



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

VALORACIÓN ECONÓMICA DE UN MEJORAMIENTO EN
LA CALIDAD DEL AIRE EN EL CORREDOR INDUSTRIAL
DEL BAJÍO, GUANAJUATO.

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA
AGRÍCOLA

P R E S E N T A:

GONZÁLEZ GRANADOS PATRICIA



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
UNIDAD DE FOMENTO PROFESIONAL

Noviembre de 2013. Chapingo, Estado de México.

Tesis realizada por la M.C. PATRICIA GONZÁLEZ GRANADOS bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

PRESIDENTE:



DR. RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ

ASESOR:



DR. JOSÉ LUIS ROMO LOZANO

ASESOR:



DR. MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ DAMIÁN

ASESOR:



DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTIZ

LECTOR EXTERNO:



DR. JORGE ANTONIO TORRES PÉREZ

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo por haberme permitido realizar mis estudios de Doctorado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios y por hacerme factible mi estancia de investigación en la Universidad Complutense de Madrid, España.

A la Coordinación de Estudios de Posgrado y la División de Ciencias Económico Administrativas por permitirme realizar mis estudios.

A la Universidad Complutense de Madrid por haberme permitido realizar una estancia de investigación en sus instalaciones y por el apoyo otorgado para el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Ramón Valdivia Alcalá por la dirección de la presente tesis, su disponibilidad e importantes sugerencias.

Al Dr. José Luis Romo Lozano, Dr. Miguel Ángel Martínez Damián y Dr. Juan Hernández Ortiz por su disposición y todo el apoyo otorgado en este trabajo.

Al Dr. Jorge Antonio Torres Pérez por la revisión realizada a este trabajo.

Al Dr. Emilio Cerdá por su interés, sugerencias otorgadas en todo momento y por ser guía en nuestra estancia de investigación.

DEDICATORIA

A mis padres

Yolanda y Jorge

Por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante toda mi formación.

A mis hermanos

Erika, Jorge y Javier

Por formar una parte importante de mi vida.

A mi esposo

Laider

Por su comprensión y por compartir todo momento conmigo, sobre todo los difíciles.

A mi cuñada, sobrino y primos.

Dora, Manuel, Lorena, Ángel y

Belem.

Por la alegría que me conceden.

A mis tíos:

Fermín y Graciela

Por ser parte de mis instructores en mi desarrollo profesional.

DATOS BIOGRÁFICOS

PATRICIA GONZALEZ GRANADOS nació el 19 de julio de 1983 en el municipio de Abasolo, Guanajuato. Cursó sus estudios de bachillerato en la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo en el periodo de 1999-2002. De 2002-2006 estudió la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Economía Agrícola, de 2007-2009 realizó estudios de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales y de 2009- 2013 desarrollo estudios de Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola, en la División de Ciencias Económico Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo.

Se ha desempeñado laboralmente en empresas de orden gubernamental y ha sido consultor independiente elaborando proyectos de inversión.

VALORACIÓN ECONÓMICA DE UN MEJORAMIENTO EN LA CALIDAD DEL AIRE EN EL CORREDOR INDUSTRIAL DEL BAJÍO, GUANAJUATO.

ECONOMIC VALUATION OF AIR QUALITY IMPROVEMENT IN INDUSTRIAL CORRIDOR OF BAJIO, GUANAJUATO.

Patricia **González Granados**¹ y Ramón **Valdivia Alcalá**²

RESUMEN

El Corredor Industrial del Bajío ha tenido un acelerado desarrollo industrial, así como un crecimiento demográfico demandante de bienes y servicios. Ello se ha reflejado en un aumento perceptible en los niveles de contaminación atmosférica de la región a lo largo de las últimas décadas. Esta contaminación tiene impactos significativos en el bienestar y salud de la población, contribuye con la reducción de visibilidad, a la disminución de la producción agrícola, daños materiales y calentamiento global.

En este trabajo se presenta una estimación del valor integral de los beneficios por mejorar la calidad del aire que dan los habitantes de la Zona Industrial del Bajío Guanajuatense. Se utilizó el método de Valoración Contingente. Considerando la estimación de la disponibilidad a pagar usando el modelo dicotómico y regresión logística resulta un valor de \$251 pesos anuales por hogar. Si se contempla a todos los hogares de la región de estudio, el beneficio económico de la valoración del servicio calidad de aire será de \$ 166, 451,905 anuales. El modelo estimado estuvo explicado por las variables: escolaridad, ingreso familiar, percepción ambiental y precio hipotético a pagar.

Palabras clave: valoración contingente, disponibilidad a pagar, calidad del aire, distribución logística.

ABSTRACT

Bajío Industrial Area has had an accelerated industrial development, as well as population growth that demands goods and services. This has been reflected in a noticeable increase in the levels of air pollution in the region over the past decades. This pollution has significant impacts on the population's welfare and health, contributes to the reduction of visibility, reduced agricultural production, damage to property and global warming.

In this paper, we present an estimate of the integral value of the benefits by improving air quality that gives the people of Bajío Industrial Zone. We used the contingent valuation method. Considering the estimated willingness to pay using the dichotomous logistic regression model, it gives a value of \$ 251 pesos household per year. Considering all households in the study region, the economic benefit of the valuation of air quality service is of \$ 166, 451,905 yearly. The estimated model was explained by the variables: education, family income, environmental perception and hypothetical price to be paid.

Key words: contingent valuation, willingness to pay, air quality, distribution logistics.

¹ Tesista

² Director

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema	2
Objetivo General	3
Objetivos específicos	4
Hipótesis	4
CAPITULO I. MARCO DE REFERENCIA.....	5
I.1. Localización	5
I.2. Características socioeconómicas.....	6
I.2.1. Demografía.....	6
I.2.2. Actividad Económica	7
I.3. Situación de la contaminación del aire en el Corredor Industrial del Bajío9	
I.3.1. Tipos de contaminantes y fuentes emisoras	11
I.3.2. Emisiones de los contaminantes evaluados y sus principales generadores	12
I.3.3. Impactos de la contaminación de aire	18
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO	22
II.1. La economía ambiental.....	22
II.2. Teoría de la utilidad y de la preferencia	23
II.2.2. Monetización del bienestar individual	24
II.3. Métodos de valoración de los recursos naturales	32
CAPÍTULO III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	34
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	43
IV.1. Estructura metodológica del método de valoración contingente.....	43

IV.2. Especificación del modelo econométrico.....	58
IV.3. Determinación del tamaño de muestra.....	59
IV.4. Aplicación de encuestas.....	61
CAPÍTULO V. RESULTADOS	63
V.1. Análisis descriptivo	63
V.2. Análisis estadístico	73
CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....	83
CAPITULO VII.RECOMENDACIONES.....	85
LITERATURA CITADA	86
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ÁREA DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL GIRO DE LAS INDUSTRIAS ESTIMADAS EN EL INVENTARIO 2006.....	14
FIGURA 3. CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR CONTAMINANTE DEL SECTOR INDUSTRIAL. ...	15
FIGURA 4. CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR CONTAMINANTE PROVENIENTE DE LAS FUENTES DE ÁREA.....	17
FIGURA 5. EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR	25
FIGURA 6. DERIVACIÓN DE EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR COMPENSADO O HICKSIANO.....	28
FIGURA 7. EXCEDENTE ORDINARIO Y COMPENSADO.....	29
FIGURA 8. GÉNERO DEL ENCUESTADO.....	63
FIGURA 9. ESTRATOS DE EDADES DE LOS ENTREVISTADOS.....	64
FIGURA 10. NIVEL DE ESCOLARIDAD DE LA POBLACIÓN DE LA MUESTRA.....	65
FIGURA 11. ESTADO CIVIL.....	65
FIGURA 12. SECTOR ECONÓMICO.....	66
FIGURA 13. PROPORCIÓN DEL TAMAÑO DE LA FAMILIA.....	67
FIGURA 14. ESTRATOS DE INGRESOS FAMILIARES MENSUALES REPORTADOS.....	68
FIGURA 15. PERCEPCIÓN AMBIENTAL.....	69
FIGURA 16. RAZONES POR LAS QUE SE NIEGA LA DAP.....	71
FIGURA 17. MECANISMO DE PAGO.....	72
FIGURA 18. ADMINISTRACIÓN DEL FONDO.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. POBLACIÓN Y NÚMERO DE HOGARES POR MUNICIPIO	7
CUADRO 2. VALOR ECONÓMICO TOTAL (VET).....	30
CUADRO 3. FORMAS FUNCIONALES Y MEDIDAS DE BIENESTAR	55
CUADRO 4. VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO EMPÍRICO	58
CUADRO 5. TAMAÑO DE LOS ESTRATOS.....	60
CUADRO 6. RESULTADOS DE MODELO LOGIT.....	77
CUADRO 7. RESULTADOS DE LOS EFECTOS MARGINALES Y ELASTICIDADES.....	78
CUADRO 8. RESULTADOS DE LA DAP.....	79
CUADRO 9. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN DEL MODELO LOGIT RESTRINGIDO.....	81
CUADRO 10. RESULTADOS DE LA DAP RESTRINGIDA.....	81
CUADRO 11. AGREGACIONES DE LA DAP	82

SIGLAS

DAP	Disposición a pagar
DAA	Disposición a aceptar
MVC	Método de valoración contingente
COT	Contribución de compuestos orgánicos totales
PM₁₀	Partículas suspendidas con diámetro menor a 10 micrómetros
M_{2.5}	Partículas suspendidas con diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micrómetros
SO	Azufre
O₃	Ozono
CO	Monóxido de carbono
NO₂	Bióxido de azufre
EFTEC	Economics for the Environment Consultancy
PISA	Plan Integral de Saneamiento Atmosférico
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
CPP	Curvas de posibilidades de producción
VET	Valor económico total
VU	Valor de uso
VNU	Valor de no uso
VUD	Valor de uso directo
VUI	Valor de uso indirecto
VO	Valor de opción
VE	Valor de existencia
VL	Valor de legado
EC	El excedente del consumidor
VC	La variación compensada
ECP	El excedente compensado
EE	El excedente equivalente
VE	La variación equivalente
IEE	Instituto de Ecología del estado de Guanajuato
COVEG	Comisión de vivienda del estado de Guanajuato
CONASAMI	Comisión Nacional de los Salarios Mínimos
OMS	Organización Mundial de la Salud.

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica actual ha sido uno de los problemas ambientales más difíciles de tratar en todos los países, sin importar el nivel de desarrollo socioeconómico. Este tipo de contaminación se debe a las actividades económicas que emiten contaminantes a una tasa mayor a la que la atmósfera puede naturalmente removerlos. Dado que la emisión de estos contaminantes tiene un costo nulo o un ahorro para quienes los emiten, los agentes económicos no disponen de incentivos para su reducción.

La contaminación del aire es una externalidad de carácter tal, que la utilidad del receptor sufre la influencia de aquello que está bajo su control, pero también de la actividad contaminadora que está bajo el control del contaminador. Por ello, la contaminación del aire abarca los fenómenos económicos de deseconomía externa, indivisibilidad en el consumo y no exclusividad. Tales características, no permiten que el atributo de calidad del aire sea valorado en un mercado común.

La contraparte de esta emisión de contaminantes está dada por los impactos negativos que ocasiona una calidad del aire degradada, como afectaciones en la salud, daños de edificios y materiales, disminución en las cosechas y calentamiento global.

Para la aplicación de cualquier política o programa de control de la contaminación atmosférica se necesita evaluar cuales son los beneficios sociales netos que generaría y los costos: si los beneficios por reducción de la

contaminación superan los costos, entonces este programa sería beneficioso desde una perspectiva social.

Una de las metodologías desarrolladas por la teoría económica para determinar el valor de los beneficios de un servicio ambiental sin mercado es el método de valoración contingente.

En esta investigación se aborda el método de valoración contingente para determinar los beneficios monetarios que los individuos atribuyen por acciones direccionadas a mitigar las concentraciones de contaminantes en el aire del Corredor Industrial del Bajío.

Planteamiento del problema

A nivel mundial la población está en crecimiento, esta presión demográfica demanda mayores insumos que disponen los recursos naturales, así como servicios económicos y sociales, finalmente con ello proviene la degradación ambiental. En México para el periodo de 2000-2010 la tasa de crecimiento promedio anual de la población fue de 1.38%, en tanto que para el Estado de Guanajuato fue de 1.59 % y en la zona del Bajío de 1.98 % (COVEG, 2010).

El corredor industrial del Bajío ha experimentado un acelerado crecimiento industrial y económico en las últimas décadas, el Plan Estatal de Desarrollo al 2035, destaca al corredor del Bajío como el de mayor potencial de crecimiento económico en los próximos años debido a las condiciones geográficas y económicas. En el Estado de Guanajuato se han establecido seis corredores

industriales y un puerto interior, enfocados a la industria automotriz, aeroespacial, electrodomésticos, agroindustria, química y construcción.

Sin embargo, en materia de planeación, desde los años 80`s, el gobierno estatal se ha enfocado a una política de impulso a la industrialización del corredor urbano, dejando a un lado la planeación territorial y desarrollo sostenible, entendiéndose a este ultimo como "mejorar la calidad de vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan" (UICN, et al., 1993).

En términos del problema de contaminación de aire, en el corredor industrial del Bajío las principales fuentes contaminantes son: la concentración de industria, la cantidad de vehículos transitados, las emisiones por la quema de esquilmos en el sector agrícola y las emisiones por parte de la industria ladrillera. Este tipo de contaminación tiene impactos en el bienestar y en la salud de la población, disminución en la producción agrícola, daños materiales (degradación de edificios, pintura de autos, otros), mala visibilidad, lluvia acida, daños a recursos naturales, calentamiento global, etc.

Objetivo General

Determinar los beneficios en términos monetarios por la reducción de las concentraciones de contaminación de aire en el Corredor Industrial del Bajío.

Objetivos específicos

Estimar la disponibilidad a pagar (DAP) por alternativas de remediación de la contaminación de aire.

Realizar un trabajo de revisión de casos de estudio en materia de valoración de la calidad del aire y control de la contaminación en el área de estudio.

Brindar información relevante para mejorar la toma de decisiones en cuanto a calidad del aire y medidas de control de la contaminación.

Hipótesis

La población de la región del Corredor Industrial del Bajío percibe problemas ambientales y está dispuesta a pagar una cantidad monetaria por una mejora en la calidad del aire.

La disponibilidad a pagar por servicios ambientales depende de las variables: educación, ingreso familiar, edad, sexo y tamaño de la familia, así como la apreciación de las personas de la problemática de contaminación de aire.

Existe una relación positiva entre el nivel de ingreso, el nivel de conocimiento ambiental, y la DAP.

CAPITULO I. MARCO DE REFERENCIA

I.1. Localización

El Bajío es una región geográfica y cultural del centro de México que comprende principalmente el territorio no montañoso del estado de Guanajuato, los llanos al oeste de la ciudad de Querétaro en el estado de Querétaro, los valles donde se localizan las ciudades de Morelia y La Piedad al norte del estado de Michoacán y las llanuras de oriente en el estado de Jalisco. Está conformado por 107 municipios de los cuales seis corresponden a Querétaro, 32 a Guanajuato, 43 a Michoacán y 26 a Jalisco. El caso más reconocido y estudiado es el Guanajuatense, en la medida que ocupa mayor extensión en la región y el que se extiende en más de un 60 % de su superficie estatal: el corazón industrial y demográfico de la región.

La región del Bajío, en el Estado de Guanajuato, está comprendida por los municipios de León, San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón, Manuel Doblado, Cuerámara, Pénjamo, Abasolo, Huanímaro, Pueblo Nuevo, parte de Valle de Santiago, Irapuato, Salamanca, Villagrán, Cortazar, Jaral del Progreso, parte de Santa Cruz de Juventino Rosas, Celaya, parte de Apaseo el Grande y de Apaseo el Alto, Romita.

Para efectos de este estudio se consideraron las ciudades de León de los Aldama, Silao, Celaya, Irapuato y Salamanca, las cuales contienen la mayor parte del parque industrial en el Estado de Guanajuato, e integran,

conjuntamente con las ciudades de Querétaro y Guadalajara el corredor industrial del Bajío, articulado por la carretera 45(ver figura 1).

Figura 1. Área de estudio.



Fuente: Guanajuato Puerto Interior S.A. de C.V., 2012

I.2. Características socioeconómicas

I.2.1. Demografía

La población total del área de estudio es de 2, 849,023 habitantes, la mayor parte de la población del Corredor Industrial se concentra en la ciudad de León, y en menor proporción en las ciudades de Irapuato y Celaya (ver cuadro 2).

Cuadro 1. Población y número de hogares por municipio

Ciudad	Población Total	Proporción de la población (%)	Número de hogares	Proporción de los hogares (%)
Salamanca	259,289	9.10	63,592	9.59
Celaya	462,184	16.22	114,842	17.32
Irapuato	526,800	18.49	121,028	18.25
León	1,428,146	50.13	327,174	49.34
Silao	172,604	6.06	36,519	5.51
Total	2,849,023		663,155	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010.

I.2.2. Actividad Económica

La zona del bajío fue importante dentro de la agricultura desarrollada en los años cuarenta, que estuvo apoyada por fuertes subsidios. El sistema urbano regional se dio a partir de una alta especialización de los productos agrícolas con fines de articulación hacia actividades secundarias, vinculadas con la producción de cereales, frutos, hortalizas y ganado, y de apoyo a la producción de calzado y pieles, tradicionalmente importante en el área de León.

Se desarrolló una expansión de las agroindustrias que integraron la producción primaria a las fábricas que las procesaban y distribuían, aprovechando los procesos rurales que se urbanizaban. Con ello se destinó parte de la producción agrícola, a productos para la alimentación del ganado, o para la exportación (fresa y brócoli). La especificidad de la actividad económica se ha manifestado en un sistema de ciudades, diversificando la región a partir de la especialización productiva centrada en los núcleos urbanos regionales.

La orientación de la actividad industrial en el Estado de Guanajuato, vista a través de sus municipios, supone una especialización, o en su caso diversificación de la producción manufacturera al interior de estos. El municipio que más destaca en la entidad, de acuerdo a los valores de producto bruto y valor agregado es Silao con 33%. En cuanto a niveles de personal ocupado y remuneraciones, el más importante es León, con 45% y 37%; y la capitalización por activos fijos se ubica en Salamanca 30% y León 22%. La especialización por subsector indica que los municipios de Celaya e Irapuato se orientan a la producción de alimentos y bebidas, con participaciones de 40% y 70% de su producto bruto, respectivamente. En los municipios de León e Irapuato también se producen textiles, prendas de vestir y radica la industria del cuero, con valores de producto bruto de 65% y 11%; y porcentajes de personal ocupado de 70% y 37%, respectivamente.

En Salamanca la actividad manufacturera está totalmente especializada en la división de químicos, su producto bruto y el personal ocupado muestran un valor de 92% y 71%.

El municipio de Silao se especializa en las industrias que integran al subsector de productos metálicos, maquinaria y equipo, cuyo valor del producto bruto alcanza 98% (Arriaga, *et al.*, 2005).

I.3. Situación de la contaminación del aire en el Corredor Industrial del Bajío

La contaminación del aire puede ser definida como cualquier condición atmosférica con la presencia de sustancias en concentraciones por encima de los niveles ambientales normales, de tal forma que producen efectos indeseables sobre los seres humanos, los animales, la vegetación, los materiales (Rondón, 2005). En estado puro, el aire está compuesto por proporciones ligeramente variables de nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (0-7%), ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y algunos gases nobles como el criptón o el argón. Esta composición se altera cuando ingresan a la atmósfera sustancias no deseadas. Esto es lo que se conoce como contaminación del aire (IEE, 2008).

Generalmente la contaminación del aire de las grandes ciudades industriales, se puede formar por las diversas actividades que ellas realizan, en las cuales se emiten diversas sustancias químicas, que pueden reaccionar con otras sustancias en presencia o no de la luz solar, transformándose en sustancias aún más peligrosas (Rondón, 2005).

En la zona del Bajío la paulatina integración de la agricultura e industria fomentó la instalación de la agroindustria entre 1940 y 1970, en algunas zonas con fuertes subsidios y apoyos estatales. Uno de los impactos más trascendentales en el desarrollo industrial y económico fue la instalación, en los años cincuenta, de la Refinería Ing. Antonio M. Amor (RIAMA) y más tarde, en los años setenta,

con la central termoeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en el municipio de Salamanca. Siendo, los principales sectores industriales la generación de energía eléctrica, refinación de petróleo, petroquímica, química y de alimentos, las cuales inciden directamente sobre las condiciones de la calidad del aire en la zona.

Existen otras actividades contaminantes en la región, aunadas a las actividades agrícolas que han tenido un inadecuado manejo de sus residuos, particularmente la quema de los esquilmos y pastizales, por lo que contribuyen al deterioro del medio ambiente y son las principales causas de incendios forestales.

