

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y MECANISMO DE CONTROL
DE LA CONTAMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE YUMBO

LUZ ANDREA BETANCUR VELEZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI
2015

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y MECANISMO DE CONTROL
DE LA CONTAMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE YUMBO

LUZ ANDREA BETANCUR VELEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE
ECONOMISTA

ASESOR
FABIO ARIAS

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI
2015

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito identificar los contaminantes y niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos presentes en el sector de Acopi – Yumbo, tomando como referencia el Informe de la Calidad del Aire en el año 2012 elaborado por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC, en él se observa que los niveles de concentración del contaminante PM10 supera la norma vigente según lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Se menciona las características principales del contaminante y los efectos que tiene sobre la salud de las personas. Posteriormente, se describe el proceso de control y vigilancia que realiza la autoridad ambiental sobre las fuentes fijas (industrias) en este municipio y se describe los instrumentos de regulación básicos que plantea la economía ambiental para disminuir los niveles de contaminación atmosférica, comando y control e instrumentos económicos. Finalmente, se identifica que la CVC aplica un sistema de regulación de comando y control y se analiza su efectividad.

Palabras claves: Contaminación atmosférica, instrumentos de regulación ambiental, comando y control, municipio de Yumbo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
INTRODUCCIÓN	5
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	7
1.1 Ubicación del área de estudio y fuentes de emisiones	7
1.2 Descripción del contaminante PM10 y niveles de Contaminación	10
2. MARCO CONCEPTUAL	16
3. SISTEMA DE CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN YUMBO	21
4. SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA	27
5. CONCLUSIONES	32
6. REFERENCIAS	34

INTRODUCCION

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia de materias en el aire que implican riesgo para la salud humana y para el medio ambiente, las principales fuentes de emisión son los procesos que implican combustión, en la actividad industrial y las fuentes móviles. Los principales contaminantes que generan los procesos de producción de las industrias, son el Material particulado PM10, Óxidos de azufre (SO_x), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO_x) y Ozono O₃.

Las autoridades ambientales nacionales, realizan un esfuerzo por controlar los niveles de emisiones de los contaminantes atmosféricos generados por las industrias estableciendo normas y estándares de la calidad del aire, para conservar limpio este recurso vital. Sus actividades se resumen en monitorear las emisiones de las industrias y realizar inspecciones para hacer cumplir la normatividad estipulada por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Se escogió como lugar de estudio, el municipio de Yumbo, considerado la capital industrial del Valle del Cauca y que por esta característica las autoridades ambientales mantienen vigilantes en el cumplimiento de las normas que garantizan una calidad de aire óptima para sus residentes. El objetivo principal de este trabajo, es identificar los niveles de los contaminantes

atmosféricos del sector de Acopi - Yumbo, en el año 2012 y conocer la normatividad que rige el sistema de control y vigilancia que realiza la CVC para disminuir estos niveles de contaminación, Por último, se analiza la efectividad de este proceso de regulación, de acuerdo con las características de los instrumentos de regulación básicos que plantea la economía ambiental, comando y control e incentivos económicos.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En esta sección se describe el problema de la contaminación atmosférica por PM10, ocasionada por emisiones industriales en el municipio de Yumbo, contaminación que tiene efectos sobre la salud de los pobladores de estas zonas. Para hacer esta descripción primero se delimita el área de estudio en términos geográficos, luego se indica la ubicación de las fuentes de emisiones industriales (Acopi – Yumbo). Después de eso se identifican los niveles de concentración de contaminación con base en los documentos oficiales de las entidades de control ambiental que tienen jurisdicción en la zona de estudio: Corporación Autónoma Regional del Valle Cauca, CVC (2012). Luego se analiza en detalle el eventual efecto de la contaminación sobre la salud de la población y los sistemas de control de la contaminación atmosférica.

