recuperado de Sitio Web del Fondo de Población de Naciones Unidas : <http://unfpa.org.mx/publicaciones/ciudadessostenibles.pdf>
- Gómez, Álvaro (2014) *Fallos de mercado y externalidades negativas: soluciones teóricas y su implementación*. Recuperado de Sitio Web de la Universidad de la Rioja :
https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000820.pdf
- Granados, D, López, G, & Hernández, M (2010) *La lluvia ácida y los ecosistemas forestales* .
 Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v16n2/v16n2a9.pdf>
- Green Facts (2004) *Consenso Científico sobre la Contaminación del Aire* . Recuperado de Sitio Web de Green Facts : <https://www.greenfacts.org/es/dioxido-nitrogeno-no2/dioxido-nitrogeno-no2-greenfacts.pdf>
- Gujarati, Damodar, & Porter, Dawn (2010) *Econometría Básica* (5ta ed.) México D.F.: Mc Graw Hill .
- Hardin, Garrett (1968) *The Tragedy of Commons*. Science .
- ICLEI (2015) *Global Protocol for Community Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*. Recuperado el Diciembre de 2017, de Sitio Web de ICLEI Local Governments for Sustainability:
<http://www.iclei.org/activities/agendas/low-carbon-city/gpc.html>
- ICLEI (2018) *Sobre el ICLEI* . Recuperado de http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page_id=3351
- IMCO (2013) *Calidad del aire*. Recuperado de Sitio Web del Instituto mexicano para la competitividad : <http://imco.org.mx/calculadora-aire/>
- INEC (2012) *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)*. Recuperado de Sitio web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos :
http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Encuesta_Nac_Ingresos_Gastos_Hogares_Urb_Rur_ENIGHU/ENIGHU-2011-2012/EnighurPresentacionRP.pdf
- INEC (2016) *El parque automotor de Ecuador creció 57% en cinco años*. Recuperado de Sitio Web del INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/el-parque-automotor-de-ecuador-crecio-57-en-cinco-anos/>
- Instituto nacional de ecología (2007) *Tercer Almanaque de Datos y Tendencias de la Calidad del Aire en Nueve Ciudades Mexicanas*. Recuperado de Sitio web del Instituto Nacional de Ecología de México: <http://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/informes/3erAlmanaque.pdf>
- Iza, Anibal (2011) *El catastro como instrumento para la determinación de la capacidad económica*. Recuperado de
http://www.catastrolatino.org/documentos/seminario_montevideo2011/ponencias/catastro%20instrumento%20determinaci%C3%B3n%20capacidad%20econ%C3%B3mica_Quito.pdf
- La Hora (Septiembre de 2011) *Quito: ejemplo nacional en revisión vehicular*. Recuperado el Diciembre de 2017, de Sitio web de La Hora:
<https://www.lahora.com.ec/noticia/1101209077/quito-ejemplo-nacional-en-revisic3b3n-vehicular>

- Labandeira, Xavier, León, Carmelo, & Vázquez, María (2007) *Economía Ambiental*. Madrid: Pearson Educación.
- Lancaster, K (1966) *A new approach to consumer theory*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1086/259131>
- Lever, George (2005) *El modelo de precios hedónicos*. Recuperado de <http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/PED/Semana4/PreciosHedonicos.pdf>
- López, F (2011) *Implicaciones dermatológicas del cambio climático y de la disminución de la capa de ozono*. Recuperado de Sitio Web de Elsevier: www.elsevier.com
- López, Fernando, Rodríguez, Ventura, Santacruz, Jaime, Torreño, Idelfonso, & Ubeda, Pascual (2004) *Manual de Patología de la Edificación*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de https://www.edificacion.upm.es/personales/santacruz-old/Docencia/cursos/ManualPatologiaEdificacion_Tomo-3.pdf
- MAE (2004) *Ley de Gestión Ambiental*. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- MAE (2010) *Controlar la contaminación ambiental contribuye a mejorar la calidad de vida de la población*. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/controlar-la-contaminacion-ambiental-contribuye-a-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la-poblacion/>
- MAE (2010) *Plan Nacional de la Calidad de Aire*. Recuperado de Sitio Web del Ministerio del Ambiente de Ecuador: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>
- MAE (2011) *Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire*. Recuperado el Diciembre de 2017, de Sitio Web del Ministerio del Ambiente de Ecuador.
- MAE (2012) *Historia de Creación MAE*. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Historia-de-Creacion.pdf>
- MDMQ (2018) *Impuesto Predial*. Recuperado de <http://www.quito.gob.ec/index.php/municipio/273-preguntas-frecuentes-impuesto-predial>
- MDMQ, Observatorio Minero (2013) *Modelo de Gestión: Regulación, autorización y control de la explotación de áridos y pétreos*. Recuperado de file:///C:/Users/Dany/Downloads/modelo_gestion_16_12_2013.pdf
- Mella, José, & López, Asunción (2017) *Ciudades sostenibles: Análisis y posibles estrategias*. Recuperado de Sitio web de la Universidad Autónoma de Madrid: http://www.encuentros-multidisciplinares.org/revista-50/jose_mella_y_asuncion_lopez.pdf
- Mihelcic, James, & Zimmerman, Julie (2012) *Ingeniería Ambiental* (Segunda edición ed.). México: Alfaomega.
- Ministerio de Ambiente de Colombia (2015) *Informe del Estado de la calidad del aire en Colombia 2011-2015*. Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe_del_Estado_de_la_Calidad_del_Aire_en_Colombia_2011-2015_vfinal.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010) *Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire* . Recuperado de