La industria ladrillera en el estado de Guanajuato es una actividad tradicionalmente artesanal y sobresaliente en varios de sus municipios, con más de 3000 establecimientos que generan un importante número de empleos directos e indirectos, además de aportar material de construcción (tabique rojo) para el abastecimiento de un importante mercado regional (IEE, 2005). Sin embargo, esta actividad contribuye al deterioro del medio ambiente por sobreexplotación de la capa edáfica, por el alto nivel de emisiones e inmisiones contaminantes a la atmósfera, por el uso inadecuado de materiales combustibles y por una combustión deficiente de los mismos, así como por el uso excesivo de agua potable en dicho proceso.

Con una perspectiva para la prevención de deterioro ambiental dentro del Plan de Gobierno 2006-2012, define como una de sus líneas estratégicas, la de

Comunidad Sustentable, buscando fortalecer las comunidades como ámbito natural de desarrollo de las familias y del ser humano, teniendo como objetivo preservar el medio ambiente y los recursos naturales. En el año 2000 se implementó el Programa para Mejorar la Calidad del Aire (PROAIRE), las estrategias de este programa se enfocan a el mejoramiento tecnológico en el sector industrial, servicios y comercio; mejoramiento tecnológico en el sistema e infraestructura vial; restauración y conservación de recursos naturales; educación ambiental e investigación (IEE, 2007). Actualmente en el estado de Guanajuato, municipios como León, Salamanca, Silao, Celaya e Irapuato, cuentan con sistemas de monitoreo atmosférico. Estas redes son parte de la Red Estatal de Monitoreo de la Calidad del Aire supervisada por el Instituto de ecología del estado.

I.3.1. Tipos de contaminantes y fuentes emisoras

Los inventarios de emisiones están enfocados en las estimaciones en toneladas de emisión de partículas menores a $10\mu\text{m}$ (PM10), bióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX) y compuestos orgánicos totales (COT) que se generan en los municipios del estado de Guanajuato.

El inventario de emisiones del estado de Guanajuato estima 1, 425,766 toneladas en el año 2006, de este total 71.8% corresponde al sector transporte, el 10.30% a la vegetación y suelo, el 9,3%, a la industria y el 8.6% a las fuentes de área.

El contaminante emitido en mayor proporción es el monóxido de carbono, contribuyendo con el 67.3% del total de los contaminantes estimados, a éste le siguen los compuestos orgánicos totales con el 20.2%, el bióxido de azufre con el 6.1%, los óxidos de nitrógeno con el 4.3% y las partículas PM10 con el 2.1%.

Las fuentes de área son las principales fuentes generadoras de partículas (PM10), contribuyendo con el 80.9%. Con respecto de las emisiones de bióxido de azufre la principal fuente generadora son las fuentes puntuales, contribuyendo con el 96.1%, para el monóxido de carbono el transporte tiene la mayor contribución, representado por las fuentes móviles con el 96.7%; asimismo, el 60.2% de las emisiones de óxidos de nitrógeno son generadas por este mismo subsector. Respecto de las emisiones de compuestos orgánicos totales, la contribución mayor es compartida por la vegetación y el uso del suelo (49.0%) y las fuentes de área, con el 27.1%.

I.3.2. Emisiones de los contaminantes evaluados y sus principales generadores

En el estado de Guanajuato la generación de partículas *menores a 10 μ m* (PM10) se debe principalmente a los caminos sin pavimentar, esta fuente aporta el 73.5% respecto del total emitido (29,234 toneladas), le siguen la generación de energía eléctrica con el 8.0%, la industria del petróleo y petroquímica con el 7.5%, el sector transporte con el 2.5%, las ladrilleras con el 2.5% y el restante 5.9% lo aportan fuentes diversas (IEE, 2006).

La principal contribución de bióxido de azufre (SO_2) corresponde al sector industrial, del cual la industria del petróleo y petroquímica contribuyen con el 49.6%, la generación de energía eléctrica con el 40.7% y el resto de las fuentes aporta el 10.1%. El uso de combustóleo por el sector industrial es uno de los factores que contribuyen con las emisiones de este contaminante, emitiéndose un total de 87,275 toneladas (IEE, 2006).

Se estimó una emisión total de 960,251 toneladas de monóxido de carbono (CO) para el año 2006, es decir, 67.3% del total de las emisiones en el estado de Guanajuato. El subsector transporte es el principal generador de monóxido de carbono. El sector comercio y servicios así como la industria aparecen con una contribución menor, siendo del 1.7% y 1.6%, respectivamente (IEE, 2006).

El término óxidos de nitrógeno (NO_x) se refiere a un concepto amplio que incluye al ácido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO_2) y otros óxidos de nitrógeno menos comunes. En general, estos compuestos son formados durante los procesos de combustión y son precursores del ozono; normalmente son eliminados de la atmósfera por deposición seca y húmeda. Los óxidos de nitrógeno, al igual que el monóxido de carbono, fueron generados principalmente por las fuentes móviles, contribuyendo con un 60.2% del total de óxidos de nitrógeno (IEE, 2006).

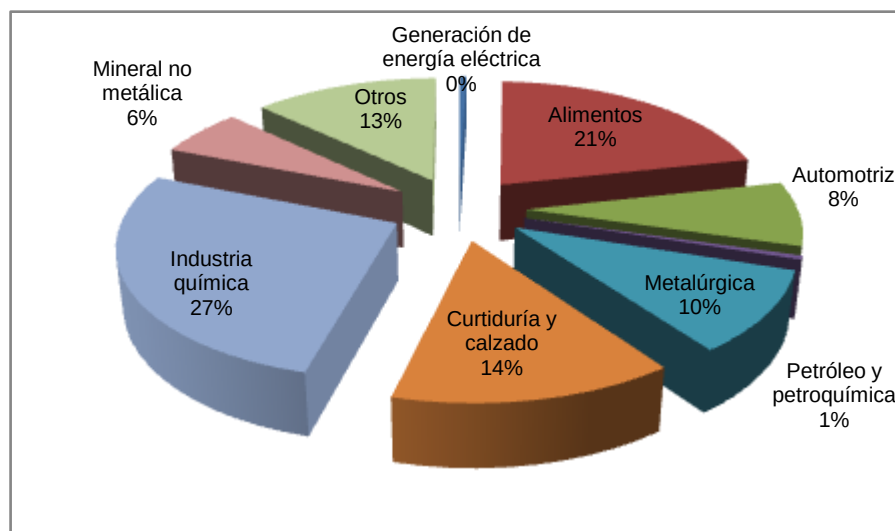
En lo que respecta a la emisión de compuestos orgánicos totales (COT), el 49.0% es emitido por procesos metabólicos de la vegetación, con el 21.0% de contribución destacan de fuentes de área, tales como el uso de solventes,

tratamiento de aguas, limpieza y desengrase, recubrimientos industriales, recubrimientos de superficies arquitectónicas y ladrilleras. El sector transporte aporta el 19.5%, la industria el 4.4% y el 5.2% restante corresponde a otras fuentes emisoras (IEE, 2006).

I.3.2.1. Emisiones de las fuentes Puntuales

En el inventario se incluye la estimación de emisiones provenientes de establecimientos industriales de jurisdicción estatal y federal que cuentan con licencia ambiental de funcionamiento, licencia de funcionamiento o licencia ambiental única. Las fuentes de información fueron los reportes de la cédula de operación anual, estudios de emisiones y encuestas aplicadas en campo (IEE, 2006). Los grupos predominantes son la industria química con el 27% y la industria de los alimentos con el 21% (ver Figura 2).

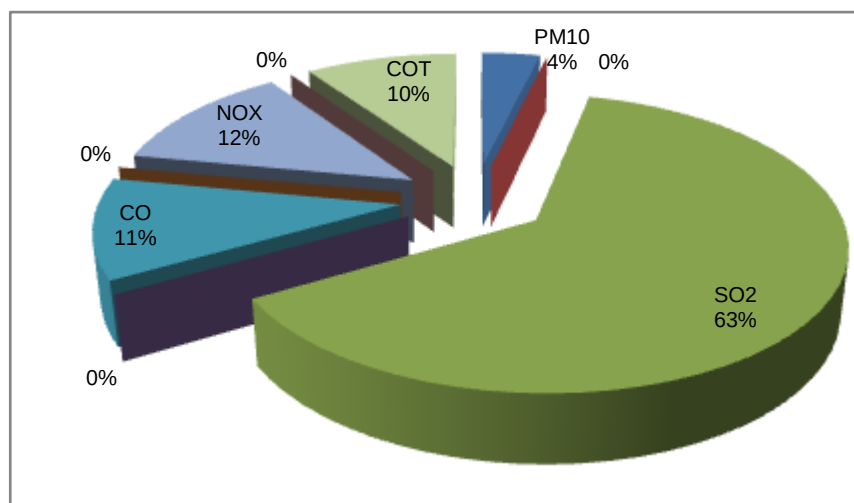
Figura 2. Distribución porcentual del giro de las industrias estimadas en el inventario 2006.



Fuente: IEE, 2006.

En el sector industrial evaluado se estimó un aporte de 133,073 toneladas anuales de contaminantes, de los cuales el 63.0% corresponden al bióxido de azufre, 12.4% a óxidos de nitrógeno, 11.3% a monóxido de carbono, 9.6% a compuestos orgánicos totales y 3.7% a partículas menores a 10 micrómetros (IEE, 2006) (ver figura 3).

Figura 3. Contribución porcentual por contaminante del sector industrial.



Fuente: IEE, 2006.

Respecto de las actividades productivas evaluadas, la industria del petróleo y petroquímica y la generación de energía eléctrica son las que más contribuyen a las emisiones totales, aportando el 49.1 % y 38.5 %, respectivamente (IEE, 2006). Las industrias de estos giros que mayor contribución se ubican en el municipio de Salamanca.

I.3.2.2. Emisiones de fuentes fijas

La contribución de PM10 por fuentes puntuales se concentra en la generación de energía eléctrica y en las industrias del petróleo y petroquímica (IEE, 2006).

Las fuentes puntuales emiten 83,848 toneladas anuales de dióxido de azufre, lo que representa el 96.1% del total de las emisiones estimadas para el año 2006.

La industria del petróleo y petroquímica y la generación de energía eléctrica son los principales generadores de dióxido de azufre con una emisión de 42,945 y 35,479 toneladas anuales, respectivamente. En conjunto representan cerca del 93.53% del total de las emisiones de dióxido de azufre del estado de Guanajuato (IEE, 2006).

La principal contribución en la emisión de monóxido de carbono la encontramos en la industria del petróleo y petroquímica. El monóxido de carbono es resultado de la combustión incompleta de combustibles fósiles.

Los óxidos de nitrógeno están directamente relacionados con los procesos de combustión y son emitidos en mayor proporción por la generación de energía eléctrica, sector que aporta 10,961 toneladas anuales, seguido de la industria del petróleo y petroquímica con 4,635 toneladas. Cabe mencionar que las fuentes puntuales aportan el 27.3% de las emisiones totales de los óxidos de nitrógeno (IEE, 2006).

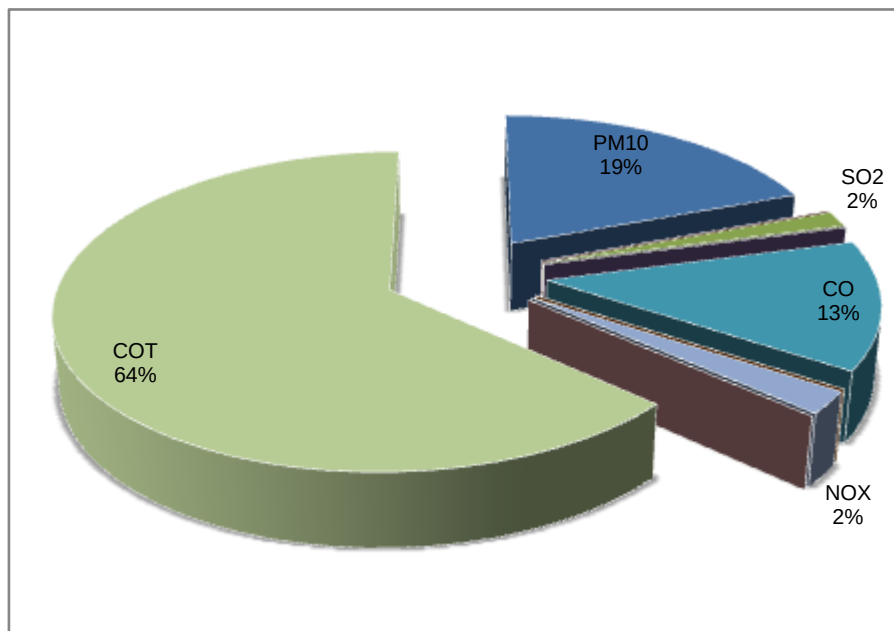
En términos generales, la contribución de compuestos orgánicos totales (COT) por parte del sector industrial es poco significativa respecto de su total emitido en el estado de Guanajuato, sin embargo es importante mencionar el aporte que tienen ciertas actividades productivas características de la región (IEE, 2006).

La principal aportación de COT, representada por la industria química con 4,601 toneladas anuales, seguida de la industria del petróleo y petroquímica con 4,026 toneladas. La industria automotriz y la industria de la curtiduría y del calzado; ambas con predominancia en el estado, se caracterizan por el uso de solventes y recubrimientos (IEE, 2006).

I.3.2.3. Emisiones de las fuentes de área

El total de las emisiones a la atmósfera por las fuentes de área en el 2006 fueron de 122,785 toneladas. Del total el 63.5% corresponden a los compuestos orgánicos totales, seguido de las emisiones de partículas PM10 con el 19.3%, 13.3% de monóxido de carbono, 2.3% de óxidos de nitrógeno y 1.6% de dióxido de azufre (ver figura 4) (IEE, 2006).

Figura 4. Contribución porcentual por contaminante proveniente de las fuentes de área.



Fuente: IEE, 2006.

I.3.3. Impactos de la contaminación de aire

La contaminación atmosférica incide de diferentes maneras en nuestra vida, sus efectos dependen del tipo y cantidad del contaminante emitido, consecuentemente todos ellos representan costos que se reflejan en la economía del país.

I.3.3.1. Efectos a la salud

La salud de la población se puede ver afectada ya sea con efectos crónicos y/o agudos, cuando se expone a concentraciones elevadas de contaminantes atmosféricos, estos pueden dañar a personas sanas e incrementar las afecciones en los grupos de mayor riesgo como son los niños, ancianos y aquellas personas con enfermedades respiratorias y cardíacas. La exposición a contaminantes, se puede reducir evitando la exposición personal a la contaminación del aire, así como a través de la instrumentación de programas y acciones específicas para prevenir y controlar la contaminación atmosférica.

Los contaminantes atmosféricos que inciden de manera importante sobre la salud de la población, son el dióxido de nitrógeno (NO₂) , bióxido de azufre (SO), partículas suspendidas con diámetro menor a 10 micrómetros (PM₁₀), ozono (O₃) y monóxido de carbono (CO), sus efectos a la salud se describen a continuación:

- El NO₂ en concentraciones de corta duración superiores a 200 mg/m³, es un gas tóxico que causa inflamación de las vías respiratorias. Es la

fuerza principal de los aerosoles de nitrato, que constituyen una parte importante de las $PM_{2.5}$ y, en presencia de luz ultravioleta, del ozono. Las principales fuentes de emisiones de NO_2 son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos) (OMS, 2005)

- *El Bióxido de azufre (SO_2)* se genera tanto en fuentes naturales como en las actividades productivas que utilizan combustibles fósiles que contienen azufre. Este contaminante puede ser oxidado a trióxido de azufre; al hidratarse con la humedad de las mucosas conjuntival y respiratoria, dan lugar a la formación de ácidos sumamente agresivos, constituyen un riesgo al producir irritación e inflamación aguda o crónica. (IEE, 2004)
- *Las partículas suspendidas* afectan a más personas que cualquier otro contaminante y sus principales componentes son los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales y el agua (OMS, 2005). Las partículas se clasifican en función de su diámetro aerodinámico en PM_{10} (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a $10\text{ }\mu\text{m}$) y $PM_{2.5}$ (diámetro aerodinámico inferior a $2,5\text{ }\mu\text{m}$). Estas últimas suponen mayor peligro porque, al inhalarlas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases. Adicionalmente las partículas provocan la disminución de la visibilidad, sobre todo las menores a 2.5 micrómetros dado que interfieren con la dispersión de la luz (IEE, 2004).

- La exposición a ozono(O_3) puede ocasionar inflamación pulmonar, depresión del sistema inmunológico frente a infecciones pulmonares, cambios agudos en la función, estructura y metabolismo pulmonar, y efectos sistémicos en órganos blancos distantes del pulmón como el hígado ((IEE, 2004). Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado. Actualmente se trata de uno de los contaminantes atmosféricos que más preocupan en Europa. Diversos estudios europeos han revelado que la mortalidad diaria y mortalidad por cardiopatías aumentan un 0,3% y un 0,4% respectivamente con un aumento de $10 \mu g/m^3$ en la concentración de ozono (OMS, 2005).
- Los síntomas comunes de una intoxicación por monóxido carbono comprenden desde dolor de cabeza, mareos, náusea y desorientación, hasta convulsiones, paro cardíaco y fallo respiratorio (OMS, 2005).

I.3.3.2. Efectos de la contaminación atmosférica en la vegetación y materiales

La contaminación del aire constituye una amenaza que provoca daños a la vegetación, al patrimonio cultural expuesto a la intemperie y elevados costos de mantenimientos a los materiales y estructuras expuestos (IEE, 2004).

Los compuestos de azufre son responsables de los daños más importantes ocasionados a los materiales.

Los aerosoles derivados del ácido sulfúrico y otros sulfatos, que constituyen entre el cinco y 20 por ciento de las partículas en suspensión en el aire urbano, contribuyen significativamente a la reducción de la visibilidad. Las investigaciones indican que una buena parte de la neblina atmosférica se debe a la formación de aerosoles por las reacciones fotoquímicas entre el bióxido de azufre, las partículas, los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos presentes en la atmósfera (IEE, 2004).

La mala calidad del aire produce, también, efectos negativos sobre la estética visual urbana, ya sea por menor visibilidad y/o por suciedad acumulada sobre las fachadas de los edificios y la consiguiente sensación de un ambiente deteriorado. Desde el punto de vista productivo, la calidad del aire disminuye el rendimiento de ciertas cosechas, aumenta la frecuencia con que deben limpiarse los frentes de los edificios, impacta en el mantenimiento de ciertas obras civiles, aumenta la corrosión en estructuras metálicas y degrada sitios turísticos.

Todos estos efectos implican importantes pérdidas económicas que suelen ser ignoradas en las transacciones de mercado y en los sistemas de cuentas nacionales.

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

La investigación se basa en la corriente de Economía Ambiental que hasta hoy se le ha dado este enfoque e importancia por los problemas ambientales de contaminación y cambio climático que se han dado tanto en escala regional como global.

II.1. La economía ambiental

La economía ambiental trata fundamentalmente la forma de cómo la economía neoclásica incorpora el medio ambiente en su objeto de análisis, se basa, en los conceptos y supuestos básicos de la teoría económica neoclásica, que concentra el análisis sobre la escasez, y donde los bienes son valorados según su abundancia, de tal manera que cuando se trata de bienes escasos, éstos son considerados bienes económicos, mientras que cuando son bienes abundantes, no son económicos.

En una economía, el medio ambiente puede ser visto como un activo compuesto que provee de varios servicios. Es un activo muy especial, puesto que sirve de apoyo vital para la existencia humana. El medio ambiente proporciona a la economía materia prima, las cuales son transformadas en productos para el consumidor mediante el proceso de producción (Tietenberg, 2006).

El medio ambiente también provee servicios directamente al consumidor. Cualquier proceso o actividad económica comienza con la extracción/ captura

de recursos naturales y finaliza con la emisión, el vertido o el depósito de residuos en el medio ambiente.

En este sentido la economía del medio ambiente trata de temas relacionados con la función del medio ambiente como receptor y asimilador de residuos, es decir, como sustentador de ciertos procesos bióticos, abióticos de recuperación, regeneración de subproductos derivados de los procesos de producción y consumo (Labandeira, *et al.*, 2007).

II.2. Teoría de la utilidad y de la preferencia

Los cambios concretos en la calidad del ambiente o los recursos naturales generan cambios en el bienestar de los individuos o consumidores.

El consumidor desconoce el valor de su utilidad, y únicamente identifica si se siente mejor o peor después del cambio ocurrido en ésta; por tanto, sabe cual nivel de utilidad es superior y cual inferior, producto del deterioro o mejora en la calidad ambiental, aunque no sepa el valor de cada uno de estos niveles de utilidad. Existen distintas interpretaciones de la utilidad (Barzev, 2002).