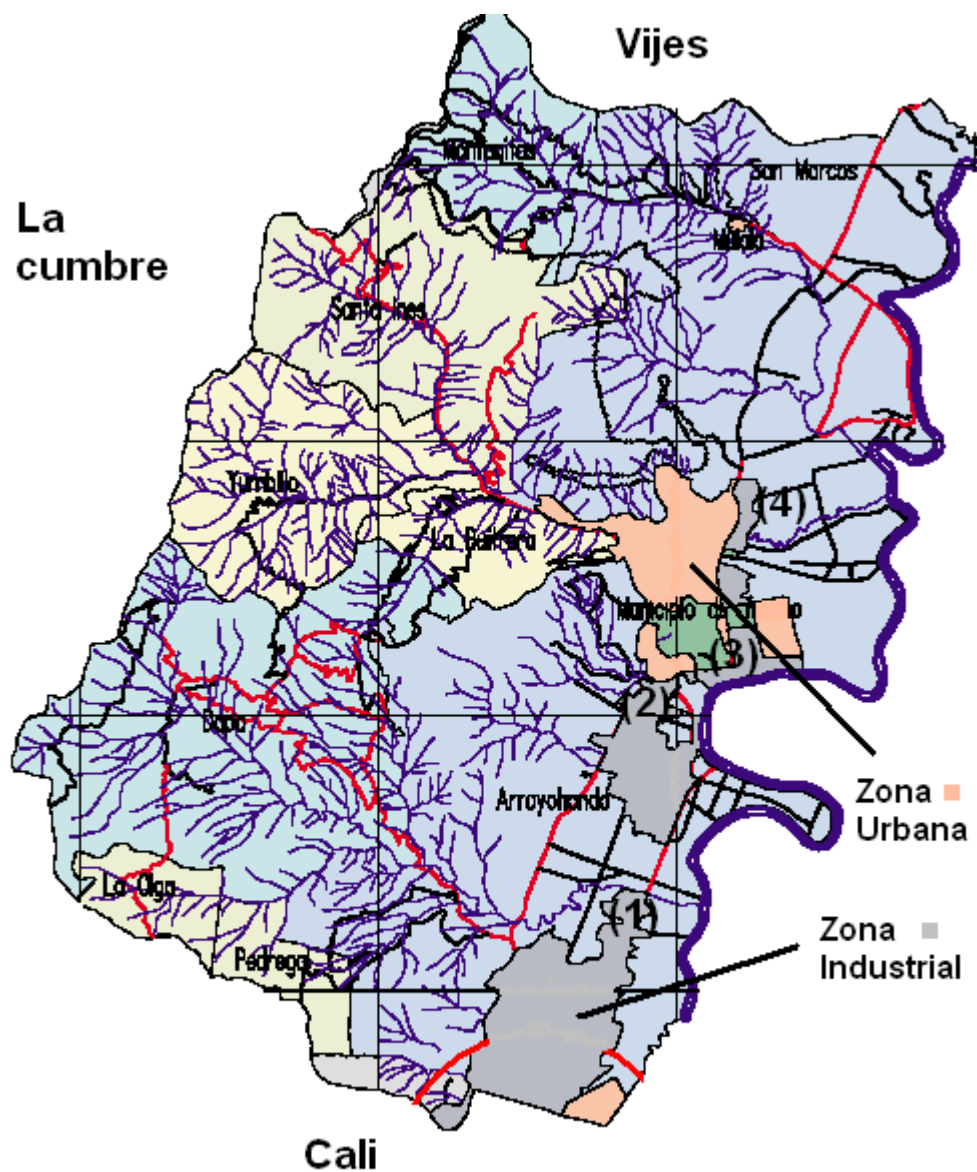
1.1 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO Y FUENTES DE EMISIONES

El municipio de Yumbo está localizado en el sur occidente colombiano en el Departamento del Valle del Cauca, limita al norte con el municipio de Vijes, por el sur con la ciudad de Santiago de Cali, por el oriente con el municipio de Palmira, al occidente con el municipio de La Cumbre y con la cordillera occidental, tiene en su parte plana 5.740 hectáreas y 11.540 hectáreas montañosas, localizado a 1.021 msnm. El territorio de este municipio abarca

un área total de 227,89 kilómetros cuadrados. La división geográfica de su área rural es de 10 corregimientos y 16 veredas y en área urbana 4 comunas y 23 barrios (Alcaldía Municipal de Yumbo, 2015).

La zona industrial en Yumbo se puede dividir en cuatro sectores (ver mapa 1, sectores (1), (2), (3) y (4)): el primero va desde el sur, límites con el norte de la ciudad de Cali, hasta la quebrada Arroyohondo, entre la autopista Cali-Yumbo y la carretera vieja. En esta zona están establecidas 396 industrias, equivalente al 85.9% del total del sector industrial, 94 se encuentran en Acopi. El segundo sector se encuentra entre la quebrada Arroyohondo y la glorieta de Las Américas, también entre las vías ya mencionadas. Allí se encuentran 40 industrias, 8.7% del total. El tercer sector se encuentra entre la glorieta de Las Américas y el Río Yumbo, donde se ubican 13 industrias, 2.8%, allí se localizan empresas como Cementos del Valle, Cartón de Colombia, Ecopetrol y Química Borden. Por último, el cuarto sector localizado en una pequeña franja después del Río Yumbo, donde se ubican 12 empresas, 2.6% del total, dedicadas principalmente a la distribución de hidrocarburos, energía y gases (PBOT, 2000).