- http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Políticas_de_la_Dirección/Política_de_Prevenición_y_Control_de_la_Contaminación_del_Aire.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2016) *Informe final para la gestión de episodios críticos de contaminación atmosférica por material particulado respirable (MP10)*. Recuperado de Sitio Web de la Secretaría regional ministerial del Medio Ambiente de Chile :
http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/01/INFORME-_GEC_Fin-2016_EFA.pdf
- Muenala, Andrea (2016) *Evaluación del Impuesto ambiental a la contaminación vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito*. (Disertación de grado). Facultad de Economía de la PUCE, Ecuador. Recuperado de Repositorio digital de la PUCE
http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10530/Tesis_IACV_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Municipio de Tijuana (2000) *Programa para mejorar la calidad del aire en la zona de Tijuana - Rosarito*. Recuperado de <https://subcuencaalamar.files.wordpress.com/2014/02/programa-de-calidad-del-aire-tijuanarosaritospa.pdf>
- Municipio de Tijuana (2012) *Programa para mejorar la Calidad del Aire, de la Zona Metropolitana de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito 2012-2020*. Recuperado de
http://www.spabc.gob.mx/wp-content/uploads/2017/10/PROAIRE-ZONA-METROPOLITANA_TIJUANA_TECATE_ROSARITO_2012-2020.pdf
- Noriega, Paco, Medici, Alessandro, Murillo, Antón, Bedón, Juan, Haro, Fernando, & Galecio, Galo (2008) *Estudio de la concentración de cadmio y plomo en el aire de la ciudad de Quito, empleando briofitas como biomonitores*. Recuperado de Sitio Web de Redalyc :
<http://www.redalyc.org/pdf/4760/476047392004.pdf>
- OECD (2016) *The economic consequences of outdoor air pollution*. Paris : OECD Publishing .
Recuperado de https://read.oecd-ilibrary.org/environment/the-economic-consequences-of-outdoor-air-pollution_9789264257474-en#page3
- OIT (abril de 2014) *La seguridad y la salud en el uso de productos químicos en el trabajo*. Recuperado de Sitio Web de la Organización Internacional del Trabajo:
http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_235105.pdf
- Oliva, Nicolás, Rivadeneira, Ana, Serrano, Alfredo, Carrillo, Sergio, & Cadena, Vanessa (2011) *Impuestos Verdes: ¿una alternativa viable para el Ecuador?* Quito: Flacso.
- OMS (2003) *Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide* .
Recuperado de Sitio Web de la Organización Mundial de la Salud :
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/112199/E79097.pdf
- OMS (2007) *Large analysis and review of European housing and health status*. Recuperado el Septiembre de 2017, de Sitio Web de la OMS:
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/107476/lares_result.pdf?ua=1
- OMS (Marzo de 2014) *7 millones de muertes cada año debidas a la contaminación atmosférica*. Recuperado de Sitio web de la Organización Mundial de la Salud:
<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/es/>