Si se asume que el bienestar de las personas se origina a través de la satisfacción de sus preferencias, la medida de este bienestar y el valor económico pueden inferirse analizando los comportamientos sociales, individuales y colectivos. En el caso de la calidad del aire, que es un bien ambiental, aunque no tenga precio hay que valorarlo económicamente para determinar el cambio en el bienestar y expresarlo monetariamente. Para lograr

esto, se puede utilizar la cantidad de dinero que pagarían las personas para evitar un cambio desfavorable en la calidad del recurso (Cerdeira, 2007). Esta cantidad refleja el valor económico asignado a la calidad del aire. Se han desarrollado diferentes métodos de valoración que han sido útiles en la mayoría de los casos y se siguen perfeccionando en la utilización de pruebas de valor sobre la toma de decisiones, así como, una integración de los diferentes métodos (EFTEC, 2006).

II.2.2. Monetización del bienestar individual

Las medidas de bienestar de los bienes ambientales deben tener su fundamento en la teoría económica, de modo que sean consistentes con las propiedades de la teoría. El punto de partida son las teorías del consumidor y del productor, a partir de las cuales se definen los correspondientes excedentes (Labandeira, *et al.*, 2007).

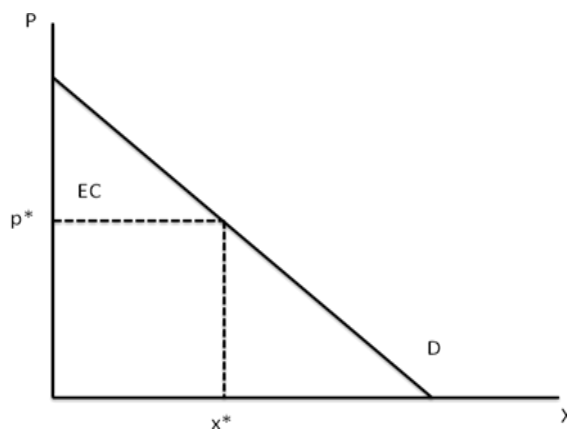
La derivación de una medida monetaria del beneficio económico proporcionado por el consumo parte de considerar un consumidor que persigue la maximización de la utilidad o satisfacción. El nivel de utilidad es interpretado como el nivel de bienestar, y tanto los precios como el nivel de ingreso, así como otros factores que pueden incidir en la satisfacción, como la calidad del medio ambiente, se suponen constantes. El objetivo es medir el beneficio o satisfacción experimentada por el consumo de una cesta determinada de bienes con parámetros de calidad ambientales y de otro tipo determinado. El problema es que la utilidad no es medible ni observable. Por ello, se requiere

generar una variación monetaria que sea equivalente al cambio producido en la utilidad. Las aproximaciones monetarias utilizadas son el excedente marshalliano u ordinario y los conceptos de excedente presentados por Hicks en 1941 (Labandeira, *et al.*, 2007). De esta manera la teoría económica considera al menos cinco maneras alternativas de medir los cambios en el bienestar en términos de dinero:

1) El excedente del consumidor (EC)

Es lo que la gente está dispuesta a pagar de más por un bien, un servicio o un beneficio que recibiría. La diferencia que existe entre la DAP y lo que realmente vale el bien, es el excedente del consumidor queda entre la curva de demanda de una persona por un bien cualquiera, su disposición a pagar por él, y la línea del precio del mismo.

Figura 5. Excedente del consumidor



Fuente: Azqueta, 1994

A partir de la teoría del excedente del consumidor Marshalliano, John Hicks establece cuatro medidas de cambio en el bienestar.

2) La variación compensada

Es la cantidad de dinero necesaria para mantener al individuo en el nivel de utilidad inicial con el nuevo precio del bien esta cantidad viene dada por la distancia AB.

3) El excedente compensado (ECP)

El excedente compensado coincide con la renta monetaria que debe retirarse del consumidor para mantenerlo consumiendo la nueva cantidad del bien uno, que ha sido elegida con el nuevo nivel de precios relativos, pero alcanzando sólo el nivel consumidor.

Se define el excedente compensado como una medida que representa el pago compensatorio que hará que el individuo sea indiferente entre la situación original y la oportunidad de comprar la nueva cantidad del bien, cuyo precio o nivel de provisión ha sido modificado.

4) El excedente equivalente (EE)

El excedente equivalente corresponde con la variación de renta monetaria que permitiría al individuo alcanzar el nuevo nivel de utilidad después del cambio de precio, pero restringiendo su consumo a la combinación inicial de bienes y a los precios iniciales. Esta cantidad coincide con la distancia SS' . Entonces el EE se define como la cantidad de dinero que el individuo estaría dispuesto a pagar para evitar la reducción de calidad ambiental. El concepto teórico define como el excedente compensado si se mide monetariamente el cambio de bienestar

en la situación final, esto es, después de la reducción de calidad ambiental. Por lo tanto, el ECP es la cantidad de dinero mínima que el individuo estaría dispuesto a aceptar para permitir que la reducción de calidad ambiental ocurra.

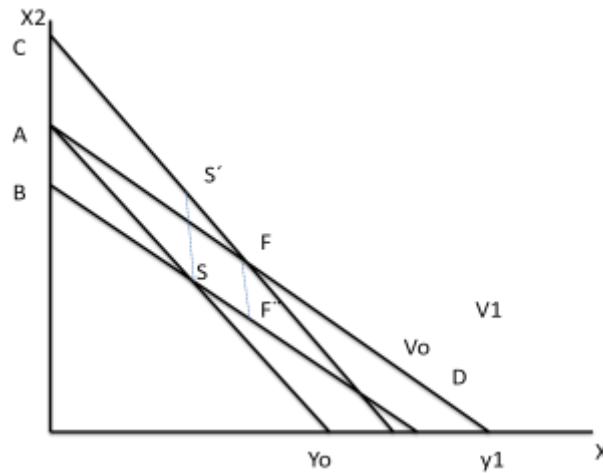
Si se plantea un aumento de la calidad ambiental, entonces la DAP será el ECP y la DAA el EE.

La diferencia entre el ECP y el EE, es que el primero sitúa al individuo en el nivel final de calidad en el momento de hacer el p cambios positivos o negativos de calidad respectivamente. De otra forma, ECP, el individuo ha ajustado su comportamiento ante el cambio del bien ambiental. Por el contrario, el excedente equivalente se obtiene simplemente situando al individuo en la situación de calidad inicial al hacer la transacción monetaria, es decir, antes de ajustar su comportamiento. Calidad en la misma dirección se puede obtener que el ECP coincide con el EE si la función de utilidad es cuasi-lineal (Labandeira, *et al.*, 2007).

5) La variación equivalente (VE)

Es la cantidad que debería entregarse al consumidor para situarlo eligiendo óptimamente en el nivel de utilidad que resultaría después del cambio de precio, pero con los precios relativos iniciales. Esta medida coincide con la distancia AC (ver figura 6).

Figura 6. Derivación de excedente del consumidor compensado o Hicksiano.



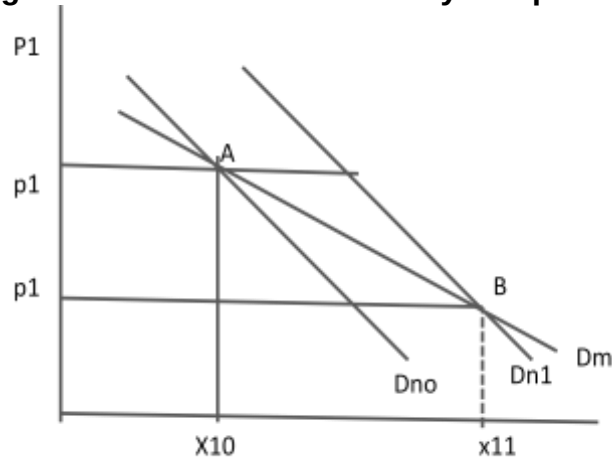
Fuente: Azqueta, 1994.

La curva de demanda compensada o hicksiana surge de evaluar el impacto en la cantidad de un cambio en el precio del bien o de cualquier otro argumento, como la calidad ambiental, manteniendo al individuo en el mismo nivel de utilidad. Para esto se requiere retirar una cantidad de dinero para reducciones de precio y compensar una cantidad para aumentos de precio. Como se aprecia en la figura 7 si el bien es normal, la función de demanda marshalliana tiene menos pendiente que las funciones de demanda hicksianas evaluadas en cada nivel de utilidad.

Para un cambio de precios desde p_1^1 hasta p_1^0 , el área a la izquierda de la curva de demanda hicksiana comprendido entre los dos precios, se puede interpretar como la renta máxima que el individuo estaría dispuesto a dar para obtener este cambio de precios, dado su nivel de utilidad. La razón es que esta área corresponde a la reducción de renta que hay que producir en la restricción presupuestaria del individuo para mantenerlo en el mismo nivel de utilidad

inicial, después de una reducción de precio. Si se trata de aumento de precio, se tendría que darle una compensación de renta por la reducción de utilidad para mantenerlo en el mismo nivel de utilidad final. Por tanto, en ambos casos se tiene una variación de renta que se mide por el área comprendida a la izquierda de la curva de demanda compensada.

Figura 7. Excedente ordinario y compensado.



Fuente: Azqueta, 1994.

II.2. Concepto de valor aplicado a los bienes sin mercado

El valor económico es considerado como una medida subjetiva, definida a partir de las preferencias humanas; un objeto puede tener diferentes asignaciones de valor, ya que la percepción del valor por los humanos cambia (Rivera, 2002). La economía asigna valores que son expresados en términos individuales de disposición al pago, el valor de un bien se deriva de la necesidad o del deseo que dicho bien es capaz de satisfacer, dependiendo de las circunstancias bajo las cuales es determinado, es decir de la persona, del lugar, del tiempo y de las condiciones físicas del medio ambiente.

Dado lo anterior, se puede definir a la valoración económica del medio ambiente como la búsqueda de la curva de demanda para los recursos, bienes y servicios ambientales; es decir el valor que le asignan los individuos al medio ambiente, expresado en términos monetarios (Rivera, 2002).

El problema que surge de la valoración económica del medio ambiente es cómo obtener estimaciones confiables. Donde no existen mercados o el mercado es imperfecto; los precios no representan el valor económico real de los servicios ambientales.

Para ayudar a valorar adecuadamente la aportación de la naturaleza a los sistemas económicos, la economía ambiental establece el concepto de valor económico total (VET), que comprende el valor de uso (VU), el valor de no uso (VNU) del bien o recurso y busca incluir valores monetarios y no monetarios (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Valor económico total (VET).

Valor de uso	Valor de no uso	Valor de no uso
Valor de uso directo (VUD)		Valor de existencia (VE)
Valor de uso indirecto (VUI)		Valor de legado (VL)
Valor de opción (VO)		
Valor de cuasi-opción		

Fuente: Rivera, 2002.

El VU se asocia a la utilización del medio ambiente por el hombre, es decir el bienestar que tal uso proporciona a los agentes económicos (Rivera, 2002).

Proviene de las situaciones donde la gente entra en contacto directo con un recurso, es decir, que estos tipos de valor requieren que la persona visite por lo

menos la proximidad del sitio del recurso para obtener beneficio. Ejemplos de valores de uso no mercadeables de flujos de servicios que provee la tierra son la recreación, montañismo, disfrute del paisaje, caminatas ecológicas para observar la biodiversidad (Mendieta, 2000).

Este valor puede subdividirse en tres: valor de uso directo (VUD) es el aprovechamiento tradicionalmente reconocido de los recursos por ejemplo en un sitio costero la posibilidad de hacer excursiones o recrearse con la naturaleza. El valor de uso indirecto (VUI) corresponde a las funciones ecológicas o ecosistemas y finalmente el valor de opción (VO) es lo que están dispuestos a pagar los individuos para permitir el uso futuro del bien o recurso.

Algunos consideran también el valor de cuasi-opción para hacer referencia al tema de la información y la oportunidad de tomar las mejores decisiones a futuro (Rivera, 2002).

Dentro de los valores de no uso está el valor de existencia (VE) y el valor de legado (VL). Estos no implican una interacción del hombre con el medio ambiente, se asocian al valor intrínseco de éste. El VE corresponde a la DAP de los individuos por asegurar la existencia de una especie o atributo del ambiente ya sea por razones éticas, culturales o altruistas, sin relación directa con usos actuales o futuros. El VL es el deseo que tienen ciertos individuos de mantener los recursos ambientales para el uso y beneficio de futuras generaciones (Leal, 1996).

Al considerar el valor total de un bien o servicio no siempre es posible considerar su valor como la suma de los diferentes valores de uso y no uso, pues distintos usos pueden ser excluyentes, alternos o competitivos.

Es complejo determinar los beneficios que se generan por un mejoramiento de la calidad del aire, dado que no existen mercados donde se transen los niveles de concentración de contaminantes en el aire. Si estos mercados existiesen, automáticamente se transformarían en instrumentos de gestión de la calidad del aire: indicarían cuánto cuesta emitir contaminantes a la atmósfera y quienes quieran contaminar deberían pagar su costo; de otra manera no podrían hacerlo.

II.3. Métodos de valoración de los recursos naturales

Dado las dificultades de asignar valor económico a los bienes sin mercado y que la mayoría de las personas nunca han tenido uso directamente ni visitado, se han desarrollado diferentes métodos de valoración que han sido útiles en la mayoría de los casos y se siguen perfeccionando en la utilización de pruebas de valor sobre la toma de decisiones, así como, una integración de los diferentes métodos (EFTEC, 2006).

Las técnicas de valoración ambiental se pueden agrupar en cuatro: los precios de mercado, las que utilizan los gastos como una aproximación de los beneficios, las que utilizan las preferencias reveladas y las que utilizan preferencias declaradas. Entre las técnicas que utilizan los precios de mercado, destacan la de cambio en productividad, la de costo de enfermedad y la de

costo de oportunidad. En segundo lugar destacan las técnicas que utilizan los gastos como mecanismo para aproximarse a los beneficios de un ecosistema.

La idea que soporta estas técnicas es que un gasto que se deja de incurrir representa un beneficio. Entre las técnicas que utilizan los gastos destacan: a) la de gastos preventivos, que se refiere a los gastos que se dejan de incurrir en prevención de daños, b) la de gastos de reemplazo, que se refiere a los gastos que se dejan de incurrir reparación de daños y c) la de proyecto sombra, que se refiere a los gastos que se tendrían que ejercer en un proyecto que no se ha hecho gracias a la existencia de algún ecosistema. Finalmente, están las técnicas de preferencias reveladas y la de preferencia declaradas. Entre las técnicas de preferencias reveladas destacan las de precios hedónicos y la técnica del costo de viaje. Y entre las declaradas el método de valoración contingente (Sanjurjo, 2001).

CAPÍTULO III. REVISIÓN DE LITERATURA

En este apartado se muestran una serie de estudios económicos que han sido publicados en algunos países desarrollados y en desarrollo para valorar los efectos de la de la contaminación del aire, en la mayoría se utiliza el método de valoración contingente para valorar el servicio ambiental calidad del aire bajo diferentes perspectivas.

En un estudio realizado para la disposición a pagar por el mejoramiento de la calidad ambiental en Gran Santiago, Chile, (Cerdeira, *et al*, 2007), se estimó la DAP por proyectos destinados a lograr un mejoramiento en la calidad del aire, implementando un cierto número de áreas verdes y se utiliza el método de valoración contingente, lo que permite conocer los beneficios que los individuos atribuyen en términos monetarios por un mejoramiento de la calidad del aire, así como la disposición a colaborar con proyectos de estas características para la comunidad. La muestra obtenida fue estratificada proporcional de acuerdo con el nivel socioeconómico en que se encuentra localizada la población realizándose 520 encuestas en los hogares. El cuestionario busca medir el grado de conocimiento de los entrevistados sobre el medio ambiente, su opinión sobre la responsabilidad de las empresas públicas, privadas y de los ciudadanos con el ambiente, actitud de los entrevistados hacia el reciclaje, comportamiento frente al reciclaje, orientación temporal, disposición a colaborar con proyecto medio ambiental y una sección de datos demográficos. Con respecto a la pregunta por la disposición a pagar; en general, se le entregó a los entrevistados un escenario donde un organismo público privado, sin fines de

lucro, buscaba la forma de financiar una serie de proyectos destinados a mejorar la calidad ambiental de la Región, específicamente la calidad del aire, vía la implementación de un número determinado de hectáreas de áreas verdes en el Gran Santiago. El costo total de estos proyectos alcanzaba la suma de seis mil millones de pesos chilenos (equivalente, aproximadamente, a diez millones de dólares norteamericanos). A fin de contar con los fondos necesarios para llevar a cabo tales proyectos, se le solicita al gobierno, empresas y personas, una colaboración mensual durante un año. En el caso de las personas, se agregaría el monto mensualmente a la cuenta de luz, de agua o de teléfono de las casas de las personas que estén dispuestas a colaborar. En este trabajo se usó un modelo dicotómico doble que arrojó una estimación de un valor de la DAP de 3.8 dólares por familia por año. Así mismo, la DAP general, descontando proporcionalmente las personas que rechazaron el instrumento, es de US \$3, 697,990 mensual.

En México se realizó un estudio de co-beneficios de los controles sobre la contaminación del aire local y global de la Ciudad de México (Osnaya, 2003). Uno de los puntos importantes en este estudio fue estimar los valores monetarios de las reducciones estimadas de los impactos en la salud usando tres metodologías: 1) La disponibilidad a pagar por mejorar su salud; 2) Costos de la enfermedad; y, 3) Pérdida de productividad, los dos últimos para evaluar las hospitalizaciones y visitas de emergencia. También fueron valorados los costos directos e indirectos que incluyen los gastos de inversión y los ahorros por reducción de tecnologías más eficientes.

En el caso de Buenos Aires, Argentina, se evaluaron los daños de la contaminación del aire y ruido que generan los habitantes de la Capital Federal (Conte, 2001). El método de valuación elegido es el de la valuación hedónica, la razón de dicha elección tiene que ver con la creencia de que el daño por contaminación es principalmente en el valor de "uso" del medio ambiente local, de allí que se elige un método indirecto. La idea básica de la metodología de valuación hedónica es que en el precio de algunos bienes, está implícito el precio de cada uno de sus atributos. Estos bienes compuestos dan utilidad a los consumidores en base a las características que los componen. Pero esas características no se transan separadamente sino que se transfieren en un "paquete" al comprar el bien. Aquí se trata de valorar cuánto estarían dispuestos a pagar los habitantes de una ciudad como Buenos Aires por una menor contaminación. Por ende es relevante el uso del mercado inmobiliario, siendo la calidad del ambiente en el cual se encuentran los inmuebles una de sus características. En este contexto, el método consiste en estimar el precio de las viviendas como función de: a) sus propias características –el número de habitaciones, el tamaño del jardín o si tiene cochera, etc.; b) Las características del barrio –tasa de criminalidad, escuelas en la proximidad, composición racial y educacional de la población, etc.; c) La calidad ambiental –niveles de contaminación, proximidad a espacios verdes, etc. De la función estimada, se derivan los precios implícitos de las variables ambientales a través de su efecto sobre el precio de los inmuebles. Si los consumidores están dispuestos a pagar un precio mayor por una casa o departamento que está ubicada en una calle más silenciosa o limpia (y todas las demás características son las mismas),

entonces esa preferencia debería reflejarse en el precio de ese tipo de inmuebles. La muestra consistió en 406 departamentos en venta en el Barrio Norte de la Capital.

En Sao Paulo, Brasil se realizó un estudio enfocado a los efectos por Contaminación Atmosférica en la salud (Braga, *et al*, 2002). El estudio tuvo como objetivo estimar los beneficios por reducción de morbilidad y mortalidad generadas por la mejora en la calidad del aire debida a la implementación de la tercera fase del Programa de Control de la Contaminación Atmosférica de Fuentes Móviles (PROCONVE) en Sao Paulo, que comenzó a regir a partir del año 1997. Este programa consiste en el establecimiento de límites máximos de emisión para distintas categorías de vehículos. Se consideraron los beneficios por reducción de la contaminación de los siguientes contaminantes: dióxido de nitrógeno (NO₂), material particulado (PM₁₀), dióxido de azufre (SO₂) y monóxido de carbono (CO). Se basó en un solo escenario, definido por la reducción de concentraciones ambientales observadas como producto de la implementación de la tercera fase del PROCONVE, durante el período 1997 - 2000. La reducción de efectos se estimó a partir de modelos de regresión desarrollados en el mismo estudio, para el período 1991-1994, y luego aplicados a la reducción de concentraciones del período 1997-2000. Se estudiaron las Admisiones Hospitalarias por causas respiratorias, la mortalidad fetal y la mortalidad en mayores de 65 años. El valor anualizado de los beneficios monetarios totales es aproximadamente US\$ 2,800 millones, el grueso de los beneficios está dado por la disposición a pagar por evitar

mortalidad prematura, principalmente de aquellos mayores de 65 años. Los gastos directos en salud asociados a las admisiones hospitalarias corresponden a un poco más de 18 millones de dólares, una pequeña fracción del total de beneficios.