Mapa 1: Sectores industriales de Yumbo y área urbana



Fuente: CVC, 2000, sistema de información geográfica cuenca Yumbo Arroyohondo

1.2 DESCRIPCIÓN DEL CONTAMINANTE PM10 Y NIVELES DE CONTAMINACIÓN

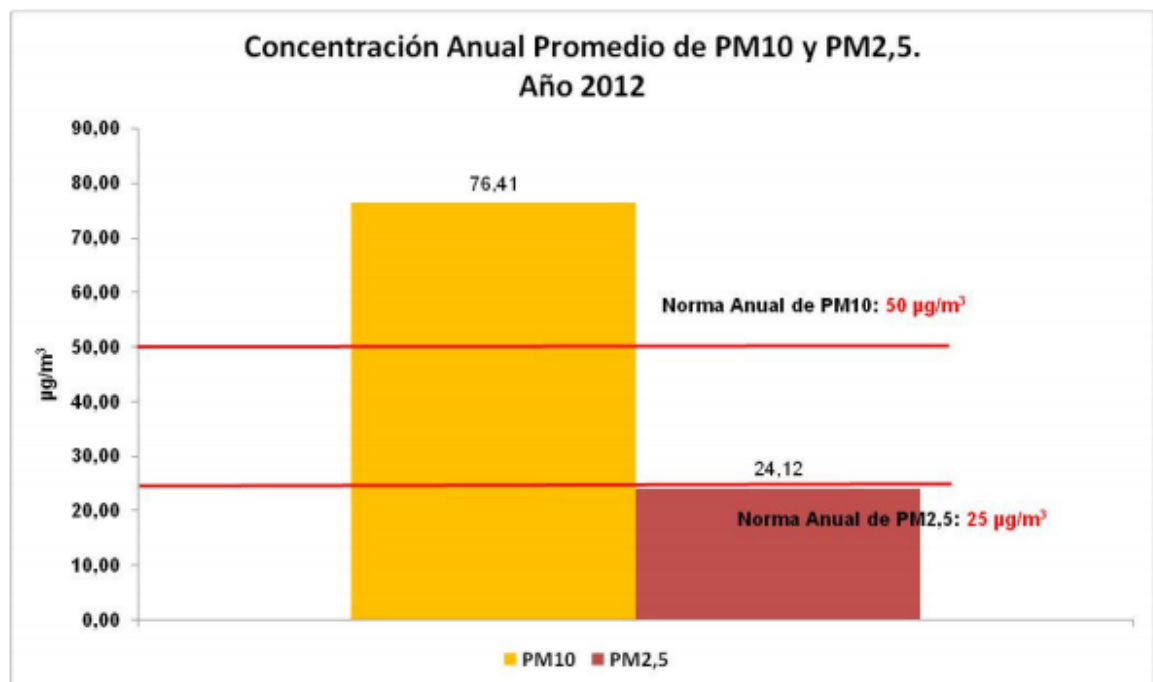
La CVC realizó un estudio sobre la calidad del aire en el sector de Acopi – Yumbo (CVC, 2012), este concluye que se superan los estándares permisibles del contaminante PM10, de acuerdo a la resolución 610 del año 2010 establecida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Se denomina PM10 a pequeñas partículas sólidas o líquidas, dispersas en la atmósfera cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 μg (un micrómetro corresponde a la milésima parte de un milímetro), que proceden de la quema de combustibles sólidos como madera y carbón. Las PM 10 al ser inhaladas y al penetrar con facilidad al sistema respiratorio causan efectos adversos a la salud de las personas, por viajar más profundamente en los pulmones y por estar compuesta de elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos que causan cáncer). Los efectos en la salud incluyen, tos, dificultad para respirar, agrava el asma, disminuye la función del pulmón, muerte prematura en personas con enfermedades del corazón y pulmón (Secretaría distrital de Ambiente Bogotá, 2015).

Los resultados de la concentración promedio anual y de 24 horas de PM10 y PM2.5 se describen en las Figuras 1 y 2 y concluye que el promedio anual para el sector industrial de Yumbo de PM10 es de 76,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para PM2.5

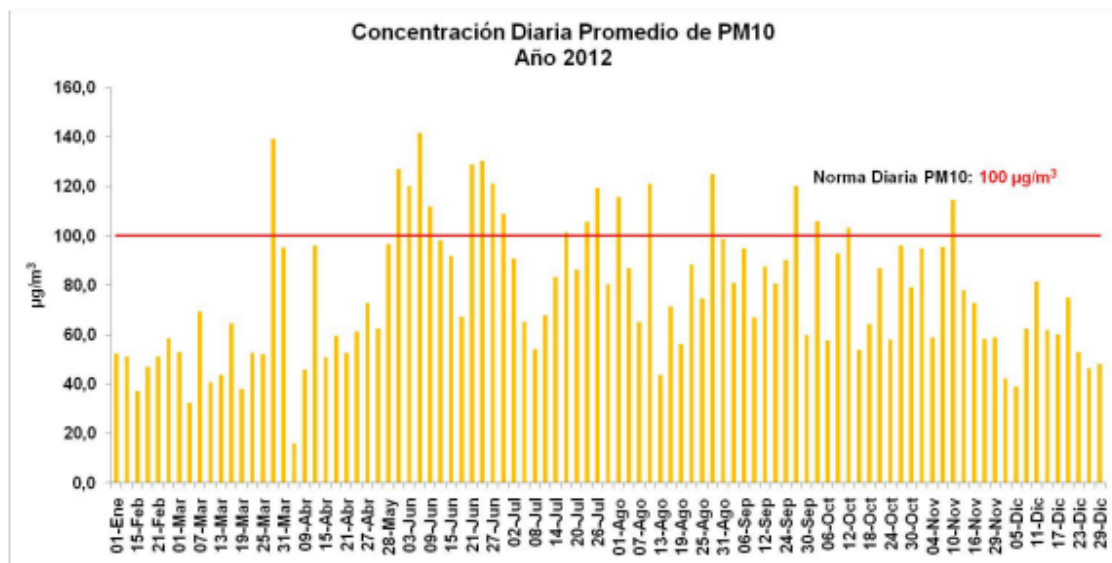
es de $24,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que indica que para PM10 se excede la norma en el año 2012, y lo que no ocurre para el contaminante PM 2,5, dado que su promedio anual fue de $24,12$; del mismo modo sucede para la concentración promedio de 24 horas para PM10, donde se supera las concentraciones diarias en 19 ocasiones en el año de estudio, con respecto a PM 2,5 se cumple la norma de concentraciones diarias.