- ONU (1973) *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano* . Recuperado de <https://www.dipublico.org/conferencias/mediohumano/A-CONF.48-14-REV.1.pdf>
- ONU (1987) *Informe Brundtland*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/105305734/ONU-Informe-Brundtland-Ago-1987-Informe-de-la-Comision-Mundial-sobre-Medio-Ambiente-y-Desarrollo>
- ONU (1993) *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo* . Recuperado de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>
- ONU (2015) *Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*. Recuperado de Sitio web de la Organización de las Naciones Unidas : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- OSMAN (2011) *Urbanismo, Medio Ambiente y Salud*. Recuperado de Sitio Web del Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía : https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=dd822d99-1865-4645-9bbf-6cb420bb3cae&groupId=7294824
- OSMAN (2011) *Urbanismo, Medio Ambiente y Salud*. Recuperado el Septiembre de 2017, de Sitio web del Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=dd822d99-1865-4645-9bbf-6cb420bb3cae&groupId=7294824
- Osorio, Juan, & Correa, Francisco (2004) *Valoración Económica de Costos Ambientales: Marco Conceptual y métodos de estimación*. Recuperado de Sitio Web de Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165013657006>
- Oviedo, Jorge (Febrero de 2015) *Consultoría: Actualización del Plan de Manejo de la Calidad del Aire 2005-2010*. Recuperado el Diciembre de 2017, de Sitio web de la Secretaria de Ambiente - Quito: [file:///C:/Users/Administrador/Downloads/calidad_%20del_aire_final%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Administrador/Downloads/calidad_%20del_aire_final%20(2).pdf)
- Páez, Carlos (2012) *Gestión de la Contaminación Atmosférica Urbana: El caso de Quito*. Recuperado de Sitio Web de Flacso: <http://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/10088.ContaminacionQuito.pdf>
- Palerm, Juan, Florez, Ernesto, & Nusselder, Hans (2013) *Perfil Ambiental de Honduras*. Recuperado de <http://mosef.org.hn/wp-content/uploads/2015/11/PAP-Honduras-final-14-feb-2013.pdf>
- Pearce, D, & Turner, R (2003) *Economía del medio ambiente*. Madrid: McGraw-Hill.
- Pere, Riera (2004) *Apuntes Esquemáticos Taia II*. Recuperado de páginas.uab.cat/pere.riera/sites/páginas.uab.cat.pere.../Apuntes0304leccion3.ppt
- Pigou, A (1920) *The economics of welfare*. Londres: McMillán.
- PNUMA (2012) *Handbook for the Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer* . Recuperado de Sitio web del programa medio ambiental de la naciones unidas. : <http://www.pnuma.org/ozono/Documentos/MP-Handbook-2012.pdf>
- PNUMA (2016) *PNUMA urge a cortar un 25% adicional las emisiones de contaminantes para 2030*. Recuperado de Sitio web de PNUMA : <https://news.un.org/es/story/2016/11/1367971>

- PNUMA (2017) *Iniciativas de Transporte del ONU Ambiente menú de opciones para tomar acción* . Recuperado de <https://www.globalfueleconomy.org/media/418810/programas-de-transporte-de-onu-ambiente.pdf>
- REDLAC (2016) *Fondos Ambientales*. Recuperado de <https://redlac.org/sobre-redlac/fondos-ambientales/>
- REMMAQ (2017) *Índice Quiteño de la Calidad del Aire*. Recuperado el Diciembre de 2017, de Sitio Web de la Secretaría de Ambiente de Quito:
http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria_Ambiente/red_monitoreo/informacion/iqca.pdf
- Rosen, Sherwin (1974) *Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition* . Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1086/260169>
- Secretaría de Ambiente (2017) *Reducción y Compensación de la Huella de Carbono en el DMQ*. Recuperado el Diciembre de 2017, de Sitio Web de la Secretaría de Ambiente de Quito:
<http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/cambio-climatico/programas-y-proyectos/reduccion-y-compensacion-de-la-huella-de-carbono-en-el-dmq>
- Secretaría de Ambiente (2018) *Historia de la Secretaría de Ambiente*. Recuperado de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/la-secretaria>
- Secretaria de Ambiente (2014) *Inventario de Emisiones de Gases del Efecto Invernadero. Sector Energía*. Recuperado de Sitio Web de la Secretaría de Ambiente del DMQ:
www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/biblioteca.../69-proyectos?...503...
- Secretaría de Ambiente (2016) *Quito, ciudad señalada como la más sostenible del Ecuador* . Recuperado de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/noticias/276-quito-ciudad-senalada-como-la-mas-sostenible-del-ecuador>
- Secretaría del Gobierno del Estado de México (2010) *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*
Recuperado de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/proaire2011-2020/#p=1>
- SEMARNAT (2012) *Programa para mejorar la calidad del aire en Durango 2009-2013* Recuperado de Sitio Web de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales :
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/69346/Anexo_1_H_Informe_ProAire_Durango_E11.pdf
- SRI (2018) *Impuesto ambiental a la contaminación vehicular*
Recuperado de Sitio Web del Servicio de Rentas Internas :
<http://www.sri.gob.ec/web/guest/impuesto-ambiental-a-la-contaminacion-vehicular1>
- Stiglitz, Joseph (2000) *La Economía del sector público*. Madrid: Antoni Bosch.
- Terraza, Horacio, Rubio, Daniel, & Vera, Felipe (2016) *De Ciudades emergentes a ciudades sostenibles*. BID.
- Tomasini, Daniel (2000) *Valoración Económica del Ambiente*
Recuperado de <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Economia-Desarrollo/122.pdf>