En el Perú, se realizó un estudio cuyo objetivo central fue estimar el beneficio de reducir la contaminación del aire en Lima, en especial la generada por las partículas en suspensión menores a 10 micras (PM10), con el fin de reconocer a cuánto asciende el costo para la sociedad por no lograr los estándares establecidos (Miranda, 2005). La contaminación del aire en Lima se genera debido al desarrollo de actividades industriales (como la actividad pesquera o minera), así como por el deficiente parque automotor. Según el Plan Integral de Saneamiento Atmosférico (PISA), las unidades vehiculares son responsables de aproximadamente el 90% de la contaminación del aire, mientras que el 10% restante se explica por las fuentes estacionarias. Para realizar la estimación del beneficio de la contaminación ambiental en Lima Metropolitana por PM10 se analiza tres escenarios: alto, medio y bajo. El costo estimado para el año 2005 asciende a 329 millones de dólares (según el escenario medio), que representan el 0,4% del PBI siguientes 10 años, lo que implicaría mantener los mismos niveles de contaminación que el año base, entonces el costo social en valor presente representaría el 3,5% del PBI nacional y el 7,4% respecto al PBI de Lima. El costo estimado, a través de la metodología *integrated assessment*, asciende a 329 millones de dólares para el año 2005. Más aún si se asume que en términos de política ambiental no se realizan acciones correctivas o poco

efectivas durante los siguientes 10 años, donde el costo social en valor presente representaría el 3,5% del PBI nacional y el 7,4% respecto al PBI de Lima.

En octubre de 1995, se realizó una encuesta de valoración contingente en Sofía, Bulgaria, (Wang y Whittington 2000), donde se estimó la disposición a pagar de los hogares para mejorar la calidad del aire. En este caso el propósito de la encuesta de valoración contingente fue: 1) estimar la disposición a pagar de las personas para mejorar la calidad del aire en Sofía, Bulgaria, 2) la aplicación de la tarjeta de pagos de alto valor estocástico en el procedimiento de obtención, 3) comparar el enfoque de tarjetas de pago con el enfoque convencional CV referéndum. El cuestionario del escenario con el enfoque de valoración contingente está integrado por cinco partes: Las condiciones actuales de la calidad del aire en Sofia, Bulgaria; una descripción de un programa de limpieza del aire contaminado; costos que implica el programa de limpieza del aire.; resultados del programa de mejoramiento de la calidad del aire; preguntas de valoración. Durante las entrevistas los encuestadores preguntaron la probabilidad de que las personas estarían de acuerdo a pagar una serie de precios, estimando la distribución de la disponibilidad a pagar por varios precios. En los resultados se obtuvo que la gente está dispuesta a pagar 4.2 % de sus ingresos o más por un programa de mejoramiento de calidad del aire.

En el estudio de Valoración Económica de los impactos en la salud de la contaminación del aire en el área de Teherán, Irán (Karimzadegan, *et al.*, 2008),

se usaron los métodos del costo médico, la valoración contingente y el modelo de producción de los hogares en la salud. Los principales contaminantes del aire en Teherán son SO₂, NO₂, HC, PM₁₀ y CO, del 80 al 85% lo producen las fuentes móviles. Por el momento, la concentración de estos contaminantes superan al límite en la mayor parte del tiempo, lo que significa que tienen numerosos efectos en la salud de los ciudadanos de Teherán. Estos efectos se pueden dividir en dolores de cabeza y la mortalidad prematura. Se elaboró una relación de los impactos en la salud por dióxido de azufre, partículas (PM₁₀) y el monóxido de carbono utilizando funciones respuesta a la exposición.

En Hamilton-Wentworth, Ontario, Canadá se usaron los experimentos de elección para valorar los beneficios de la mejora de calidad del aire mediante encuestas que se llevaron a cabo por correo (Muller y Diener, 1997). Así como los efectos adversos para la salud, la contaminación del aire en la Región de Hamilton-Wentworth se culpa por el mal olor, la deposición de partículas (negro lluvia), y la escasa visibilidad. Se utilizó un método de preferencias declaradas conocido como los experimentos de elección donde a los encuestados se les pide su opinión de diferentes escenarios que implican la calidad del aire y un medio de pago. Cada alternativa es descrita con diferentes niveles de los atributos de calidad del aire. Los atributos específicos de calidad del aire evaluados fueron: efectos sobre la salud, mal olor, lluvia ácida y poca visibilidad. En el cuestionario se pretendió medir las preocupaciones de los encuestados sobre la calidad del aire en relación con otras cuestiones sociales, para que se familiaricen con la calidad del aire atributos que se evalúan, y

obtener información de sus experiencias pasadas con los atributos. La segunda sección contiene los escenarios de experimentos de elección y la sección final obtuvo información demográfica. Cada alternativa especifica un aumento, una disminución, o no cambio en los impuestos de propiedad o pagos de alquiler mensual. Se realizaron dos estudios piloto, en el primero se enviaron 30 cuestionarios a una muestra aleatoria de residentes en la ciudad de Hamilton. Este estudio demostró que a pesar de la complejidad de los conjuntos de elección podemos esperar una tasa de respuesta de alrededor del 30%. En el segundo estudio piloto se administró un cuestionario a una muestra de 189 estudiantes de licenciatura en Economía de la Universidad de McMaster. Este estudio demostró la viabilidad de la técnica de cálculo empleado para estimar la disposición a pagar por mejoras en los atributos de calidad del aire. De los 1,908 encuestas enviadas por correo 259 fueron retiradas al final de la muestra. Los encuestados estaban más preocupados con efectos en la salud, con el 81,2%. La preocupación por el resto de atributos también fue alta, con 70,4%, 58,0% y 56,0% de los encuestados reportaron que estaban muy preocupados o extremadamente preocupados por lluvia acida, mal olor y la mala visibilidad, respectivamente. La mayoría de los encuestados declaró que creían que el nivel de delincuencia, la calidad del sistema educativo, y el nivel del desempleo son temas de igual importancia o más grave que la calidad del aire.

Los encuestados valoran las mejoras en salud lo más alto, estas estimaciones implican que los encuestados también valoran sustancialmente la reducción de las molestias y efectos estéticos de la contaminación del aire. La disposición a

pagar por una reducción de lluvia acida fue de 40% tan grande como la DAP para los efectos de una mejor salud. La regresión arrojó que los encuestados estaban dispuestos a pagar un adicional de \$ 39.70 por mes en impuestos para lograr una reducción de la contaminación del aire, en específico por los efectos adversos que causa en la salud. Ellos estaban dispuestos a pagar \$ 14,40 dólares canadienses por mes para una mejora en la visibilidad (es decir, de dos a tres días de mala visibilidad por mes), \$ 13,10 por mes para una mejora en el olor (de tres a cuatro días al mes), y \$ 12,80 por mes para una mejora de lluvia acida (de dos a tres días al mes).

Los estudios anteriores representan pruebas de que las categorías teóricas de valor se pueden medir empíricamente y generar valores significativos, los cuales sirven como herramienta para la toma de decisiones y política en materia ambiental.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

IV.1. Estructura metodológica del método de valoración contingente

El método de la valoración contingente es una de las técnicas que se tienen para estimar el valor de bienes (productos o servicios) para los que no existe mercado. Se trata de simular un mercado mediante encuesta a los consumidores potenciales. Se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que pagarían por el bien si tuvieran que comprarlo, como hacen con los demás bienes. De ahí se deduce el valor que para el consumidor tiene el bien en cuestión (Riera, 1994).

Este método de valoración contingente pretende estimar la máxima disposición a pagar de un individuo por la provisión o mejora de un bien de no mercado o, alternativamente, la mínima disposición a ser compensado por la pérdida o disminución del disfrute del mismo bien. El uso de una u otra modalidad depende en gran medida de la definición de los derechos de propiedad sobre el bien que se desea valorar.

Los cuestionarios juegan el papel de un mercado hipotético, donde la oferta viene representada por la persona entrevistadora y la demanda por la entrevistada. Existen numerosas variantes en la formulación de la pregunta que debe obtener un precio para este bien sin mercado real. Un procedimiento típico es el siguiente: la persona entrevistadora pregunta si la máxima disposición a pagar sería igual, superior o inferior a un número determinado de dinero. En caso de obtener "inferior" por respuesta, se puede repetir la pregunta

disminuyendo el precio de salida. Finalmente, se suele preguntar cuál sería el precio máximo que pagaría por el bien, teniendo en cuenta sus respuestas anteriores. La persona entrevistada se encuentra en una situación parecida a la que diariamente se enfrenta en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio dado. La diferencia fundamental es, naturalmente, que en esta ocasión el mercado es hipotético y, por lo general (hay excepciones), no tiene que pagar la cantidad que revela. Este mecanismo puede resultar en un sesgo, generalmente llamado *estratégico*, que está relacionado con el incentivo o desincentivo a revelar el "verdadero" precio, lo que ha motivado algunas críticas al método. Este método es el único procedimiento razonable para medir la pérdida de utilidad en personas que no van a disfrutar de forma inmediata de un bien singular, pero que estarían dispuestas a pagar algo por la opción de disfrutarlo en el futuro (Riera, 1994).

En los estudios de valoración contingente generalmente se consideran cinco etapas (Hanley, *et al.*, 1997):

- a) la creación de un mercado hipotético para el bien bajo estudio, por ejemplo la calidad del aire o agua;
- b) obtener ofertas de su disposición a pagar, es decir, se les pregunta a los individuos entrevistados su máxima disposición a pagar (DAP) para que se dé un mejoramiento ambiental o también se les puede pedir que declaren su mínima disposición a aceptar (DAA) si ese mejoramiento no es realizado.
- c) se estima la DAP promedio o la DAA promedio;

d) la DAP o DAA obtenidas son comparadas contra variables socioeconómicas como ingreso, educación, edad, sexo, etc.;

y e) los datos son agregados convirtiendo los valores medios declarados en valores de la población relevante.

Estructura del cuestionario

Un cuestionario estándar suele estructurarse en tres partes (Riera, 1994):

a) Información sobre la persona entrevistada

Se trata de recoger datos como el año de nacimiento -generalmente preferible a preguntar la edad-, lugar de residencia -si la entrevista no se realiza a domicilio, nivel de renta, profesión, ocupación, nivel de estudios y similares. Las preguntas concretas a incluir están directamente relacionadas con el tipo de bien que se pretenda valorar y la utilización que de estos datos quiera hacerse.

b) Descripción del bien que se pretende valorar.

Esta sección sirve para familiarizar a la persona entrevistada con el llamado escenario de evaluación. La descripción no debe ser demasiado larga, por el riesgo de que la persona entrevistada pierda interés por todo el cuestionario; y porque el exceso de información puede conducir a la persona entrevistada a dar valores distintos de los verdaderos. En resumen la descripción debe ser precisa e informativa, de forma que la persona que va a dar un valor a un bien de no mercado, con el que acaso no esté muy familiarizada, lo haga teniendo en cuenta todas las opciones relevantes.

Además, la descripción del escenario debe estar redactada de tal manera que toda persona encuestada entienda lo mismo y que no sea distinto del significado que el investigador deseaba darle.

c) Valoración del bien

Es la parte más crítica e imprescindible en todo ejercicio de valoración contingente.

Son bastantes las decisiones que deben tomarse en este tramo donde se formula la pregunta de cuánto se estaría dispuesto a pagar (o a aceptar en compensación) por obtener el (renunciar al) bien propuesto. Es en esa pregunta, o en el párrafo inmediatamente anterior, donde se suelen especificar el método, condiciones y vehículo de pago, así como las cantidades y forma de provisión del bien que se propone valorar. Por ejemplo si el pago debería efectuarse cada vez que se consumiese el bien, de una vez por todas o periódicamente, especificando en este último caso todas las características relevantes. Si el bien se pagaría en forma de un determinado impuesto, donación, entrada u otra modalidad. Si existen otras alternativas para gastar los ingresos de la persona entrevistada.

Existen tres tipos de formatos de las preguntas comunes: formato abierto, formato subasta y formato referéndum.

- 1) El formato abierto, se caracteriza porque en ella se hace una pregunta abierta sobre la disponibilidad a pagar. Su principal problema es que

puede sesgar las respuestas de las personas de manera que la frecuencia de respuestas negativas aumente injustificablemente ya que las personas no cuentan con información o experiencia que les permita valorar bienes ambientales.

- 2) El formato subasta, consiste en preguntar al encuestado sobre su aceptación o rechazo frente al pago de una suma determinada a cambio del bien ambiental ofrecido. Dependiendo de la respuesta se ofrece un nuevo valor al entrevistado.

En caso que la respuesta a la oferta inicial sea positiva, entonces se le hace una nueva oferta con el valor incrementado; en caso que sea negativa, entonces se le hace una nueva oferta con el valor disminuido. El proceso continúa hasta que el entrevistado pare, o acepte la oferta, sin salirse de un rango previamente determinado. La DAP obtenida será la de la última respuesta. Este tipo de formato puede generar un nuevo sesgo: el punto de partida. Es decir, la respuesta final depende del valor inicial presentado en la pregunta de disponibilidad a pagar.

- 3) Formato referéndum, esta técnica hace referencia específicamente a la forma en la cual se plantea el mercado hipotético. Se realiza una pregunta por un valor predeterminado de la disponibilidad a pagar con respuestas discretas (SI, NO).

Algunas personas encuestadas rechazan dar una respuesta a la pregunta de disposición a pagar (o a ser compensado) o dan cero como valor, cuando en

realidad éste es distinto de cero. En ocasiones, las menos, dan un valor absurdamente alto o negativo.

Al investigador le suele interesar saber los motivos por los cuales alguien no responde o responde cero o un valor extremadamente alto. En el caso de la categoría de no responde, porque puede que la no respuesta venga influida por algún defecto en la redacción del cuestionario, que deberá corregirse en lo posible en este estudio o tenerse en cuenta en posteriores ejercicios. En el caso de respuestas de cero, es aplicable el mismo argumento, pero se añade otro factor: no todos los valores cero son de protesta. Para discriminar los cero genuinos de los de protesta es aconsejable incluir a continuación de la pregunta de disponibilidad a pagar una que intente averiguar el porqué se ha dado el valor que se sospecha es de protesta. Así, en la explotación de datos se podrá tomar a conciencia la decisión de qué ceros incluir o excluir en el cálculo del resultado agregado.

Tipos de sesgo

Dentro de los problemas más comunes encontrados en el método de valoración contingente son el sesgo de punto de partida, el sesgo de vehículo y el sesgo estratégico, descritos a continuación:

- 1) Sesgo del punto de partida, el cual es causado cuando la forma o el medio de pago que, directa o indirectamente, introduce potenciales cantidades de DAP que influyen las cantidades del DAP dada por el entrevistado. La mayoría de los analistas están de acuerdo en cuando se

usan punto de partida en los estudios de valuación contingente, la evidencia que sugiere el sesgo de punto de partida es conveniente.

- 2) Sesgo de vehículo, es la diferencia sistemática en las respuestas de los entrevistados, dependiendo del medio postulado para concretar los pagos (por ejemplo, impuesto contra donaciones). Para minimizar este tipo de sesgo, los modos de pago en los estudios de valuación contingente deben seleccionarse con apego a la realidad. Esto es, el vehículo de pago que sería utilizado con mayor posibilidad si la mercancía fuera proveía. Las investigaciones del MVC han encontrado que mientras más realista sea la situación, incluyendo el mecanismo de pago, será más fácil para la gente responder con precisión (Bis hop,et al.,1990).
- 3) Sesgo estratégico, este se da cuando los entrevistados intencionalmente engañan a los investigadores sobre lo declarando y sobre declarando el valor verdadero del bien sin mercado.
- 4) Sesgo Hipotético, descrito por Azqueta como: "dado el carácter meramente hipotético de la situación que se plantea a la persona (cuanto estaría usted DAP si...?), esta no tiene ningún incentivo para ofrecer una respuesta correcta.
- 5) Sesgo complaciente, el encuestado exagera su DAP buscando agradar al encuestador.

Una vez seleccionada la muestra representativa de la población, se subdivide en grupos igualmente representativos y se le hace la pregunta mencionada a cada uno de ellos con cantidades diferentes. De las respuestas obtenidas se puede extraer mediante transformaciones Logit o Probit, la estimación de la disponibilidad a pagar de la población por el cambio analizado (Ardila, 1993).

Modelo teórico del método de valoración contingente

El modelo teórico del método de valoración contingente se puede desarrollar de la siguiente manera (Hanemann, 1984). El modelo parte del supuesto de que los individuos derivan utilidad (bienestar) de la disponibilidad y/o calidad de un bien ambiental (h) y de su ingreso (Y). Además, que el individuo conoce su función de utilidad con certidumbre, pero no es observable en su totalidad por parte del investigador, lo cual significa que es necesario un tratamiento estocástico. La parte no observable de la función de utilidad es explicada por las características socioeconómicas del individuo (S) y los atributos del bien ambiental (h); la parte observable es el ingreso del individuo (Y).

De esta manera, para el investigador U_0 y U_1 son variables aleatorias con alguna distribución de probabilidad.

$$U_0 = u(h_0, Y; S) \dots \dots \dots (1)$$

$$U_1 = u(h_1, Y; S) \dots \dots \dots (2)$$

Donde, (U_0) es la función de utilidad bajo el estado inicial de calidad del bien ambiental, con característica (h_0) ; luego la parte, (U_1) es la función de utilidad con la mejora en la calidad ambiental generada por un proyecto a evaluar, con característica h_1 .

Por lo tanto la nueva función de utilidad se puede escribir como:

$$U(h, Y; S) = V(h, Y; S) + \varepsilon \dots \dots \dots (3)$$

Donde, $V(h, Y; S)$ representa la utilidad indirecta, es decir, la función que representa la máxima utilidad que puede alcanzar el individuo dado el ingreso y otras variables. El término (ε) representa aquella parte de la utilidad que no puede ser explicada por las variables incluidas en el modelo y es independiente e idénticamente distribuida (iid) con media igual a cero.

A partir de la ecuación (1), (2) y (3) el individuo aceptará el proyecto que implica mejoras en la calidad o en la cantidad del recurso si y sólo si, la utilidad generada realizando el pago para acceder al proyecto y a la mejora ambiental (DAP) es mayor o igual a la utilidad que percibe actualmente sin la mejora ambiental.

$$V_1(h_1, Y - DAP, S) + \varepsilon_1 \geq V_0(h_0, Y; S) + \varepsilon_0 \dots \dots \dots (4)$$

De esta manera la proposición de pagar para acceder a la mejora ambiental será una variable aleatoria con una distribución de probabilidad de la forma:

$$P_0 = Pr \text{ (Disponibilidad individual a pagar por el cambio) } \dots \dots \dots (5)$$

Donde la disponibilidad a pagar por parte del individuo depende del resultado de la ecuación (8). Por lo que se puede plantear lo siguiente:

$$P_0 = Pr [V_1(h_1, Y - DAP, S) + \varepsilon_1 \geq V_0(h_0, Y; S) + \varepsilon_0]$$

$$P_0 = Pr [V_1(h_1, Y - DAP, S) - V_0(h_0, Y; S) \geq \varepsilon_0 - \varepsilon_1] \dots\dots\dots(6)$$

Si $F_n(\cdot)$ representa la función de distribución de probabilidad, y se asume una función logística para dicha distribución, se tiene que:

$$P_0 = F_n(\Delta V)$$

$$P_0 = F_n(\Delta V) = (1 + e^{-\Delta V})^{-1} \dots\dots\dots(7)$$

A partir del modelo (7) se puede especificar la forma funcional del modelo estadístico planteado anteriormente.

Para estimar la función de distribución de probabilidad, se hace mediante dos formas funcionales para la utilidad indirecta: la forma lineal y la forma semilogarítmica (Hanemann, 1984).

Si se considera la forma línea como $V = \alpha_j + \beta Y, > 0$ y $j = 0, 1$, donde los términos $\alpha_0, \alpha_1, \beta$ son funciones de S . Por lo tanto la variación en la utilidad queda representada de la forma siguiente:

$$\Delta V(\cdot) = [\alpha_1 + \beta(Y - DAP) - (\alpha_0 + \beta Y)]$$

$$\Delta V(\cdot) = (\alpha_1 - \alpha_0) - \beta DAP \dots\dots\dots(8)$$

Si se considera a las ecuaciones (7) y (8), entonces, la función de distribución de probabilidad se puede escribir de la forma:

$$P_0 = F_n(\Delta V) = \left[1 + e^{-(\alpha_1 - \alpha_0 - \beta DAP)} \right]^{-1} \dots \dots \dots (9)$$

En el modelo de utilidad (9) las probabilidades de elección discreta son independientes del ingreso del individuo, por lo que no hay presencia de efecto ingreso en la estimación de tal modelo. Este modelo de utilidad es el único que posee esta propiedad.