Figura 1. Concentración anual promedio de PM10 y PM2.5 sector industrial de Yumbo año 2012

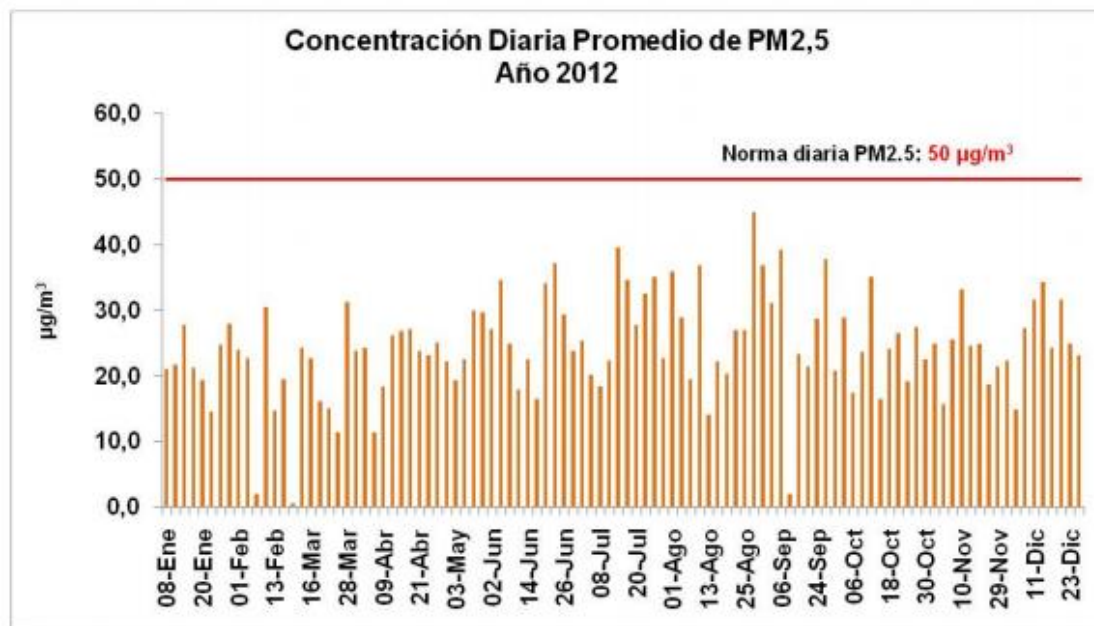


Fuente: CVC, 2012

Figura 2. Concentración promedio de 24 horas de PM10 y PM2,5 sector industrial de Yumbo año 2012



Fuente: CVC, 2012



Fuente: CVC, 2012

De acuerdo a la OMS (Organización Mundial de la Salud) las concentraciones anuales de PM₁₀ y PM_{2,5} no debe superar los 20 µg/m³ y 10 µg/m³, fundamenta que estos son los niveles más bajos con los cuales se ha demostrado, con más del 95% de confianza, que la mortalidad total, cardiopulmonar y por cáncer de pulmón, aumenta en respuesta a la exposición prolongada al MP_{2,5} y menciona que con una concentración anual superior a 70 µg/m³ de PM₁₀ y 35µg/m³ de PM_{2,5} aumenta el riesgo de mortalidad a largo plazo alrededor de un 15% mayor que con el nivel de las guías de calidad del aire que ellos establecen. De la misma manera establece que la concentración diaria de PM₁₀ y PM_{2,5} no puede ser superior a 50 µg/m³ y 25 µg/m³, y que con unos resultados de concentraciones diarias de 100 µg/m³ de PM₁₀ y 50 µg/m³ de PM_{2,5}, se incrementaría alrededor del 2,5% la mortalidad a corto plazo (OMS, 2005).

Existe un estudio sobre contaminación atmosférica por PM₁₀ donde demuestra que este contaminante produce afecciones en las vías respiratorias inferiores como asma, bronquitis y neumonía, en las vías respiratorias superiores produce rinitis, faringitis, laringitis y amigdalitis, adicionalmente, hace mención a que la contaminación ambiental se asocia a la mortalidad por causa de exposición a concentraciones altas en corto tiempo o por exposición a concentraciones no tan altas pero repetidas y acumuladas a lo largo de los años, la población susceptible son los niños, personas de la tercera edad y personas con enfermedades cardiacas y respiratorias. Por último, el estudio

concluye que existe un efecto negativo sobre la salud los niveles de contaminación de PM10, que suelen considerarse seguros, es decir los que no sobrepasan la normatividad (Jiménez, 2011).

Existe otro estudio sobre contaminación atmosférica y salud en yumbo (Otero, 1997) donde se demuestra una relación directa entre contaminación atmosférica por material particulado y morbilidad representada por el asma, bronquitis e infecciones respiratorias agudas; también concluye que el estándar para las partículas suspendidas siempre ha sido superado, debido a la ausencia de un sistema eficaz de tasas retributivas que incentive al sector industrial adoptar tecnologías limpias; además, se estima el costo marginal social por contaminación atmosférica que resulta relativamente bajo, lo que indica que la internalización de estos costos en el sector no generaría mayores problemas en su dinámica.