- Torres, Jaime, & Santander, Jairo (2013) *Introducción a las políticas públicas: Conceptos y herramientas desde la relación entre Estado y Ciudadanía*. Bogotá: IEMP Ediciones.
Recuperado de
http://www.funcionpublica.gov.co/eva/admon/files/empresas/ZW1wcmVzYV83Ng==/imgprodutos/1450056996_ce38e6d218235ac89d6c8a14907a5a9c.pdf
- Valls, Martí (2017) *Efectos de la calidad del aire sobre la salud* .
Recuperado de Sitio Web de Elsevier :
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1134207217301299>
- Vidal, Carmen (2008) *La contaminación del aire: El smog* .
Recuperado de <http://www.ecoclimatico.com/archives/la-contaminacion-del-aire-el-smog-298>
- Vidaurre, Rafael (2009) *El Impacto de la contaminación del aire en el precio de las viviendas de la Ciudad de la Paz, Bolivia*.
Recuperado de <http://www.inesad.edu.bo/bcde2009/B1%20Vidaurre.pdf>
- Villacís, Byron, & Carrillo, Daniela (2012). *País atrevido: la nueva cara sociodemográfica del Ecuador*. Quito: revista Analitika-INEC. Recuperado el Abril de 2018, de
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Economia/Nuevacarademograficadeecuador.pdf>
- Villacís, Yomar (2003) *Costos económicos en salud ocasionados por la contaminación del aire en la ciudad de Quito. Estudio de casos en escuelas del Distrito Metropolitano*. Recuperado de Repositorio de Tesis PUCE :
https://www.puce.edu.ec/economia/docs/disertaciones/2003/2003_villacis_navas_yomar_tamara.pdf
- Wackernagel, Mathis (1996) *Jstor*.
Recuperado el 08 Abril de 2018, de Sitio Web de Jstor:
https://www.jstor.org/stable/20742894?newaccount=true&read-now=1&seq=1#page_scan_tab_contents
- Winchester, Lucy (2011) *Políticas públicas: formulación y evaluación*.
Recuperado de Sitio Web de CEPAL:
https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/3/43323/LW_Polpub_antigua.pdf
- World Economic Forum (2016) *El verdadero costo de la contaminación del aire* .
Recuperado de Sitio Web del Foro Económico Mundial:
<https://www.weforum.org/es/agenda/2016/08/el-verdadero-costo-de-la-contaminacion-del-aire>
- Zapiain, M (s.f.) *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad*.
Recuperado de http://www.simposio.palmira.unal.edu.co/documentos/Limites_crecimiento.pdf
- Zorrilla, Andrés (2012) *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRECIOS HEDÓNICOS PARA LA VALORACIÓN AMBIENTAL DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS EN LA CIUDAD BOGOTÁ*.
Recuperado de Sitio web de la Universidad Santo Tomás de Aquino:
<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/690/Aplicacion%20de%20la%20metodologia%20de%20precios%20hedonicos%20para%20la%20valoracion%20ambiental%20de%20las%20areas%20verdes%20urbanas%20en%20la%20ciudad%20de%20Bogota.pdf?sequence=1>

Anexos

Anexo A. Encuesta

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA



Fecha:	Nº de encuesta:
Nombre del entrevistador:	Dirección:
<p>Buenos días, mi nombre es _____. Estamos realizando una investigación para la PUCE, con el fin de establecer el costo económico generado por la contaminación del aire. Su participación es voluntaria, la encuesta dura aproximadamente 10 minutos y toda la información es absolutamente confidencial y reservada.</p>	
SECCIÓN I: INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	

1. ¿Desde hace cuántos años reside en esta zona?
2. ¿Existe algún grado de parentesco entre los miembros de la casa?
3. ¿Cuántas personas residen en esta casa y cuál es el nivel de educación de cada uno?

Educación Básica	1
Bachillerato	2
Universitaria	3
Postgrado	4

Padre: _____	Otro: _____
Madre: _____	Otro: _____
Hijo: _____	Otro: _____
Hija: _____	Otro: _____

5. ¿Cuál es el rango de ingresos a nivel familiar?