Para el caso de la forma semi-logarítmica, tiene la siguiente forma:

$$V = \alpha_j + \beta \ln Y, \beta > 0 \text{ y } j = 0,1 \dots \dots \dots (10)$$

A partir de la ecuación (10) se deduce la variación en la utilidad, quedando se la forma:

$$\Delta V () = [\alpha_1 + \beta \ln(Y - DAP) - \alpha_0 + \beta \ln Y] = 0$$

Reagrupando

$$\Delta V () = (\alpha_1 - \alpha_0) + \beta \ln \left[1 - \frac{DAP}{Y} \right] \dots \dots \dots (11)$$

De la expresión (15) y usando la expansión de Taylor, se llega a lo siguiente:

$$\Delta V () \approx (\alpha_1 - \alpha_0) + \beta \left(\frac{DAP}{Y} \right) \dots \dots \dots (12)$$

b) Medidas de bienestar: media y mediana de la DAP

Si la variación en la utilidad es cero, el individuo será indiferente entre efectuar el pago y recibir la mejora en la calidad ambiental, que lo llevará a un mejor nivel de bienestar, o no realizar el pago y percibir la utilidad inicial. El valor de la DAP que logra la indiferencia entre las utilidades V_0 y V_1 es la medida monetaria (económica) del cambio en el bienestar logrado por el proyecto o la mejora ambiental para ese individuo. Esta medida de bienestar se conoce como la media de la DAP. Así en la forma lineal:

$$\Delta V() = [\alpha_1 + \beta (Y - DAP) - (\alpha_0 + \beta Y)] = 0 \dots\dots\dots (13)$$

De (13) se despeja la DAP y considerando $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$, se obtiene lo siguiente:

$$DAP_{media} = \frac{\alpha}{\beta} \dots\dots\dots (14)$$

La expresión anterior se le conoce como la disponibilidad a pagar media y representa la cantidad máxima de dinero que el individuo está dispuesto a pagar por el bien ambiental ofrecido.

Por otro lado, la mediana es el valor de la DAP que tiene tanta probabilidad de ser aceptado como rechazado (Riera, 1994). Es decir, la mediana se establece como el valor de la DAP para el que la probabilidad de aceptación será de 50%.

En términos matemáticos, y considerando $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$, se logra establecer:

$$P1 = Fn(\Delta V) = [1 + e^{-(\alpha - \beta DAP)}]^{-1} = 0.5 \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{Esto es, } Fn(\Delta V = 0) = 0.5 \dots\dots\dots (16)$$

Lo anterior se da tanto para el caso que se asuma que la función de distribución de la probabilidad de decir “sí” al valor de la DAP presentada al individuo siga una función logística o normal.

Dado que $(\alpha - \beta DAP) = 0$, entonces:

$DAP_{mediana} = \frac{\alpha}{\beta}$; es decir, en el modelo Logit lineal la media y la mediana son iguales.

En el caso de la forma semi-logarítmica, para obtener la media y la mediana, se parte de la ecuación (11), en donde se despeja la DAP, entonces se obtiene las siguientes expresiones (Valdivia, *et al.*, 2009):

$$DAP_{media} = Y \left\{ 1 - e^{\frac{-\alpha}{\beta}} \left[\frac{\pi}{\beta Sen(\frac{\pi}{\beta})} \right] \right\} \dots \dots \dots (17)$$

$$DAP_{mediana} = Y \left(1 - e^{\frac{-\alpha}{\beta}} \right) \dots \dots \dots (18)$$

A continuación se hace un resumen de las medidas de bienestar, considerando para el modelo Logit probabilístico (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Formas funcionales y medidas de bienestar

Tipo de modelo de utilidad aleatoria	Medidas de bienestar	
	Media	Mediana
Forma lineal	$DAP_{media} = \frac{\alpha^{**}}{\beta^{*}}$	$DAP_{media} = \frac{\alpha^{**}}{\beta}$
Forma semi-logarítmica	$DAP_{media} = Y \left\{ 1 - e^{\frac{-\alpha}{\beta}} \left[\frac{\pi}{\beta Sen(\frac{\pi}{\beta})} \right] \right\}$	$DAP_{mediana} = Y \left(1 - e^{\frac{-\alpha}{\beta}} \right)$

**Es el coeficiente de todas las variables del modelo, incluido el intercepto, multiplicadas por la media de cada variable.

* Es el coeficiente de la variable precio de oferta, $\pi = P_i = 3.141592$

e = Base de los logaritmos naturales=2.71828

Sen = Concepto trigonométrico de seno

Fuente: Osorio y Correa 2009, y Valdivia, *et al.*, 2009.

Se puede asumir que la verdadera DAP sigue una distribución de probabilidad normal o logística (Riera, 1994). Si se decide emplear el supuesto de la distribución logística, el modelo se denomina Logit, y si se supone la distribución normal, el modelo se llama Probit. Ambas distribuciones son simétricas y tienden a dar probabilidades similares, siempre y cuando la muestra no contenga pocas respuestas afirmativas o pocas negativas, y que no presente variaciones grandes en una variable independiente (Greene, 2003).

La elección de la ponderación de bienestar es un juicio de valor al menos que se base sobre preferencias reveladas de políticas con elección previa. Sin embargo, las ponderaciones de bienestar a partir de la elección previa de políticas, pueden enfrentar problemas tales como cambios de los equipos de profesionales que hacen las políticas y problemas asociados con fuerza de naturaleza no económica que juegan cierto papel de presión en la toma de decisiones de política.

Un enfoque propuesto por la Economía del Bienestar aplicada que dé respuesta a este problema es la aplicación del análisis de una política bajo varios tipos de ponderaciones.

Con esto, el analista económico no cae en el vicio de seleccionar ponderaciones que sean de mayor acuerdo con sus preferencias y por consiguiente no sería necesario emplear juicios de valor en el análisis económico.

Cuando los estudios de bienestar aplicado se dirigen sobre la distribución de los efectos de los principales grupos de individuos, en vez de que solamente sobre el efecto agregado de una política, se origina información más detallada para los que hacen y toman las decisiones de política, que en últimas, representan diferentes constituyentes.

Para finalizar, hay que mencionar que la economía del bienestar sigue el enfoque de la economía normativa para hacer un ordenamiento de los estados de la economía basado en el criterio de maximización del bienestar económico de la sociedad. Los encargados de la toma de decisiones de política encuentran en la economía del bienestar una herramienta poderosa para poder elegir dentro de un conjunto de alternativas aquella más conveniente para la sociedad en términos de la maximización del bienestar económico.

A medida que se toman decisiones que maximizan el bienestar de la sociedad se genera eficiencia económica. Sin embargo, la economía del bienestar solo se limita al estudio de la generación de eficiencia en el uso de recursos escasos

en una economía y no toma en cuenta aspectos de equidad ni aspectos de distribución del ingreso que son determinantes también como metas de política del gobierno.

IV.2. Especificación del modelo econométrico

El modelo econométrico para estimarla DAP en este estudio se planteo de la siguiente forma:

$$Prob(SI) = \alpha_0 + \beta PE + \alpha_1 PA + \alpha_2 INT + \alpha_3 ESC + \alpha_5 GEN + \alpha_6 TF + \alpha_7 ED + \alpha_8 EC + E_t$$

(-) (+) (+) (+) (?) (-) (?) (?)

Los signos debajo de cada una de las variable representa la probabilidad de responder SI a la pregunta de disponibilidad a pagar por mejorar la calidad del aire.

Cuadro 4. Variables incluidas en el modelo empírico

Variable	Representación	Explicación	Cuantificación
P (SI)	Probabilidad de responder SI	Variable dependiente dicotómica que representa la probabilidad de responder SI a la pregunta de la DAP	1= Si el entrevistado responde positivamente a la pregunta de la DAP, 0=Si responde negativamente
PE	Precio hipotético a pagar	Variable independiente que toma el valor de la cuota dada por acceder a los beneficios de las actividades y proyectos de mejoramiento	Número entero (25,50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250)
PA	Percepción ambiental	Variable independiente dicotómica que representa la percepción del grado de deterioro ambiental	0= Bueno, 1= Malo
INT	Ingreso familiar	Variable independiente que representa el ingreso mensual total familiar	Numero entero
ESC	Escolaridad	Variable independiente	1=Ninguno, 2=Primaria

		categorica ordenada que representa el nivel educativo del entrevistado	3=Secundaria, 4=Preparatoria 5=Universidad 6=Posgrado
GEN	Género	Variable independiente binaria que representa el género del entrevistado	1= Si es mujer, 0= si es hombre
TF	Tamaño de la familia	Variable independiente continua que representa el tamaño de la familia del entrevistado	Número entero
ED	Edad	Variable independiente categorica ordenada que representa los años de vida del entrevistado	Número entero
EC	Estado Civil	Variable independiente binaria que representa el estado civil del entrevistado	1= Si es casado, 0= si es soltero

Fuente: Elaboración propia en base al modelo.

IV.3. Determinación del tamaño de muestra

La población objetivo para el estudio está formada por los hogares de las ciudades de León, Silao, Irapuato, Salamanca y Celaya que en conjunto forman el Corredor Industrial del Bajío Guanajuatense. En suma el número de hogares en la zona de estudio asciende a 663,155. Las encuestas estuvieron dirigidas a un representante de familia mayor de 18 años de edad.

Para determinar el tamaño muestral se tomaron las siguientes consideraciones:

- Se consideró un muestreo estratificado, para aplicar este diseño, se precisa que la población esté dividida en subpoblaciones (estratos). En cada estrato se selecciono una muestra aleatoria simple (Kazmier y Díaz, 1990).

- Cada una de las ciudades mencionadas formó un estrato de la muestra global.
- Para cada estrato se aplicó una encuesta piloto de 35 encuestas *que* sirvieron para corregir algunas preguntas y a partir de ésta se determinó la varianza, misma que se obtuvo a partir de la variable DAP y que sirvió para determinar los tamaños de los estratos de la muestra total.
- Con el fin de asegurar representatividad de la muestra global y las muestras de los estratos, se determinó el tamaño de cada estrato para una población muestral infinita con la formula (Gómez, 1977):

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2}{d^2}$$

Donde: n= tamaño de la muestra, $Z_{\alpha/2} = 1.96$, valor de Z (distribución normal estándar) que nos representa el nivel de probabilidad, σ = desviación estándar, d = error relativo.

Cuadro 5. Tamaño de los estratos

ESTRATO	n	σ	$Z_{1-\alpha/2}$	d
Irapuato	137	71.53	1.96	12.00
Silao	115	65.76	1.96	12.00
Celaya	81	55.22	1.96	12.00
Salamanca	90	58.03	1.96	12.00
León	124	68.12	1.96	12.00
Muestra total	547	63.73	1.96	5.34

Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra piloto.

La representación de la muestra que depende del grado de homogeneidad o de la característica que estamos buscando, el grado de permisividad y el error muestral (Alós, 1995).

IV.4. Aplicación de encuestas

Las encuestas fueron realizadas *en los* meses de diciembre de 2011 y noviembre 2012.

Las entrevistas fueron personales con el objeto de evitar sesgo por parte del entrevistado. Antes de encuestar a las personas, se explicó claramente que se está buscando identificar el valor que tiene para las personas el mejoramiento de la calidad del aire, mediante la implementación de un programa de remediación y se especificó que la información a recolectar es anónima y confidencial con fines de uso únicamente para la investigación.

La encuesta final se dividió en tres secciones:

- 1) Información general del encuestado. Incluye un conjunto de preguntas referidas a la obtención de información de las características socioeconómicas de los entrevistados (ingreso familiar, educación, dependientes económicos, edad, sexo, estado civil y lugar de residencia).
- 2) Percepción ambiental. Las preguntas están enfocadas a identificar el conocimiento y percepción sobre los problemas ambientales de la zona.
- 3) Escenario de Valoración y Disponibilidad a Pagar. En este apartado se hace una breve y clara descripción del programa propuesto e información precisa de

la problemática, busca aportar al entrevistado la información que necesita para responder la pregunta central que es la relacionada con su disponibilidad de pago. Para conocer la disponibilidad a pagar, se uso el formato de encuesta cuestionario. En este tipo de pregunta la persona se corre el riesgo de sesgo introducido por el precio guía, para disminuir dicho sesgo se adopto ofrecer precios de salida diferentes a distintas partes de la muestra.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

V.1. Análisis descriptivo

El análisis descriptivo se realizó para cada uno de los bloques del formulario de encuesta (información general, percepción ambiental y disponibilidad a pagar).

Género del encuestado

Variable independiente binaria que representa el género del entrevistado, toma el valor de 1 si es mujer y de 0 si es hombre. De las personas entrevistadas 44% fueron mujeres y el 56% fueron hombres.

Figura 8. Género del encuestado.



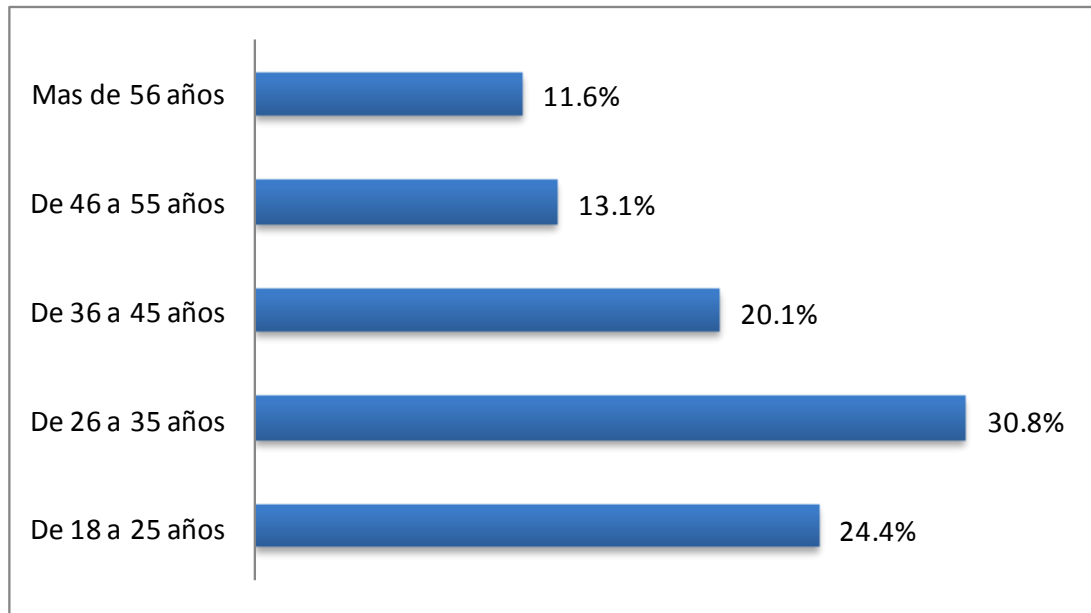
Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Edad del encuestado

La edad promedio de los encuestados es de 36 años. Las edades con mayor presencia fueron del estrato de los 26 a 35 años correspondiente a un 30.8% de la muestra, en segundo término el estrato de 18 a 25 años con representando un 24.4% y en seguida el rango de edad de 36 a 45 años con 13.1% de las

encuestas. Las personas con edades de más de 56 años tomaron un porcentaje de 11.6 %.

Figura 9. Estratos de edades de los entrevistados.

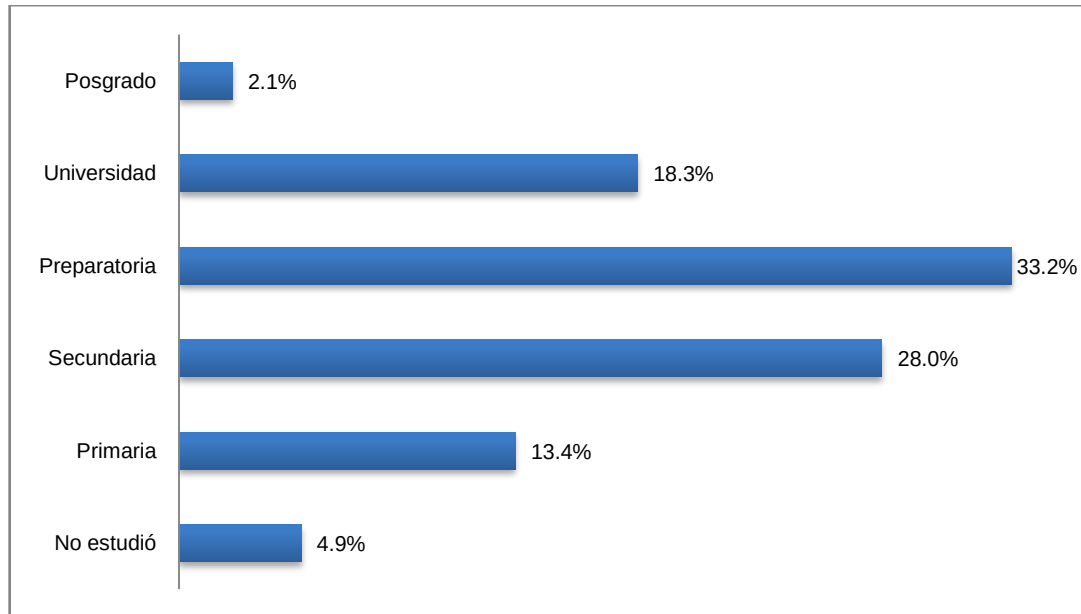


Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Nivel educativo

Las personas de la muestra que no tienen estudios correspondió al 4.9%, el 13.4% declaro tener estudios de primaria, el 28% nivel de secundaria, el 33 % cuenta con estudios de preparatoria, el 18.3 % de universidad y otro 2.1% cumple con estudios de posgrado.

Figura 10. Nivel de escolaridad de la población de la muestra.

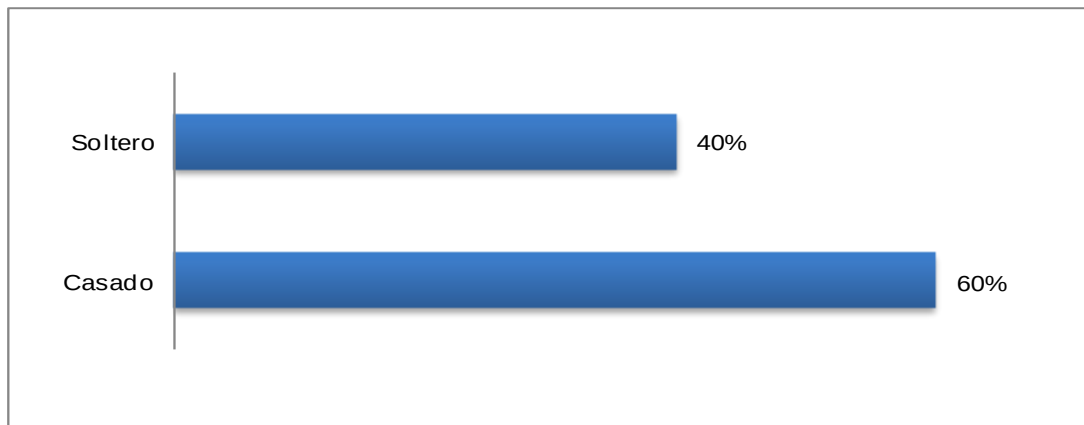


Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Estado civil

Variable independiente binaria que representa el estado civil del entrevistado, 1 si es casado y 0 si es soltero. El 60% de los encuestados son casados.

Figura 11. Estado civil.

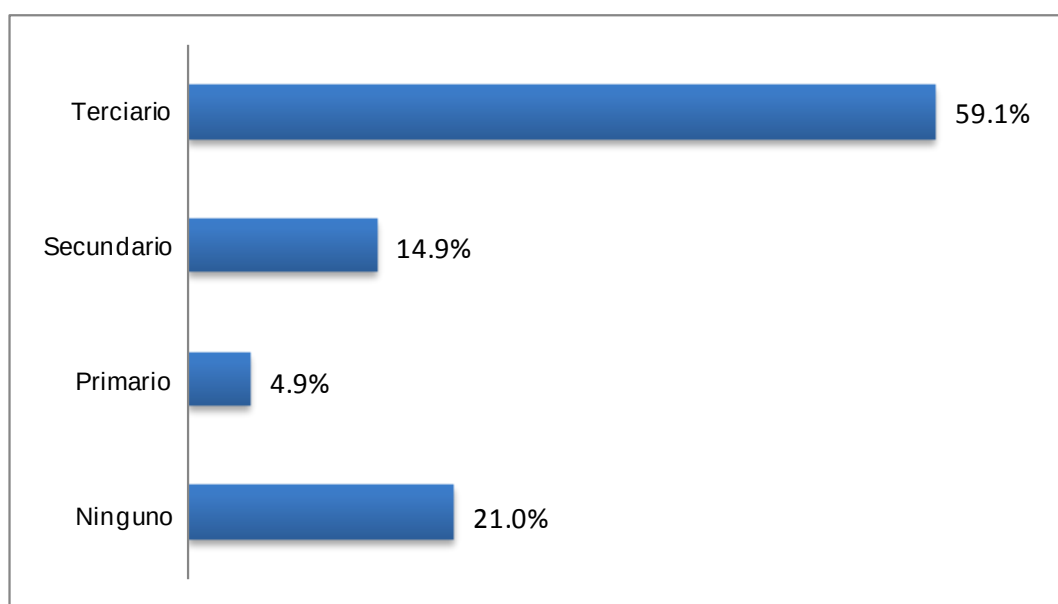


Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Sector económico

La información de las actividades que desarrollan los entrevistados se concretaron en los siguientes porcentajes; el 59.1% pertenecen al sector terciario, 14.9% al sector secundario, 4.9% al sector primario y 21 % no tiene actividad lucrativa.