Hay evidencia sobre la relación entre contaminación atmosférica y salud de la población de Yumbo, Rojas (1994); las principales enfermedades producidas por la contaminación industrial son bronquitis crónica, enfisema pulmonar, asma bronquial y neumoconiosis¹. También concluye bajo su investigación que la bronconeumonía es la octava causa de mortalidad en este municipio, la décimo octava fue el tumor maligno de tráquea, de los bronquios y del pulmón;

¹Enfermedad crónica producida por la infiltración en el aparato respiratorio del polvo del carbón, hierro y otros.

la influenza se encuentra en el décimo puesto como las principales causas de morbilidad, en la décima primera aparece la bronquitis y en la décima novena se encuentra las infecciones agudas de las vías respiratorias.

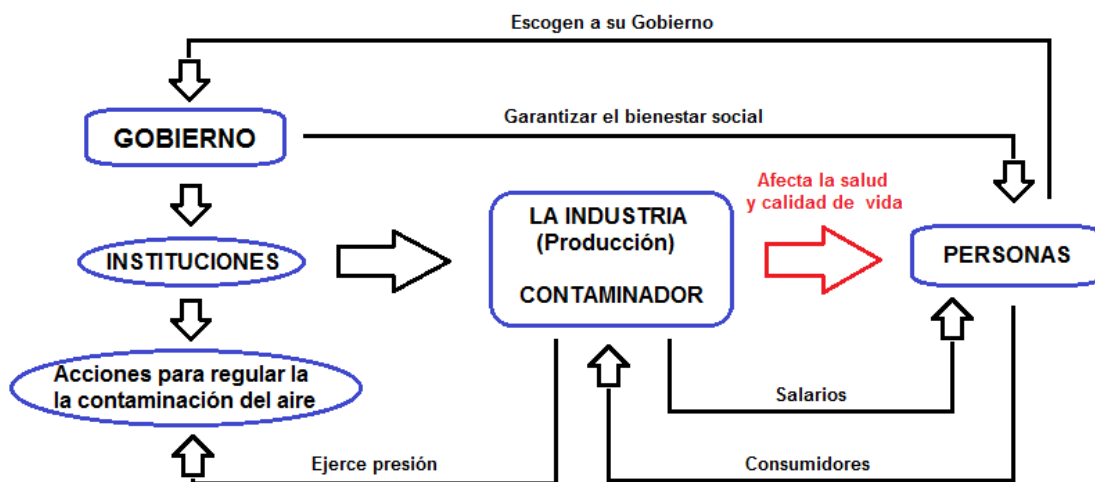
2. MARCO CONCEPTUAL

Desde la perspectiva de la economía ambiental el recurso aire es considerado un bien público ambiental, que cumple con las características de un bien público puro, no excluyente y no rival, es decir, que no es posible o es muy costoso excluir a los agentes del consumo de este bien y el consumo del bien por un individuo no disminuye la cantidad disponible para los demás, de aquí que cuando existe contaminación de este bien ambiental se presenta una falla de mercado, debido a que no es fácil determinar quién es el propietario, no existen derechos de propiedad bien definidos para este bien. Adicionalmente, cuando una industria contamina el aire se genera un efecto externo en otros individuos de la sociedad que disfrutan del aire limpio, una externalidad negativa que disminuye el bienestar (afectación a la salud y calidad de vida) (Labandeira, 2007).

Cuando existen fallos de mercado el gobierno debe intervenir a través de la implementación de una política ambiental para tratar de corregir el problema y ayudar a suministrar los bienes o males públicos (contaminación del aire) de manera eficiente y establecer ciertas acciones a través de instituciones y regulaciones que manejen el suministro de este recurso. El gobierno inicialmente debe determinar cuál es el mejor nivel de contaminación, niveles socialmente convenientes tanto para las personas como para el contaminador. En el Esquema 1, se explica las actuaciones que tienen el gobierno, la industria

y las personas cuando se presenta contaminación del aire por la actividad económica de las industrias. El gobierno, como se dijo en el párrafo anterior, tiene la función de garantizar el bienestar social de las personas regulando la contaminación del aire que generan las industrias en su proceso de producción, a su vez, esta contaminación incide negativamente en la salud de las personas afectando su calidad de vida, pero son las industrias quienes generan empleo a las personas y quienes pagan por su trabajo, y las personas actúan como consumidores de la producción de las industrias y escogen el gobierno que las regula.

Esquema 1: Interacciones del gobierno, la industria y las personas.



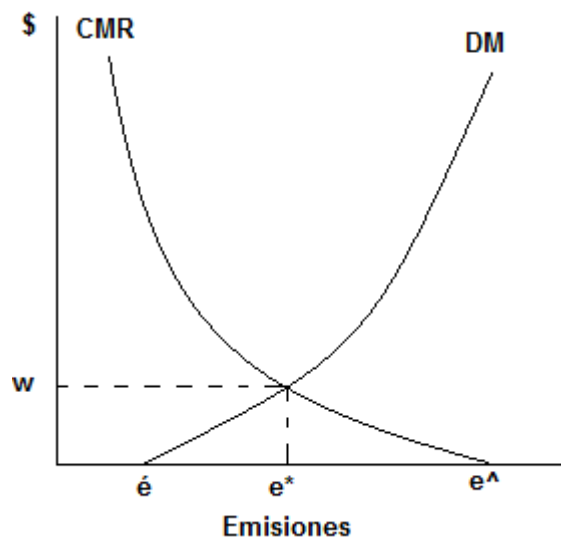
Fuente: Basado en Koldstad (2001).