- | | |
|-------------------|--|
| a) De 375 a 700 | |
| b) De 700 a 1025 | |
| c) De 1025 a 1350 | |
| d) De 1350 a 1675 | |

- | | |
|-------------------|--|
| e) De 1675 a 2000 | |
| f) De 200 a 2325 | |
| g) De 2325 a 2650 | |
| h) Más de 2650 | |

SECCIÓN II: CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL INMUEBLE

6. ¿Esta casa es:

a) Propia	
b) Arrendada	

➡ Pase a la Sección III
7. ¿De cuántos metros cuadrados es la casa y el terreno?
 Casa: _____ m²
 Terreno: _____ m²
8. ¿Cuántos dormitorios posee su vivienda?

9. ¿Cuántos baños posee su vivienda?

10. ¿Su vivienda tiene garaje?

11. ¿Su vivienda tiene jardín?

12. ¿Su vivienda tiene terraza?

13. Número estimado de años de construcción de la vivienda

14. ¿Qué precio considera que tiene su vivienda actualmente?

SECCIÓN III: CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO

15. ¿Existen zonas verdes públicas (parques) cerca de su vivienda?

Sí
No

16. ¿Existen centros comerciales cercanos a su vivienda?

Sí
No

17. ¿Existen centros de salud/clínicas/hospitales cercanos a su vivienda?

Sí
No

18. ¿Existen colegios cercanos a su vivienda?

Sí
No

19. ¿Existen supermercados cercanos a su vivienda?

Sí
No

20. ¿A qué distancia se encuentra su vivienda de la vía principal más cercana?

_____ m

SECCIÓN IV: CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL VECINDARIO

21. ¿Considera que existe ruido en la zona? En una escala del 1 al 10, siendo 1 totalmente silencioso y 10 totalmente ruidoso, califique el nivel de ruido.

22. ¿Considera que existe basura en las calles aledañas a su vivienda?

Sí
No

23. ¿Considera que en esta parroquia existe smog producto de la contaminación vehicular?

Sí
No

SECCIÓN V: AFECTACIONES EN EL MEDIO AMBIENTE

25. ¿La fachada de su vivienda ha sufrido algún daño ha causa de la contaminación ambiental?

Sí
No

26. ¿En cuánto cree usted que se incrementaría el precio de su vivienda si en los alrededores se construiría:

- a) Parque _____
- b) Centro Médico _____
- c) Centro Comercial _____

- d) Parada de transporte público _____
- e) Unidad Educativa _____
- f) Biblioteca _____

27. Entre las siguientes patologías ocasionadas por la contaminación del aire, indique cuál de ellas es la que más le afecta. En una escala del 1 al 5, siendo 5 la más común y 1 la que no afecta.

Daños a la salud
Daños a la fachada
Daños a la infraestructura

Afectación a la vegetación
Perjuicios económicos

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Anexo B. Do File para modelos econométricos

```
**Modelo de precios hedónicos Belisario Quevedo
import excel "C:\Users\Dany\Desktop\BASE TESIS STATA 1.xlsx", sheet("Belisario Quevedo") firstrow
reg precio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm DistVíaPrin Ruido Basura Smog
estat vif
vce, corr
hettest Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm DistVíaPrin Ruido Basura Smog
gen lprecio= ln(precio)
gen ldistancia= ln( DistVíaPrin)
reg lprecio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad2 Parques Ccomer Csalud Colegios Superm ldistancia Ruido Basura Smog
reg lprecio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad2 Parques Ccomer Csalud Colegios Superm ldistancia Ruido Basura Smog, robust
reg lprecio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm ldistancia Ruido Basura Smog
reg lprecio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm ldistancia Ruido Basura Smog, robust
reg lprecio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm DistVíaPrin Ruido Basura Smog
estat vif
vce, corr
hettest Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm DistVíaPrin Ruido Basura Smog
reg lprecio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm DistVíaPrin Ruido Basura Smog, robust
**Modelo de Precios hedónicos Cotocollao
import excel "C:\Users\Dany\Desktop\BASE TESIS STATA 1.xlsx", sheet("Cotocollao") firstrow
reg precio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm DistVíaPrin Ruido Basura Smog
estat vif
vce, corr
hettest Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm DistVíaPrin Ruido Basura Smog
gen lprecio= ln(precio)
reg lprecio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm DistVíaPrin Ruido Basura Smog
reg lprecio Xmetros Xdorm Xbaño garaje jardín terraza antigüedad Parques Ccomer Csalud Colegios Superm DistVíaPrin Ruido Basura Smog, robust
```