Figura 12. Sector económico.

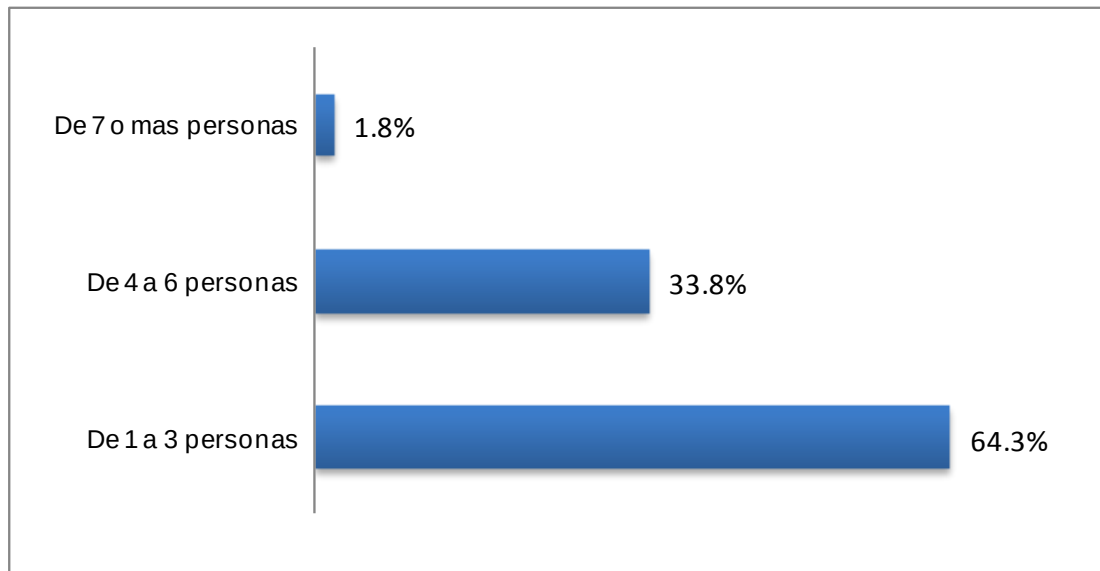


Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Tamaño familia

El 64.3 % de los hogares está integrado entre una y tres personas, el 33.8 % entre cuatro y seis personas y tan solo 1.8% de los hogares tienen más de siete miembros en la familia.

Figura 13. Proporción del tamaño de la familia.

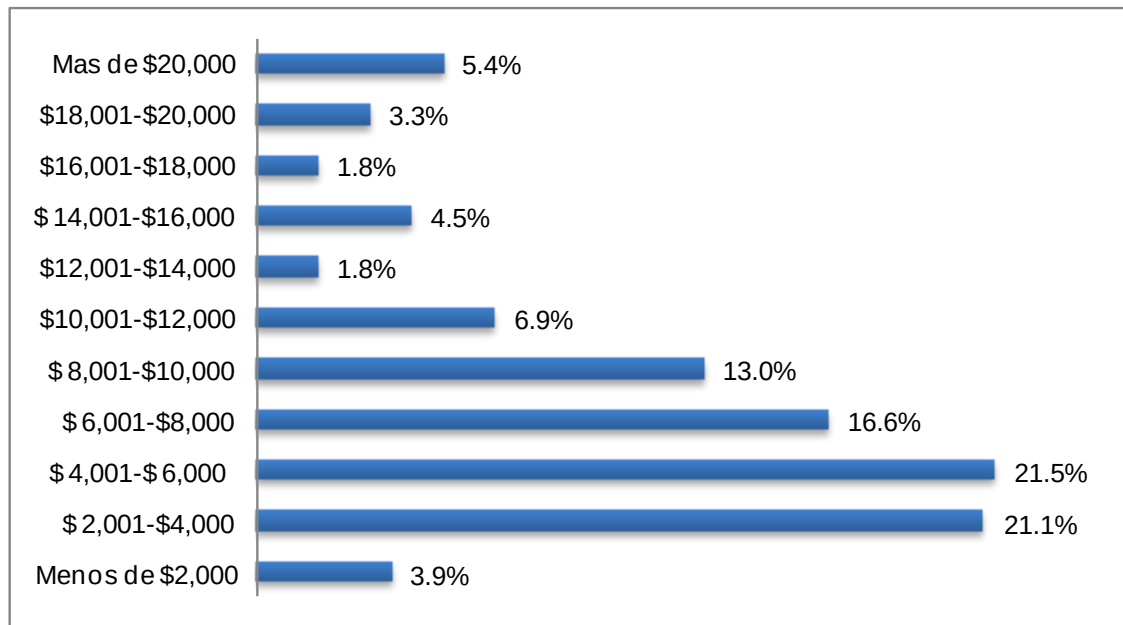


Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Ingreso total

Con respecto a las remuneraciones reportadas de los entrevistados resultaron de \$ 99,120 en promedio anual por cada trabajador, mayor al ingreso estimado promedio anual en el Guanajuato que son de \$77,284.8 (CONASAMI, 2012). El nivel de ingreso mensual total familiar predominante está entre \$4,000 a \$6,000 pesos mensuales. Sin embargo, hubo personas que expusieron tener niveles de ingresos mayores a los \$20,000 al mes.

Figura 14. Estratos de ingresos familiares mensuales reportados.

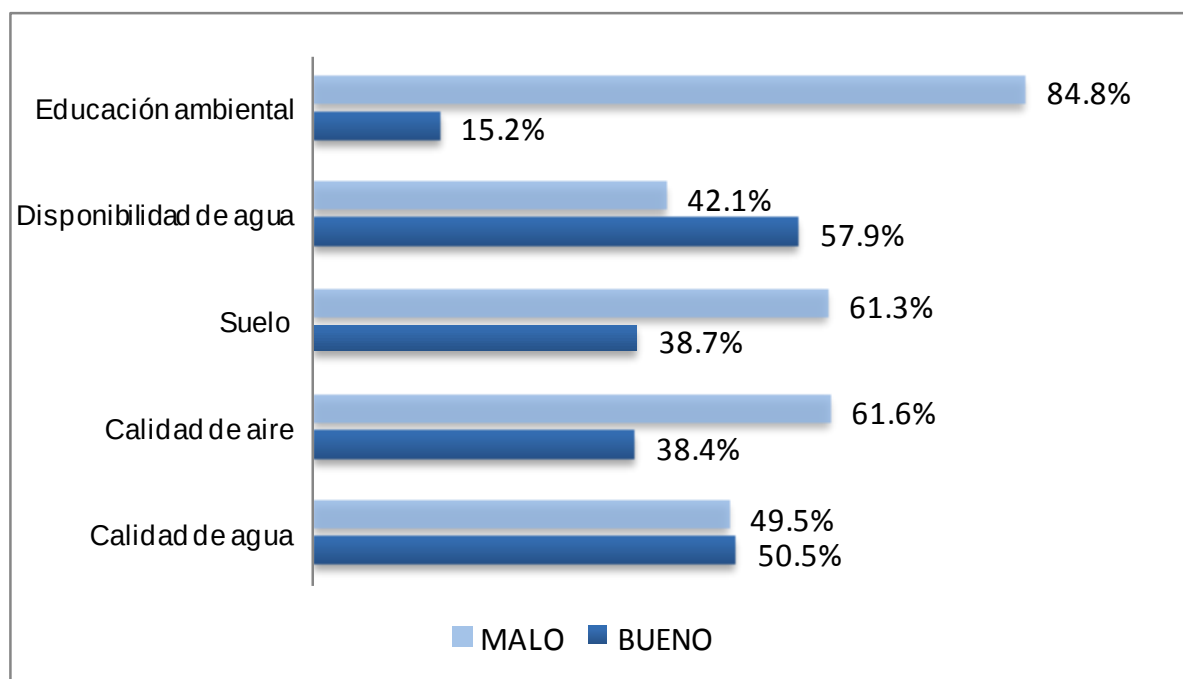


Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Percepción ambiental

Las preguntas enfocadas a la percepción de los servicios ambientales fueron planteadas con el objetivo de saber la responsabilidad ambiental e información que disponen de los encuestados. El 84.8 % opinan que la educación ambiental de las personas es mala y determinante para sensibilizar y concientizar a las personas con el fin de conservar los recursos naturales. El 61.6% expresaron que la calidad del aire es mala, 61.3% declararon que el suelo tiene problemas de contaminación, el 49.5% consideran que la calidad del agua es mala y 42.1% la disponibilidad de agua es mala (ver figura 15).

Figura 15. Percepción ambiental.



Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

Prioridad de los problemas ambientales

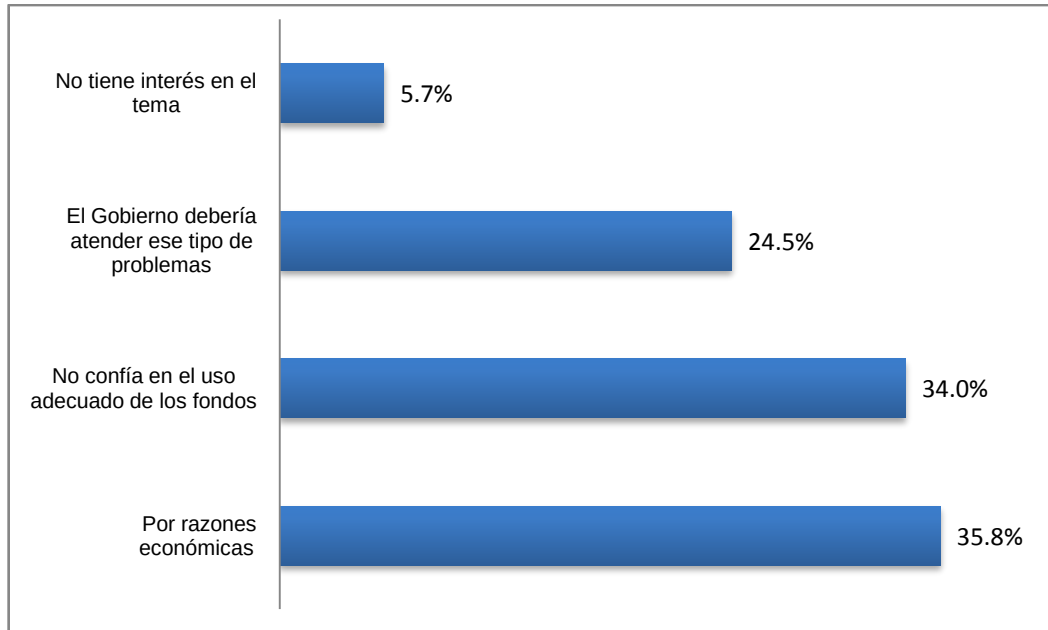
En cuanto a la evaluación de los problemas ambientales, la prioridad que le dan los entrevistados a las acciones para restauración de los servicios ambientales es la siguiente: para el 58.2% es más importante mejoramiento de la calidad del aire, para el 22.3% la calidad y cantidad de agua y para el 19.5% la calidad de suelo.

Se les pregunto si conocían algún programa enfocado al mejoramiento ambiental, 81.7% de las personas desconocen planes para mejorar y regenerar el ambiente.

Para la obtención de la DAP se le introdujo al entrevistado con un escenario sobre la contaminación de aire en la región, dando una breve explicación de las fuentes contaminantes, sus efectos en la salud humana y daños materiales, así como acciones de mitigación. Como resultado de un total de 547 encuestas, el 82.6 % de los entrevistados están dispuestos a pagar, frente a un 17.4 % que declararon no estar dispuestos a pagar por implementación de un programa que corrija la cantidad de contaminantes emitidos a la atmosfera.

Algunas personas encuestadas rechazan dar una respuesta a la pregunta de disposición a pagar o dan cero como valor, cuando en realidad éste es distinto de cero o es positivo y hacen su negación debido a la posición de rechazo de legitimidad del escenario presentado, en este último nos referiremos a respuestas de protesta. Para diferenciar las respuestas cero genuino del de protesta a las personas que declararon no estar dispuestos a pagar por las acciones de remediación de calidad de aire ofrecidas, se les preguntó las razones de su negación obteniendo lo siguiente: 35.8 % declararon tener dificultades económicas como para hacer un gasto adicional, 34 % no confían en el uso adecuado de los recursos, 24.5 % opinan que es responsabilidad del Gobierno efectuar programas ambientales, todas ellas corresponden a contextos de protesta; en contraste con las respuestas de valor de cero real que fueron únicamente el 5.7%, donde los entrevistados simplemente no le dan importancia a la calidad de aire.

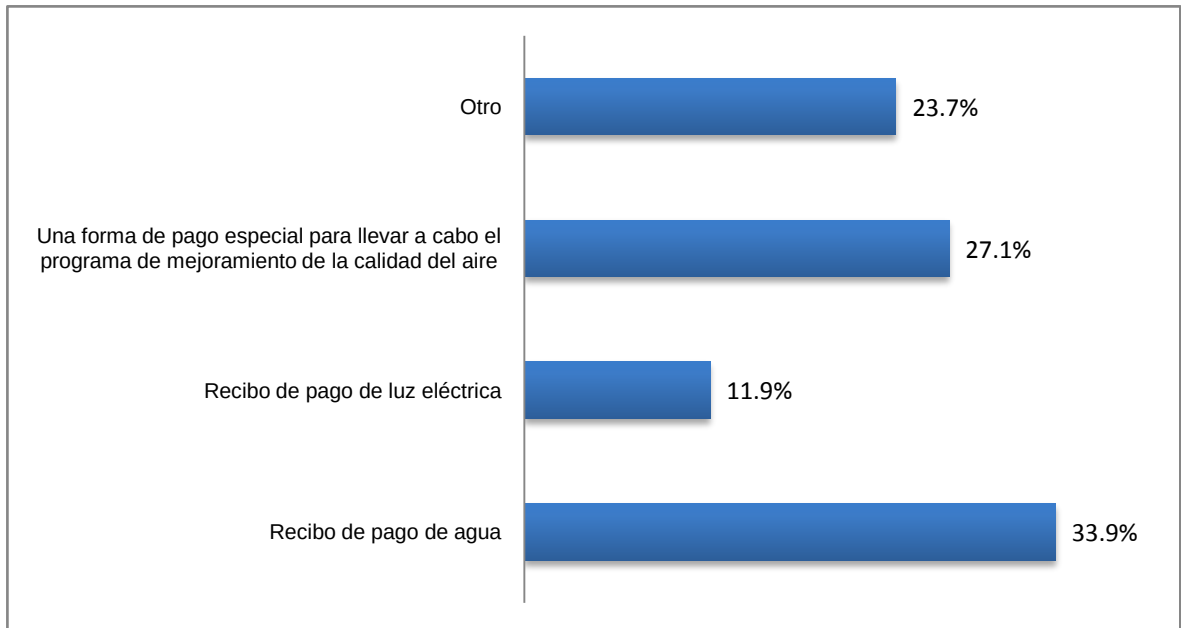
Figura 166. Razones por las que se niega la DAP.



Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

El mecanismo de pago preferente fue mediante el recibo de pago de agua, en segundo término se inclinaron por una forma especial de pago para el programa ambiental y entre “*otros*” quedaron como los mecanismos de pago mediante holograma de verificación vehicular, recibo de pago de predial y contribuyendo en horas de trabajo.

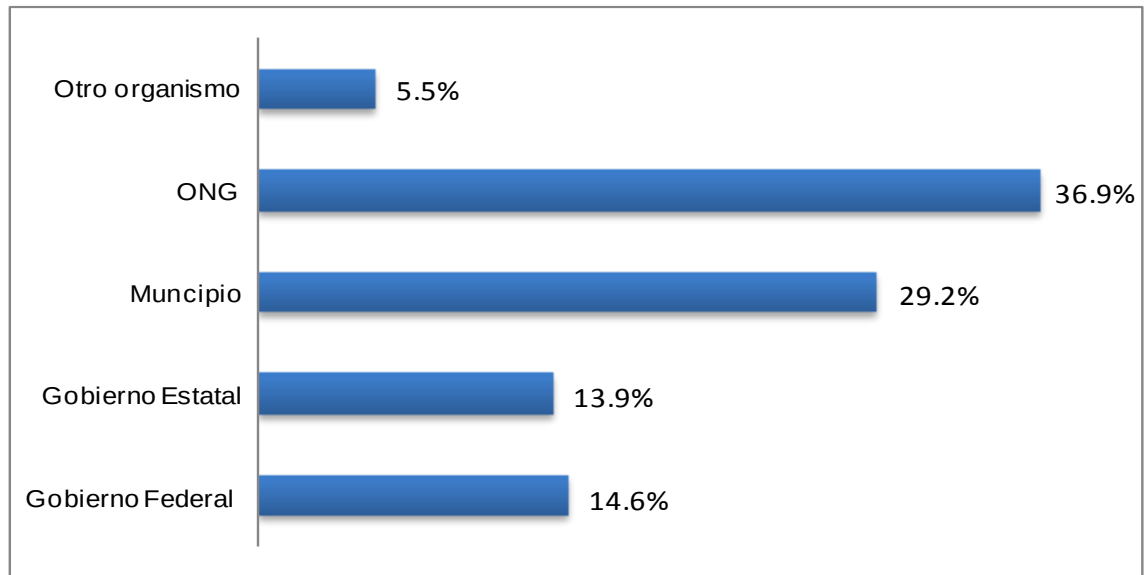
Figura 177. Mecanismo de pago.



Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

De las personas entrevistadas que respondieron afirmativamente, 36.9% se inclinan por alguna organización no gubernamental que se encargue específicamente de dirigir el programa de mejoramiento de calidad de aire, 29.2% opinan que cada municipio debe encargarse del fondo, 14.6 % declararon que el programa debe ser efectuado a nivel Federal y 13.9 % creen que el Gobierno Estatal es quien debe responsabilizarse.

Figura 188. Administración del fondo.



Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas.

V.2. Análisis estadístico

Se realizaron distintas regresiones econométricas utilizando modelos Logit hasta encontrar el mejor modelo que explique la DAP.

Para la elección de las mejores regresiones se deben cumplir los criterios económicos y econométricos siguientes (Tudela, 2010 y Ardila, 1993);

- a. Modelo que mejor se ajuste estadísticamente a partir del estadístico Pseudo R^2 .
- b. Que haya significancia global del modelo a partir del estadístico razón de verosimilitud.

- c. Que los coeficientes de las variables independientes sean significativas a un cierto nivel aceptable de confiabilidad (contrastes de pruebas de t).
- d. Que los coeficientes de las variables tengan los signos esperados, es decir, que los signos de los coeficientes estimados para las variables independientes reflejen una relación lógica con la variable dependiente.

Según el porcentaje de predicción, el modelo estima el 84.1% de observaciones correctamente, lo cual parece un buen indicador de la capacidad de predicción del modelo.

Para explicar el ajuste global del modelo se usa el estadístico Pseudo R^2 de McFadden, el cual se calcula de la siguiente manera (Greene, citado por Valdivia, *et al.*, 2009).

$$PseudoR^2 = 1 - \frac{LnL}{LnL_0}$$

Donde: LnL es la función de verosimilitud logarítmica y LnL_0 la misma función para un modelo sin restringir, la cual se calcula mediante la expresión:

$$LnL_0 = n[P \ln P + (1 - P) \ln(1 - P)]$$

Donde : P es la proporción de respuestas contestadas afirmativamente en la encuesta respecto a la pregunta de la disponibilidad a pagar y n el tamaño de la muestra. El rango del Pseudo R^2 está entre cero y uno, al acercarse a cero, la calidad del ajuste disminuye y cuando se aproxima a uno aumenta.