En la sección 4, se describen las características de los dos instrumentos de regulación planteados por la economía ambiental, para definir la política ambiental que controla la contaminación atmosférica que emiten las industrias en el municipio de Yumbo, comando y control y los incentivos económicos.

El sistema de regulación ambiental de comando y control es la política ambiental que ejercen las autoridades ambientales en Colombia para regular la contaminación atmosférica, el proceso de control y vigilancia está definido en la sección 3.

A continuación, se analizará alguna de las complicaciones de esta política ambiental. La primera complicación surge en definir el nivel eficiente de las emisiones (Ver grafica 1).

Grafica 1: Nivel eficiente de emisiones



El planteamiento más importante es, si al definir el nivel de los estándares deberían tenerse en cuenta solo los daños, o los daños marginales² y los costos marginales de reducción³, cuando estos dos se equilibran se cumple la noción de eficiencia económica e^* , de otro modo, algunos estudios de toxicología indican que no es posible establecer el nivel de emisiones en e y en $e^\wedge$, dado que las funciones de daño marginal son positivas desde el inicio.

La segunda complejidad, es la uniformidad de los estándares, es decir si estos se deben establecer independiente del tiempo y el espacio o de forma variada según las circunstancias, por ejemplo para el caso de los estándares aplicados a las industrias del municipio de Yumbo, se toman como referencia los nacionales, el problema consiste en que las regiones pueden diferir en los correspondiente al daño marginal y de reducción.

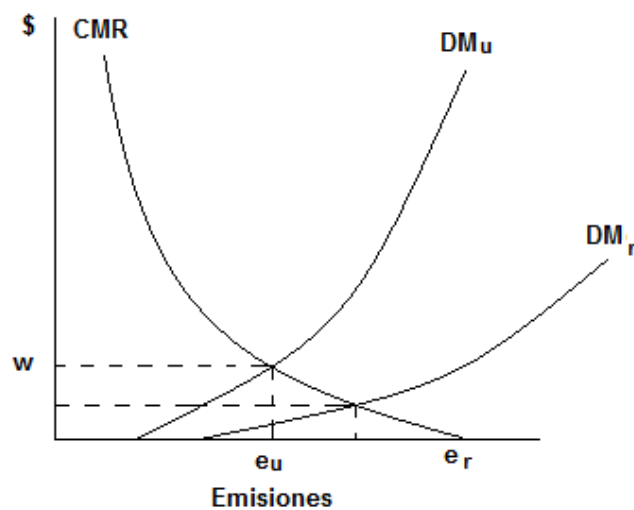
En la Grafica 2, se presenta dos funciones de daño marginal una DM_u correspondiente al daño marginal en una zona urbana y el DM_r correspondiente al daño marginal en una zona rural, DM_u se encuentra por encima de DM_r , dado que en la zona urbana se encuentran más personas, es decir, que se verán más personas afectadas en comparación con la zona rural, se supone que el costo marginal de reducir la contaminación es igual en las dos zonas, por esta razón el nivel de las emisiones eficientes para la zona

² A mayores emisiones de contaminantes, mayor será el daño generado y se pagara más.

³ Cuando se disminuye las emisiones se aumenta el costo en el que se incurre para reducirlas

urbana serán menores con respecto al nivel de las emisiones eficientes de la zona rural. Lo anterior concluye que lo ideal sería definir estándares de contaminación para cada región.

Grafica 2: Variación regional de contaminación

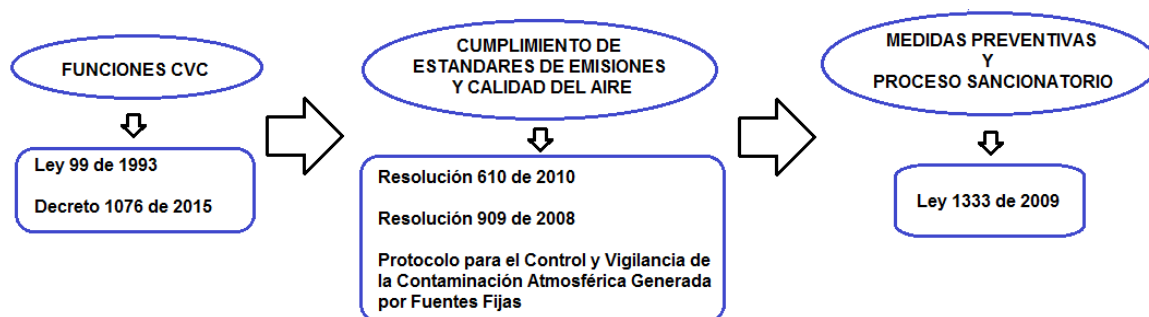


La tercera complicación del comando y control, es el principio equimarginal, este principio establece que para lograr este resultado deben controlarse las diferentes fuentes de emisiones de tal manera que tenga los mismos costos marginales de reducción, en la mayoría de los casos el gobierno o las autoridades aplican los mismos estándares a todas las fuentes de emisión, sin embargo, estándares idénticos serán efectivos en costos, pero en el improbable evento en el que todos los contaminadores tengan los mismos costos marginales de reducción (Field, 1995).

3. SISTEMA DE CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN YUMBO

En la presente sección se expone las actividades que realiza la CVC en el proceso de control y vigilancia de la contaminación atmosférica en Yumbo y la normatividad que rige este proceso de regulación (Ver Esquema 2).

Esquema 2: Normatividad del sistema de control y vigilancia de la contaminación atmosférica en Yumbo.



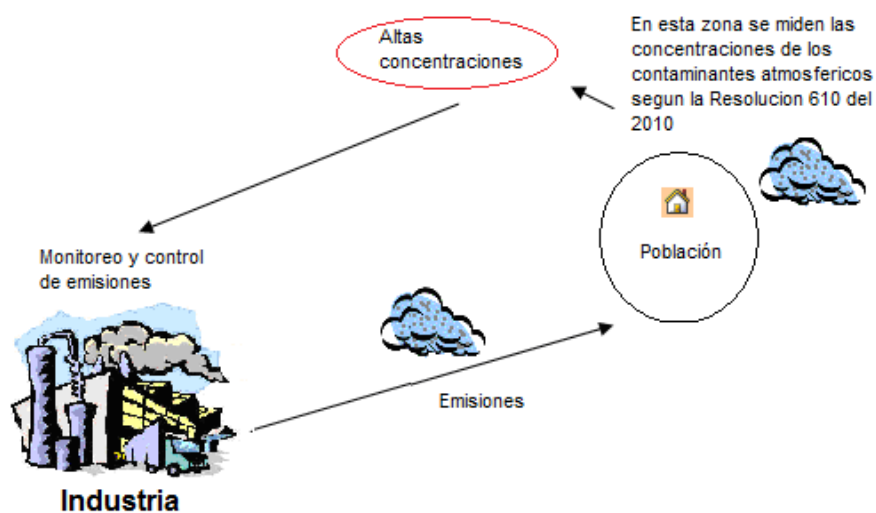
Fuente: autora

La CVC vigila y controla los niveles de contaminación atmosférica en el municipio de Yumbo y dentro de las funciones establecidas en la ley 99 de 1993 y en la resolución 1076 del año 2015, se encuentra la de realizar la evaluación, control y seguimiento del uso del recuso aire, e imponer las medidas preventivas y sanciones que correspondan por la comisión de infracciones a las normas sobre emisión y contaminación atmosférica, todo lo

anterior según las normas, criterios y directrices trazadas por el Ministerio de Vivienda y Desarrollo Sostenible.

El sistema de vigilancia y control de la contaminación atmosférica que ejerce la autoridad ambiental sobre el municipio de Yumbo, consiste en realizar monitoreos de las concentraciones de los contaminantes en el aire, por medio de los resultados que arroja periódicamente las estaciones de monitoreo de la calidad del aire, en ellos se evalúa el cumplimiento de los estándares establecidos en la Resolución 610 de 2010 expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de acuerdo a los resultados sobre niveles de contaminación y contaminantes la CVC ubica las fuentes fijas de emisión y realiza inspecciones para tomar medidas en el incumplimiento de los estándares de contaminantes en el aire (Ver esquema 3).

Esquema 3: Proceso de monitoreo de los contaminantes atmosféricos



Fuente: autora

En las inspecciones que se realizan a las fuentes de emisión (industria) se verifica el cumplimiento de los estándares de emisiones admisibles según lo establecido en la Resolución 909 del año 2008, donde se imponen las normas y estándares de emisiones admisibles de contaminantes a la atmosfera por fuentes fijas. En esta Resolución, se menciona los niveles máximos que se deben emitir de los contaminantes según la actividad industrial; por consiguiente, existe un Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica generada por Fuentes Fijas, en la cual se habla de los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes y el cumplimiento de los estándares de emisión, lo cual se determina mediante medición directa a través del ducto o chimenea que se debe construir en cada fuente fija puntual.

Después de obtener los niveles de emisiones de contaminantes atmosféricos y si estos niveles superan la norma establecida, la CVC inicia el proceso con la identificación de la posible ocurrencia de una infracción⁴ ambiental que podría generar un procedimiento sancionatorio y termina con la verificación del cumplimiento de las sanciones y obligaciones impuestas según los términos establecidos en la Ley 1333 de 2009.

⁴ La comisión de un daño al medio ambiente, es una acción u omisión que constituya violación de las normas contenidas en el Código de Recursos Naturales Renovables, Ley 2811 de 1974, Ley 99 de 1993 y ley 165 de 1994.

El procedimiento de imposición de sanciones inicia con una medida preventiva, que son medidas de policía que pueden ser adoptadas con el objeto de prevenir y/o impedir la ocurrencia de un hecho o situación que atenta contra los recursos naturales y el medio ambiente, son de inmediata ejecución, tienen carácter preventivo o transitorio y se levantarán en el término no mayor a 10 días cuando se compruebe, técnica y jurídicamente que han desaparecido las causas que le dieron origen y que se mitigaron o compensaron los daños, es decir, cuando son corregidos los altos niveles de emisión. Entre los tipos de medidas preventivas están: El decomiso preventivo de productos, elementos o medios utilizados para cometer la infracción, suspensión de la actividad cuando pueda derivarse daño o peligro para el medio ambiente o la salud humana, o cuando la obra o actividad se haya iniciado sin autorización o licencia ambiental.