La bondad del ajuste resulta aceptable (Pseudo $R^2=0.162$), es decir, el ajuste del modelo es satisfactorio, no existe un acuerdo de cual sería un buen ajuste del modelo, sin embargo, un ajuste por arriba de 0.1 es satisfactorio (Bateman *et al.*, 2002).

Respecto a la prueba de especificación o significancia conjunta, esta es explicada en términos del estadístico de la Relación de Verosimilitud (LR), este estadístico se calcula de la siguiente forma:

$$LR = -2[LnL_r - LnL]$$

Donde, LnL_r es la función de verosimilitud logarítmica evaluada en el estimador restringido y LnL es la función de verosimilitud logarítmica no restringida. El estadístico LR es análogo a la prueba F de un modelo convencional y se contrasta con los valores críticos de una distribución ji-Cuadrada, si el valor obtenido excede el valor crítico, la hipótesis nula es rechazada. La hipótesis nula plantea que todos los coeficientes estimados son igual a cero.

Citando el valor crítico de una ji-cuadrada al 5% de significancia con siete grados de libertad es de 14.06 y el valor del estadístico LR es de 49.31, por lo tanto, la significancia global del modelo es aceptable y se rechaza la hipótesis nula de que los parámetros estimados conjuntamente sean igual a cero (ver cuadro 7).

A nivel individual se observa que las variables ingreso total familiar (INT), percepción ambiental (PA) y precio hipotético a pagar (PE) son

significativamente diferentes de cero a un nivel de confianza del cinco por ciento, la variable tamaño de la familia (TF) es significativa a un nivel de confianza del diez por ciento.

Las variables edad (ED), escolaridad (ESC) y género (GEN) estadísticamente no mostraron nivel de significancia, pero se incluyen en el modelo por tener el signo apropiado, este argumento es basado en el criterio de la Cuchilla de Occam o Principio de Parsimonia, que establece para que un modelo no pierda consistencia, cuando el coeficiente analizado corresponda a una variable relevante para el modelo, bastará con que cumpla con la expectativa de signo, soslayando así el requisito de la significancia estadística (Ramírez, 2004)

El coeficiente de la variable edad (ED), es negativo lo que implica que a mayor edad de las personas la probabilidad de contestar afirmativamente a la pregunta de disponibilidad a pagar es menor.

La variable genero (1=mujer, 0= hombre) tiene signo negativo, lo que indica que las mujeres tienen menor disposición a pagar que los hombres.

El signo del coeficiente de la variable nivel de escolaridades positivo, es decir, que tener un nivel de educación cada vez mayor, aumenta la probabilidad de responder positivamente a la pregunta de disponibilidad a pagar.

El signo de la variable percepción ambiental es positivo, las personas que aprecian el medio ambiente, que conocen los problemas ambientales y que tienen conciencia ambiental tienen mayor probabilidad de responder

positivamente a la disponibilidad de pago por un programa de mejora de calidad de aire.

La variable tamaño de la familia tiene signo negativo lo que implica que entre mayores personas haya en un hogar la disponibilidad de pago del representante de familia es menor.

La variable ingreso familiar tiene un signo positivo, e indica que a mayor percepción de ingreso la probabilidad de respuesta afirmativa de la pregunta disponibilidad a pagar por un programa de mejoramiento de calidad de aire es positiva.

Finalmente, si el precio a pagar por el programa propuesto es cada vez mayor, la disposición a pagar por el entrevistado es menor.

Cuadro 6. Resultados de modelo logit.

Variable	Coeficiente	Nivel de significancia
Constante	0.57353674	0.607
ED	-0.01231404	-1.012
GEN	-0.34616799	-1.049
ESC	0.23506756	1.367
TF	-0.19311071	-1.891
INT	0.00019897	4.081
PA	0.81262521	2.531
PE	-0.01069438	-2.249
Logaritmo de verosimilitud		-126.8242
Logaritmo de verosimilitud restringida		-151.4803
Pseudo R-squared		0.1627678
Porcentaje de Predicción		84.1%
LR (Razón de verosimilitud)		49.31223

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de N-logit.

Análisis de los efectos marginales

Para cada variable se obtienen los efectos para las observaciones medias.

Cuadro 7. Resultados de los efectos marginales y elasticidades.

Variable	Coeficiente marginal	Elasticidades
Constante	0.06135037 (0.605)	
ED	-0.00131721 (-1.007)	-0.05471473
GEN	-0.03771815 (-1.029)	-0.01872499
ESC	0.02514483 (1.370)	0.10152280
TF	-0.02065677 (-1.907)	-0.04718711
INT	0.0000212832 (4.688)	0.20020047
PA	0.09555123 (2.330)	0.06999289
PE	-0.00114396 (-2.240)	-0.07435308

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de N-logit.

Según los resultados de los efectos marginales, a medida que aumenta en una unidad el nivel de ingreso familiar (INT) la probabilidad de una respuesta afirmativa a la DAP aumenta en 0.000021.

Si hay un incremento en la edad y tamaño de la familia, la probabilidad de que los entrevistados estén dispuestos a pagar disminuye en 0.001 y 0.02 respectivamente.

Si la persona entrevistada es mujer la probabilidad de estar dispuesto a pagar disminuye en 0.030.

Cuando las personas están consientes de la problemática ambiental del aire la probabilidad de estar dispuestos a pagar aumenta en 0.095.

Por el aumento en el nivel de escolaridad del encuestado, la probabilidad de disposición a pagar aumenta en 0.025.

En cuanto el precio ofrecido, entre más sea la cantidad postulada la probabilidad de que estén dispuestos a pagar disminuye en 0.0011.

Análisis de la DAP

Validado el modelo econométrico se estimó la DAP usando nuevamente el software N-logit, básicamente la DAP se estima sumando los coeficientes de las variables independientes multiplicados por su valor, se divide el total por el coeficiente de la variable precio con signo negativo.

$$DAP_i = \frac{(0.573 - 0.012ED - 0.346GEN + 0.235ESC - 0.193TF + 0.00019INT + 0.81PA)}{.0106}$$

$$i = 1, 2, \dots, 547$$

Resultados de la DAP con el modelo clásico

Cuadro 8. Resultados de la DAP

Variable	Media	Desviación estandar	Mínimo	Máximo
DAP	241.798	118.819	-114.855	566.055

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de N-logit.

Como resultados el valor de la DAP media fue \$241.79, un valor mínimo de\$ - 114.855 y un valor máximo de \$566.055. Los valores de la DAP no son

consistentes y en algunos casos negativos, así que para encontrar solo valores positivos para la DAP se consideran las observaciones de Haab y McConnell (2002) quienes sugieren truncar la variable precio entre cero y un límite máximo, como se indica a continuación:

$$DAP_i = \frac{Pmax}{1 + \exp\left(-\frac{x_i}{\beta}\right)}$$

Para la estimación del modelo logit binomial con precio restringido, se crea una nueva variable de precio restringido (PER), que se presenta de la siguiente forma:

$$PER1_i = \frac{Pmax - PE_i}{PE_i}$$

Para este estudio se consideró una tarifa máxima de \$250 obtenido como el valor máximo con mayores repeticiones en la encuesta piloto.

Resultados de la DAP con el modelo restringido

De acuerdo a los resultados del modelo logit restringido, el modelo predice correctamente 82.9 % de observaciones correctamente, hay un buen ajuste global del modelo (pseudo $R^2=0.2054$), la significancia global en términos del estadístico LR es admisible y los signos de los coeficientes de las variables son consistentes con los esperados (ver cuadro 10).

Cuadro 9. Resultados de la regresión del modelo Logit restringido

Variable	Coeficiente	Nivel de significancia
Constante	-1.01496702	-1.036
ED	-.01354759	-1.071
GEN	-.44966086	-1.312
ESC	.24523033	1.418
TF	-.19970670	-1.865
INT	.00020810	4.227
PA	.82230849	2.482
PER	.42478614	3.864
Logaritmo de verosimilitud		-120.3575
Logaritmo de verosimilitud restringida		-151.4803
Pseudo R-squared		.2054579
Porcentaje de Predicción		82.9 %
LR (Razón de verosimilitud)		62.24568

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de N-logit.

Se estima nuevamente el modelo logit utilizando la variable precio restringido (PER) en lugar del precio (PE), según la siguiente fórmula:

$$DAP_i = \frac{250}{[1 + \exp\{-(-1.014 - .013ED - 0.449GEN + 0.245ESC - 0.199TF + 0.00020INT + 0.822PA + 0.424 PER1i)\}]}$$

$$i = 1,2,3,\dots,547$$

La media de la DAP es de \$125.5, los valores están entre mínimo \$33.4 y máximo \$249.647, en este último ejercicio desaparecieron los valores negativos.

Cuadro 10. Resultados de la DAP restringida

Variable	Media	Desviación estandar	Mínimo	Máximo
DAPR	125.496	19.1839	33.4130	249.647

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de N-logit.

El valor de la media de la DAP resultante del modelo restringido es usado como una medida de bienestar, es decir, \$125.5 por familia semestrales representan el valor en términos monetarios que cada hogar del Corredor Industrial del Bajío le otorga al beneficio de mejorar la calidad del aire. Si se contemplan todos los hogares, el beneficio económico de la valoración asciende a \$ 166,451,905 anuales. Este valor se obtuvo mediante el cálculo de la DAP media por el número de hogares de las ciudades que integran el corredor industrial del Bajío en Guanajuato.

Cuadro 11. Agregaciones de la DAP

Ciudad	Número de hogares	DAP media (\$)	Beneficios totales (\$)
Salamanca	63,592	251	15,961,592
Celaya	114,842	251	28,825,342
Irapuato	121,028	251	30,378,028
León	327,174	251	82,120,674
Silao	36,519	251	9,166,269
Total	663,155	251	166,451,905

Fuente: Elaboración propia con datos de N-logit e INEGI (2010).

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

Estimar los beneficios monetarios asociados con algún mejoramiento en la calidad de aire es complejo y problemático, así como determinar el costo por contaminar. Esto se debe a que el aire posee las características de un bien público, a que la población percibe pocos de los efectos de manera inmediata y los vincula con la mala calidad del aire y por la diversidad de fuentes de contaminación y sus diferentes efectos.

De los efectos relacionados con la contaminación atmosférica, se le ha dado mayor atención e importancia con investigaciones a los que infieren directamente en la salud de la población.

Por otro lado, se han propuesto y aplicado métodos diferentes para valorar el mejoramiento de calidad de aire, cada uno ofrece ventajas y desventajas sin embargo el que mejor alternativa provee es el método de valoración contingente para esta investigación. Con este método de valoración se ha podido estimar los beneficios económicos de un mejoramiento en la calidad del aire para los hogares del corredor industrial del Bajío y que ascienden a \$ 166, 451,905 anuales.

En el estudio se obtuvo que 17.4% de los encuestados no están dispuestos a pagar por acciones de mitigación de la contaminación de aire, de ese porcentaje se determinó que únicamente el 5.7 % declaró no tener interés absoluto en pagar y el resto fueron respuestas de protesta. En las respuestas de protesta hay disconformidad y desconfianza por parte de los entrevistados

sobre la capacidad del gobierno y las instituciones en la administración de los recursos y por razones económicas, en estos casos no es que la persona no valore el cambio, si no que no está de acuerdo con el planteamiento.

La disposición a pagar por mejorar el servicio calidad de aire está determinada por el ingreso, percepción ambiental y el precio hipotético a pagar. Se encontró que la disposición a pagar es mayor cuando el ingreso del hogar se incrementa, es decir hay una relación positiva, si la población tiene mayor conciencia y conocimiento de los problemas ambientales la probabilidad de estar dispuesto a pagar es mayor, y a manera que el precio propuesto a pagar aumenta la probabilidad de estar dispuestos a pagar disminuye, hay una relación inversa.

En el estudio se obtuvo la preferencia de las personas por acciones a mejorar los servicios de calidad de aire, calidad y cantidad de agua, así como, calidad de suelo. La preferencia más alta la obtuvieron las acciones encaminadas a combatir la contaminación de aire (58.2% de los entrevistados).

CAPITULO VII.RECOMENDACIONES

La paulatina integración de la industrial en el área del Bajío exige la elaboración de estudios ambientales (suelo, agua, aire, etc.), de manera que vaya en conjunto con un desarrollo sostenible.

Es conveniente que se realice un estudio complementario donde se determinen los beneficios atribuibles a la disminución de la contaminación del aire para cada sector económico en el Corredor Industrial del Bajío (industrial, servicios, gobierno). Aunque el sector transporte es el que mayor colabora con emisiones de contaminantes a la atmosfera, el desarrollo industrial está en constante crecimiento, demandando bienes y servicios económicos. De esa forma se podría diagnosticar una tasa tributaria proveniente de cada sector económico para fortalecer proyectos y medidas ambientales contempladas en el programa PROAIRE o algún otro fondo ambiental y contrarrestar el deterioro de los servicios y recursos naturales de la región.

En los municipios se deben de implementar más programas y proyectos de educación e impacto ambiental, así como publicitarlos, según los resultados de este estudio el 81.7% de los entrevistados declararon no tener conocimiento de acciones o algún proyecto ambiental.

Finalmente, es recomendable que las personas que aplican encuestas de valoración ambiental tengan conocimientos teóricos sobre el tema para facilitar la adquisición de información y evitar sesgos.

LITERATURA CITADA

- Ardila, S. 1993. Guía para la utilización de modelos econométricos en aplicaciones del método de valoración contingente. Documento de trabajo ENP 101. Banco Interamericano de Desarrollo. Sub departamento de sectores productivos y medio ambiente. División de protección del medio ambiente, 15p
- Arriaga N, R.; Leyva R, E.; Estrada L, J. L. 2005. Perfil y estructura industrial de Guanajuato y Querétaro: un análisis de la producción, el empleo y los salarios. *Análisis Económico*(México). Núm. 44: 135-189. Vol. 20.
- Azqueta O, D. 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. McGraw-Hill. España. 299 paginas
- Bateman, I. J.; Carson, R. and Hanemann, M. 2002. *Economic valuation with stated preferences techniques: a manual*. Edward Elgar Publishing(United Kingdom). 458 p.
- Braga A, L. F.; Pereira L, A. A.; Miraglia S, E.; Conceição G, M. S.; Saldiva P, H. N. and Böhm G, M. 2002. The Impact of Proconve on Air Pollution Health Effects in São Paulo: 1991-1994 and 1997-2000. Sao Paulo, Brazil, Laboratory of Experimental Air Pollution, Department of Pathology, University of São Paulo Faculty of Medicine.
- Barzev, R. 2002. Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. *Corredor Biológico Mesoamericano*. Managua, Nicaragua. 149p. (Serie 04).
- Bishop, R. C.; Heberlein, T. A. & Kealy, M. 1983. Hypothetical bias in contingent valuation: results from a simulated market. *Natural Resources Journal* (United kingdom). Núm. 3. vol. 23: 619-633
- Cerda, A.; Rojas J. y García, L. 2007. Disposición a pagar por el mejoramiento de la calidad ambiental en Gran Santiago, Chile. Universidad de Antioquia- *Lecturas de Economía*. 18 p.
- Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI). 2012. Informe de la Dirección Técnica.
- Comisión de Vivienda del Estado de Guanajuato (COVEG). 2010. Sistema de vivienda de Guanajuato. In: Peña M, A; Dorsey D, E. H. y Figueroa, C. E. (comps.) Guanajuato, Guanajuato. 201p.
- Conte G, M. 2001. Una primera aproximación a la valuación hedónica de la contaminación en Buenos Aires. *CEMA Working Papers* (Argentina). Universidad del CEMA. Serie Documentos de Trabajo 207. 21 p.

- Domencich, T. and Mcfadden, D. 1975. Urban travel demand: A behavioural approach. North-Holland. Amsterdam, Netherlands. 213 p.
- Economics for the Environment Consultancy Ltd (EFTEC). 2006. Valuing Our Natural Environment, Final Report NR0103. For Department for Environment, Food and Rural Affairs. United Kingdom. 64 pp.
- Greene, W. H. 2003. Econometric analysis. 5th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey, USA. 1026 p.
- Gómez Aguilar José Roberto, 1977, Introducción al Muestreo, Colegio de Postgraduados, ENA. Chaping México
- Guanajuato Puerto Interior S.A. de C.V. 2012. Ventajas, ubicación y gateways. Gobierno del Estado de Guanajuato.
- Haab, T. C. and McConnell, K. E. 2002. Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-Market Valuation. Edward Elgar Publishing. Massachusetts, USA. 352p.
- Hanneman, W.M. 1984. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. American Journal of Agricultural Economics (USA). Vol. 66:332-341.
- Hanley N, F.; Shogren, J. and White, B. 1997. Environmental Economics in theory and practice. Oxford University Press. New York, USA. 357 p.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). 2004. Programa para mejorar la calidad del aire en Salamanca (PROAIRE).
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). 2006. Programa de Mejoramiento y Calidad Ambiental de Salamanca (PROAIRE).
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). 2007. Programa de Mejoramiento y Calidad Ambiental de Salamanca (PROAIRE).
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). 2008. Programa de Mejoramiento y Calidad Ambiental en León 2008-2012 (PROAIRE).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Censo de Población y Vivienda 2010.
- Karimzadegan, H.; Rahmatian, M.; Farhud, D. and Yunesian, M. 2008. Economic Valuation of Air Pollution Health Impacts in the Tehran Area, Iran. Iranian Journal Public Health (Iran). Vol. 37: 20-30.
- Kazmier, L. y Díaz M, A. 1990. Estadística aplicada a la administración y economía. Editorial McGraw-hill. México. 441 p.
- Labandeira, X.; León, C. y Vázquez, M. X. 2007. Economía Ambiental. Pearson educación, S.A. Madrid, España. 376 p.

- Leal, J. 1996. Valoración económica de las funciones del medio ambiente: apuntes metodológicos. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Chile. 52p.
- Mendieta J, C. 2000. Economía Ambiental. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 303 p.
- Miranda, J. J. 2005. Impacto económico en la salud por contaminación del aire en Lima Metropolitana. Economía y Sociedad (Perú). Vol. 66: 37-43.
- Muller, R. A. y Diener, A. A. 1997. Economic Valuation of Air Quality in the Regional Municipality of Hamilton-Wentworth. Dept. of Economics, McMaster University Hamilton. Ontario, Canada. 30 p
- Organización Mundial de la Salud. (OMS). 2005. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.
- Osnaya R, P. 2003. Co-beneficios de los controles sobre la contaminación del aire local y global de la Ciudad de México. In: Adrián Fernández B, A. y Martínez J. (coords.) Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002. Núm. 1. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. p. 141-156.
- Osorio M, J.D. ; Correa R, F.J. 2009. Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente. Semestre económico (Colombia). Vol. 12, Núm. 25: 11-30
- Ramírez, M. A. 2004. Disponibilidad a pagar: conjunto recreativo cultural San Jacinto. Maestría en economía del medio ambiente y recursos naturales. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
- Riera, P. 1994. Manual de Valoración Contingente. Ministerio de Economía y Hacienda. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid, España. 112p.
- Rivera, C. 2002. Valoración Económica del Servicio Ambiental Recreación en Bahía de los Ángeles, Baja California. Tesis Maestría. El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, México. 130 p.
- Rondón, A. 2005. Caracterización de las emisiones atmosféricas desde fuentes fijas. Prolysc.a. Venezuela
- Sanjurjo R, E. 2001. Valoración económica de servicios ambientales prestados por ecosistemas: humedales en México. Instituto Nacional de Ecología (INE)- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 45 p.
- Tietenberg, T. H. 2005. Environmental Economics and Policy. 5th Edition. Addison-Wesley. Boston, Massachusetts, USA. 560 p.

- Tudela M, J.W. 2010. Valoración económica y diseño de políticas para la gestión de áreas naturales protegidas. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Wang, H. and Whittington, D. 2000. Willingness to Pay for Air Quality Improvement in Sofia, Bulgaria. Policy Research Working Paper 2280. Development Research Group, World Bank, University of North Carolina at Chapel Hill. USA. 27 p.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN); Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF). (1991). *Cuidar la tierra: Estrategia para el futuro de la vida*. Gland, Suiza: Autor. 236 p.
- Valdivia A, R.; Cuevas A, C.M.; Sandoval V, M. y Romo L, J. L. 2009. Estimación econométrica de la disponibilidad a pagar por los consumidores de servicios recreativos turísticos. *Terra Latinoamericana* (México). Vol. 27:227-235.

ANEXOS

Anexo1.Regresión del modelo tradicional de la DAP

Initializing NLOGIT Version 4.0.1 (January 1, 2007).

--> READ;FILE="D:\Documentos Patricia\VALORACION AIRE\AIRE N-LOGIT 2\aire 141...

-->DSTAT;Rhs=ED,GEN,ESC,TF,INT,PA,PSI,PE\$

Descriptive Statistics

All results based on nonmissing observations.

Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Cases Missing
All observations in current sample					
ED	36.4787	14.1083	17.0000	80.0000	547 0
GEN	4.435976	.496642	.000000	1.00000	547 0
ESC	3.54573	1.13778	1.00000	6.00000	547 0
TF	2.00610	1.57580	.000000	7.00000	547 0
INT	8260.73	5041.33	800.000	25000.0	547 0
PA	.643293	.479759	.000000	1.00000	547 0
PSI	.826220	.379500	.000000	1.00000	547 0
PE	57.0793	34.5993	25.0000	250.000	547 0

-->LOGIT;Lhs=PSI;Rhs=ONE,ED,GEN,ESC,TF,INT,PA,PE;Margin\$

Normal exit from iterations. Exit status=0.

```

+-----+
| Binary Logit Model for Binary Choice |
| Maximum Likelihood Estimates |
| Model estimated: Jun 15, 2013 at 03:01:16PM. |
| Dependent variable PSI |
| Weighting variable None |
| Number of observations 547 |
| Iterations completed 6 |
| Log likelihood function -126.8242 |
| Number of parameters 8 |
| Info. Criterion: AIC = .82210 |
| Finite Sample: AIC = .82348 |
| Info. Criterion: BIC = .91461 |
| Info. Criterion:HQIC = .85901 |
| Restricted log likelihood -151.4803 |
| McFadden Pseudo R-squared .1627678 |
| Chi squared 49.31223 |
| Degrees of freedom 7 |
| Prob[ChiSq> value] = .0000000 |
| Hosmer-Lemeshow chi-squared = 4.19748 |
| P-value= .75677 with deg.fr. = 7 |
+-----+

```

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[Z >z]	Mean of X
Characteristics in numerator of Prob[Y = 1]					
Constant	.57353674	.94428670	.607	.5436	
ED	-.01231404	.01216933	-1.012	.3116	36.4786585

GEN		-.34616799	.33004531	-1.049	.2942	.43597561
ESC		.23506756	.17198062	1.367	.1717	3.54573171
TF		-.19311071	.10213897	-1.891	.0587	2.00609756
INT		.00019897	.487533D-04	4.081	.0000	8260.73171
PA		.81262521	.32111591	2.531	.0114	.64329268
PE		-.01069438	.00475618	-2.249	.0245	57.0792683

```

+-----+
| Information Statistics for Discrete Choice Model. |
| M=Model MC=Constants Only M0=No Model |
| Criterion F (log L) -126.82422 -151.48034 -227.35228 |
| LR Statistic vs. MC 49.31223 .00000 .00000 |
| Degrees of Freedom 7.00000 .00000 .00000 |
| Prob. Value for LR .00000 .00000 .00000 |
| Entropy for probs. 126.82422 151.48034 227.35228 |
| Normalized Entropy .55783 .66628 1.00000 |
| Entropy Ratio Stat. 201.05610 151.74387 .00000 |
| Bayes Info Criterion .89695 1.04729 1.50993 |
| BIC(no model) - BIC .61298 .46263 .00000 |
| Pseudo R-squared .16277 .00000 .00000 |
| Pct. Correct Pred. 84.14634 .00000 50.00000 |
| Means: y=0 y=1 y=2 y=3 y=4 y=5 y=6 y>=7 |
| Outcome .1738 .8262 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 |
| Pred.Pr .1738 .8262 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 |
| Notes: Entropy computed as Sum(i)Sum(j)Pfit(i,j)*logPfit(i,j). |
| Normalized entropy is computed against M0. |
| Entropy ratio statistic is computed against M0. |
| BIC = 2*criterion - log(N)*degrees of freedom. |
| If the model has only constants or if it has no constants, |
| the statistics reported here are not useable. |
+-----+

```

```

+-----+
| Partial derivatives of probabilities with |
| respect to the vector of characteristics. |
| They are computed at the means of the Xs. |
| Observations used are All Obs. |
+-----+

```

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[Z >z]	Elasticity
-----+Marginal effect for variable in probability					
Constant	.06135037	.10147228	.605	.5454	
ED	-.00131721	.00130846	-1.007	.3141	-.05471473
-----+Marginal effect for dummy variable is P 1 - P 0.					
GEN	-.03771815	.03663742	-1.029	.3032	-.01872499
ESC	.02514483	.01835248	1.370	.1707	.10152280
TF	-.02065677	.01083327	-1.907	.0565	-.04718711
INT	.0000212832	.454022D-05	4.688	.0000	.20020047
-----+Marginal effect for dummy variable is P 1 - P 0.					
PA	.09555123	.04101199	2.330	.0198	.06999289
PE	-.00114396	.00051068	-2.240	.0251	-.07435308

```

+-----+
| Marginal Effects for|
+-----+
| Variable | All Obs. |

```

ONE	.06135
ED	-.00132
GEN	-.03772
ESC	.02514
TF	-.02066
INT	.00002
PA	.09555
PE	-.00114

Fit Measures for Binomial Choice Model	
Logit model for variable PSI	
Proportions P0=	.173780
P1=	.826220
N =	547
N0=	95
N1=	452
LogL=	-126.824
LogL0=	-151.480
Estrella = 1-(L/L0)^(-2L0/n)	.15134
Efron	.15636
McFadden	.16277
Ben./Lerman	.75788
Cramer	.15686
Veall/Zim.	.27219
Rsqr ML	.13959
Information Akaike I.C.	.82210
Schwarz I.C. Criteria	.91461

Predictions for Binary Choice Model. Predicted value is 1 when probability is greater than .500000, 0 otherwise.			
Note, column or row total percentages may not sum to 100% because of rounding. Percentages are of full sample.			
Actual Value	Predicted Value		Total Actual
	0	1	
0	15 (2.7%)	80 (14.6%)	95 (17.4%)
1	7 (1.2%)	445 (81.4%)	452 (82.6%)
Total	22 (4.0%)	525 (96.0%)	547 (100.0%)

Analysis of Binary Choice Model Predictions Based on Threshold = .5000

Prediction Success

Sensitivity = actual 1s correctly predicted	98.524%
Specificity = actual 0s correctly predicted	15.789%
Positive predictive value = predicted 1s that were actual 1s	84.762%
Negative predictive value = predicted 0s that were actual 0s	69.231%
Correct prediction = actual 1s and 0s correctly predicted	84.146%

Prediction Failure

False pos. for true neg. = actual 0s predicted as 1s	84.211%
False neg. for true pos. = actual 1s predicted as 0s	1.476%

```
False pos. for predicted pos. = predicted 1s actual 0s      15.238%
False neg. for predicted neg. = predicted 0s actual 1s      30.769%
False predictions = actual 1s and 0s incorrectly predicted    15.854%
=====
```

Anexo 2. Regresión del modelo restringido de la DAP.

```
-->LOGIT;Lhs=PSI;Rhs=ONE,ED,GEN,ESC,TF,INT,PA,PER;Margin$
```

```
Normal exit from iterations. Exit status=0.
```

```
+-----+
| Binary Logit Model for Binary Choice |
| Maximum Likelihood Estimates |
| Model estimated: Jun 15, 2013 at 03:03:44PM. |
| Dependent variable          PSI |
| Weighting variable          None |
| Number of observations      547 |
| Iterations completed        6 |
| Log likelihood function     -120.3575 |
| Number of parameters        8 |
| Info. Criterion: AIC =      .78267 |
|   Finite Sample: AIC =      .78404 |
| Info. Criterion: BIC =      .87518 |
| Info. Criterion:HQIC =      .81958 |
| Restricted log likelihood    -151.4803 |
| McFadden Pseudo R-squared   .2054579 |
| Chi squared                 62.24568 |
| Degrees of freedom          7 |
| Prob[ChiSqd> value] =       .0000000 |
| Hosmer-Lemeshow chi-squared = 34.08702 |
| P-value= .00002 with deg.fr. = 7 |
+-----+
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable| Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z]| Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+Characteristics in numerator of Prob[Y = 1]
Constant|  -1.01496702 | .97940401 | -1.036 | .3001 |
ED      |  -.01354759 | .01265353 | -1.071 | .2843 | 36.4786585
GEN     |  -.44966086 | .34270068 | -1.312 | .1895 | .43597561
ESC     |   .24523033 | .17291557 |  1.418 | .1561 | 3.54573171
TF      |  -.19970670 | .10706199 | -1.865 | .0621 | 2.00609756
INT     |   .00020810 | .492274D-04 |  4.227 | .0000 | 8260.73171
PA      |   .82230849 | .33131035 |  2.482 | .0131 | .64329268
PER     |   .42478614 | .10993728 |  3.864 | .0001 | 2.49236370
```

```
+-----+
| Information Statistics for Discrete Choice Model. |
| M=Model MC=Constants Only M0=No Model |
| Criterion F (log L) -120.35750 -151.48034 -227.35228 |
| LR Statistic vs. MC 62.24568 .00000 .00000 |
| Degrees of Freedom 7.00000 .00000 .00000 |
| Prob. Value for LR .00000 .00000 .00000 |
| Entropy for probs. 120.35750 151.48034 227.35228 |
| Normalized Entropy .52939 .66628 1.00000 |
| Entropy Ratio Stat. 213.98955 151.74387 .00000 |
+-----+
```

Bayes Info Criterion	.85752	1.04729	1.50993
BIC(no model) - BIC	.65241	.46263	.00000
Pseudo R-squared	.20546	.00000	.00000
Pct. Correct Pred.	82.92683	.00000	50.00000
Means:	y=0	y=1	y=2
Outcome	.1738	.8262	.0000
Pred.Pr	.1738	.8262	.0000

Notes: Entropy computed as $\sum(i)\sum(j)Pfit(i,j)*\log Pfit(i,j)$.
Normalized entropy is computed against M0.
Entropy ratio statistic is computed against M0.
 $BIC = 2*criterion - \log(N)*degrees\ of\ freedom$.
If the model has only constants or if it has no constants,
the statistics reported here are not useable.

Partial derivatives of probabilities with
respect to the vector of characteristics.
They are computed at the means of the Xs.
Observations used are All Obs.

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[Z >z]	Elasticity
-----+Marginal effect for variable in probability					
Constant	-.10094756	.09715169	-1.039	.2988	
ED	-.00134743	.00126515	-1.065	.2869	-.05535206
-----+Marginal effect for dummy variable is P 1 - P 0.					
GEN	-.04587876	.03587521	-1.279	.2010	-.02252489
ESC	.02439035	.01724568	1.414	.1573	.09738966
TF	-.01986262	.01057502	-1.878	.0603	-.04487221
INT	.206972D-04	.436798D-05	4.738	.0000	.19253952
-----+Marginal effect for dummy variable is P 1 - P 0.					
PA	.09034625	.04006200	2.255	.0241	.06544970
PER	.04224879	.01092959	3.866	.0001	.11858085

Marginal Effects for

Variable	All Obs.
ONE	-.10095
ED	-.00135
GEN	-.04588
ESC	.02439
TF	-.01986
INT	.00002
PA	.09035
PER	.04225

Fit Measures for Binomial Choice Model |
Logit model for variable PSI |

Proportions P0=	.173780	P1=	.826220
N =	547	N0=	95
N1=	452		
LogL=	-120.358	LogL0=	-151.480


```
| Estrella = 1-(L/L0)^(-2L0/n) = .19138 |
+-----+
|      Efron |  McFadden |  Ben./Lerman |
|      .20338 |    .20546 |    .77135    |
|      Cramer | Veall/Zim. |    Rsqrd ML   |
|      .20374 |    .33219 |    .17285    |
+-----+
| Information Akaike I.C. Schwarz I.C. |
| Criteria          .78267          .87518 |
+-----+
```

```
+-----+
|Predictions for Binary Choice Model.  Predicted value is |
|1 when probability is greater than .500000, 0 otherwise.|
|Note, column or row total percentages may not sum to    |
|100% because of rounding. Percentages are of full sample.|
+-----+
|Actual|          Predicted Value          |
|Value |          0          1          | Total Actual |
+-----+
|  0   |      20 ( 3.7%) |      75 ( 13.7%) |      95 ( 17.4%) |
|  1   |      18 ( 3.4%) |     434 ( 79.3%) |     452 ( 82.6%) |
+-----+
|Total |      38 ( 7.0%) |     509 ( 93.0%) |     547 (100.0%) |
+-----+
```

```
=====
Analysis of Binary Choice Model Predictions Based on Threshold = .5000
=====
```

Prediction Success

```
=====
Sensitivity = actual 1s correctly predicted          95.941%
Specificity = actual 0s correctly predicted          21.053%
Positive predictive value = predicted 1s that were actual 1s 85.246%
Negative predictive value = predicted 0s that were actual 0s 52.174%
Correct prediction = actual 1s and 0s correctly predicted 82.927%
=====
```

Prediction Failure

```
=====
False pos. for true neg. = actual 0s predicted as 1s      78.947%
False neg. for true pos. = actual 1s predicted as 0s       4.059%
False pos. for predicted pos. = predicted 1s actual 0s     14.754%
False neg. for predicted neg. = predicted 0s actual 1s     47.826%
False predictions = actual 1s and 0s incorrectly predicted 17.073%
=====
```

Anexo 3. Programación para el cálculo de la DAP modelo tradicional.

```
--> PROC = DAP$
--> ENDPROC$
--> CALC;COEF1=B (1) $
--> CALC;COEF2=B (2) $
--> CALC;COEF3=B (3) $
--> CALC;COEF4=B (4) $
--> CALC;COEF5=B (5) $
--> CALC;COEF6=B (6) $
--> CALC;COEF7=B (7) $
--> CALC;COEF8=B (8) $
CREATE;ALFA=COEF1+COEF2*ED+COEF3*GEN+COEF4*ESC+COEF5*TF+COEF6*INT+COEF7
*PA$
--> CREATE;BETA=B (8) $
--> CREATE;DAP=-ALFA/BETA$
--> DSTAT;RHS=DAP$
Descriptive Statistics
All results based on nonmissing observations.
=====
Variable      Mean      Std.Dev.    Minimum    Maximum    Cases Missing
=====
-----
All observations in current sample
-----
DAP      | 241.798      118.819      -114.855    566.055      547      0
--> LIST;DAP$
```

Anexo 4. Programación cálculo de la DAP modelo restringido.

```
--> PROC = DAPR$
--> ENDPROC$
--> CREATE;PER=(150-PE)/PE$
--> CALC;COEF1=B (1) $
--> CALC;COEF2=B (2) $
--> CALC;COEF3=B (3) $
--> CALC;COEF4=B (4) $
--> CALC;COEF5=B (5) $
--> CALC;COEF6=B (6) $
--> CALC;COEF7=B (7) $
--> CALC;COEF8=B (8) $
--> CREATE;EXPO=EXP (-
(COEF1+COEF2*ED+COEF3*GEN+COEF4*ESC+COEF5*TF+COEF6*INT+C...
CREATE;DAPR=150/(1+EXPO) $
--> DSTAT;RHS=DAPR$
Descriptive Statistics
All results based on nonmissing observations.
=====
Variable      Mean      Std.Dev.    Minimum    Maximum    Cases Missing
=====
-----
All observations in current sample
-----
DAPR      |125.496      19.1839      33.4130      249.647      547      0
```



Anexo 5. Encuesta

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

CUESTIONARIO PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE _____.

EL SIGUIENTE CUESTIONARIO FORMA PARTE DE UNA INVESTIGACIÓN QUE REALIZAN ESTUDIANTES DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO PARA LLEVAR A CABO UNA **VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AIRE** EN LA REGIÓN, POR LO QUE TODOS LOS DATOS QUE AQUÍ SE OBTENGAN SERÁN PARA USO COMPLETAMENTE ACADÉMICO Y CONFIDENCIAL.

FECHA: ____/____/2012

NO.DE CUESTIONARIO: _____

I. DATOS GENERALES.

1. LUGAR DE RESIDENCIA: _____
2. EDAD: _____ AÑOS.
3. SEXO: Femenino () Masculino ()
4. ESCOLARIDAD:

	Niveles
1	Ninguno
2	Primaria
3	Secundaria

	Niveles	
4	Preparatoria	
5	Universidad	
6	Posgrado	

5. ESTADO CIVIL: Soltero () Casado ()
6. OCUPACIÓN: Sector primario () Sector secundario () Sector terciario ()
7. ¿CUÁL ES SU INGRESO MENSUAL ACTUAL? \$ _____
8. ¿CUÁNTAS PERSONAS DEPENDEN DE USTED, ECONÓMICAMENTE? _____
9. ¿CUÁL ES SU INGRESO MENSUAL FAMILIAR? \$ _____

II. PERCEPCIÓN AMBIENTAL.

Actualmente, el estado de Guanajuato se enfrenta a una serie de problemas ambientales como:

- Contaminación y escasez de agua.
- Contaminación del aire.
- Contaminación y erosión de suelos.
- Residuos sólidos y/o industriales.
- Pérdida de biodiversidad (flora y fauna).
- Deforestación.

- Entre otros.

Ante esta situación...

1. ¿CÓMO PERCIBE USTED EL ESTADO Y/O NIVEL DE CALIDAD DE LOS SIGUIENTES TEMAS EN MATERIA AMBIENTAL?

No	Concepto	Bueno	Malo
1	Calidad del agua		
2	Calidad del aire		
3	Suelo		
4	Disponibilidad de agua		
5	Conciencia ambiental de la población		

Donde: 1= Bueno, 0= Mala

2. ORDENE DEL 1 AL 3, DONDE 1 ES “URGENTE” Y 3 “MENOS URGENTE”, LOS ASPECTOS AMBIENTALES QUE REQUIEREN MAYOR ATENCIÓN EN EL MUNICIPIO:

- a. Contaminación del suelo ()
- b. Contaminación y escasez del agua ()
- c. Contaminación del aire ()

3. ¿CONOCE ALGÚN PROGRAMA PÚBLICO O PRIVADO ENCAMINADO A MEJORAR LA SITUACIÓN AMBIENTAL DE SU REGIÓN?

- a) Sí () ¿Cuál(es)? _____
- b) NO ()

III. DISPONIBILIDAD A PAGAR.

1. EN CASO DE CREARSE UN FONDO VERDE QUE AYUDE A DISMINUIR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE, ¿ESTARÍA USTED DISPUESTO A COOPERAR ECONÓMICAMENTE **CADA SEMESTRE**?

- a) Sí () ¿Cuánto?

Cantidad en pesos	SÍ	NO
25		
50		
75		
100		
125		

Cantidad en pesos	SÍ	NO
150		
175		
200		
225		
250		

Menos de 25 (Especificar): _____.

Más de 250 (Especificar): _____.

b) NO () Especifique la razón.

b.1. Por razones económicas

b.2. No confía en el uso adecuado de los fondos

b.3. El gobierno debería atender ese tipo de problemas

b.4. No tiene interés en el tema

b.5. Otra razón _____

2. ¿QUIÉN CREE USTED QUE PODRÍA ADMINISTRAR EL DINERO CAPTADO PARA EL FONDO VERDE?

a) Gobierno federal (SEMARNAT).

b) Gobierno estatal. (IEE)

c) El municipio.

d) Alguna ONG.

e) Otro organismo (especifique) _____

3. ¿CUÁL CREE QUE SEA LA MEJOR FORMA DE PAGO?

a) Recibo de pago de agua

b) Recibo de pago de luz eléctrica

c) Una forma de pago especial para llevar a cabo el programa de mejoramiento de la calidad del aire

d) Otro _____

Escenario sobre la contaminación de aire

La contaminación de aire proviene principalmente de la industria, la cantidad de vehículos que transitan, sumando las emisiones por la quema de esquilmos en el sector agrícola y las emisiones por parte de la industria ladrillera.

La zona del Bajío ocupa el lugar número 7 en cuanto a contaminación atmosférica a nivel nacional.

Este tipo de contaminación tiene impactos en la salud de la población, como en el incremento en la frecuencia de enfermedades respiratorias y casos de enfermedades cardíacas. Cuando las personas se enferman hay pérdida de productividad por ausencia laboral y durante eventos de emergencia ambiental.

Otros efectos atribuibles a este problema son la disminución en la producción agrícola, daños materiales, daños a recursos naturales, **reducción de la visibilidad**, calentamiento global, etc.

Algunas de las acciones de mitigación pueden ser las siguientes (solo mencionar algunos):

- Fortalecer el programa de verificación vehicular.
- Implementar el programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes para el transporte público y privado del municipio.
- Fortalecer la regulación, inspección y vigilancia en industrias de jurisdicción federal y estatal.

- Reducir las emisiones generadas por hornos ladrilleros.
- **Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica en salud pública ambiental.**
- Impulsar proyectos de investigación sobre posibles efectos en la salud ocasionados por la contaminación atmosférica.
- **Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico**
- **Restauración y conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano.**
- **Medidas para el fortalecimiento institucional.** (Fortalecer la red de monitoreo atmosférico, actualizar el inventario de emisiones y promover la revisión de normatividad existente e impulsar la creación de nuevas normas).
- **Otros.**