Cuando una industria ha infringido una norma ambiental sin poner en peligro grave la integridad o permanencia del recurso ambiental o la salud de las personas, se realiza un llamado de atención escrita y la amonestación puede incluir la asistencia a cursos obligatorios de educación ambiental, si se incumple la citación será sancionado con multa. De otro modo, si después de haber impuesto la medida preventiva se continúa con la infracción la CVC puede proceder con algunas de las siguientes sanciones, según su gravedad:

1. Multas diarias hasta por cinco mil (5.000) salarios mínimos legales vigentes.
2. Cierre temporal o definitivo del establecimiento.
3. Revocatoria o caducidad de la licencia ambiental, autorización, permiso o registro.

La imposición de las sanciones no exime a infractor de ejecutar las acciones ordenadas por la CVC, ni la de restaurar el medio ambiente. Los costos en los que incurra la CVC por la imposición de las medidas preventivas y el proceso sancionatorio, como transportes, vigilancia, parqueaderos, entre otros estarán a cargo del ente infractor.

Existe evidencia de medidas preventivas y sanciones que ha impuesto la CVC sobre algunas industrias ubicadas en el municipio de Yumbo, como el caso de dos empresas dedicadas a la incineración de desechos hospitalarios, Sespel S.A. a la cual la CVC le había ordenado suspender de forma inmediata la incineración de residuos que adelantaba en sus instalaciones porque estaba provocando la emisión de sustancias contaminantes a la atmosfera por encima de los valores permisibles y bajo condiciones no autorizadas por la autoridad ambiental, se da parte entre otros, de mala apariencia en los puntos de descarga de emisiones atmosféricas, vestigio de la presencia en el aire de contaminantes perjudiciales para los trabajadores y la presencia de emisiones dispersas de gases, por lo anterior la CVC ordeno como medida preventiva la

suspensión de actividades en la empresa (El País, 2011).

La otra industria a la cual la CVC ordeno como medida preventiva suspender operaciones fue RH S.A.S., en la cual no se pudo verificar que los hornos que se utilizaban para la incineración de los desechos hospitalarios estuvieran a temperaturas de 800 grados centígrados que garantiza la destrucción de microorganismos (El País, 2007).

La evidencia disponible para el público de aplicación de medidas preventivas y sanciones por parte de la CVC a las industrias infractoras del municipio de Yumbo, se encuentran en los registros de prensa, dado que por políticas internas de esta autoridad ambiental, no se puede dar información detallada de los procesos sancionatorios, por reputación del infractor y privacidad (Garzón, 2015).

4. SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Después de haber identificado los niveles de contaminación atmosférica para el Municipio de Yumbo durante el año 2012, se expone ahora las principales características de los dos instrumentos de regulación básicos que plantea la economía ambiental para controlar la contaminación: el *comando y control* y los *incentivos económicos*.

El comando y control plantea que cada autoridad ambiental debe decidir las acciones a realizar para disminuir la contaminación del aire y éstas consisten en hacer cumplir unos estándares de emisiones, ambientales y tecnológicos establecidos por dicha autoridad. Para el caso colombiano se aplican los estándares de concentraciones de emisiones y de calidad ambiental estipulados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Resolución 610 de 2010.

La economía ambiental plantea que los estándares de emisiones son niveles no superables de la cantidad de determinado material contaminante. Los estándares de emisiones se aplican a la cantidad de contaminación que proviene de la fuente industrial y se expresa en términos de la cantidad del material por unidad de tiempo (por ejemplo, toneladas por año), por el contrario, los estándares ambientales se aplican a los niveles de concentración

del contaminante en un entorno ambiental (ciudad o población) y se expresa en términos de los niveles promedio⁵ de concentración durante determinado periodo (Field, 1995), por ejemplo, el actual estándar para Colombia de calidad del aire para el Dióxido de azufre (SO₂) es de 80 µg/m³, según la media anual aritmética, de 250µg/m³según un promedio de 24 horas y 750 µg/m³ para un promedio de 3 horas (Ver Tabla1).

Tabla 1: Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio

Contaminante	Nivel Máximo Permissible (µg/m ³)	Tiempo de Exposición
PST	100	Anual
	300	24 horas
PM10	50	Anual
	100	24 horas
PM2.5	25	Anual
	50	24 horas
SO ₂	80	Anual
	250	24 horas
	750	3 horas
NO ₂	100	Anual
	150	24 horas
	200	1 hora
O ₃	80	8 horas
	120	1 hora
CO	10.000	8 horas
	40.000	1 hora

Fuente: www.minambiente.gov.co

El sistema de comando y control además de aplicar estándares de emisiones y ambientales, incluye también un estándar tecnológico promovido por la autoridad ambiental, esta regulación tecnológica consiste en sustituir cierto

⁵La razón para adoptar promedios consiste en reconocer las variaciones en las condiciones meteorológicas a diario, al igual que en las emisiones que producen variaciones en la calidad ambiental.

equipo o materia prima utilizada en el proceso de producción de la industria por uno menos contaminante (Field, 1995), por ejemplo en la ciudad de Bogotá cerca de 635 industrias transformaron su combustible a gas natural, por ser considerado un combustible limpio que reduce las emisiones al ambiente de material particulado, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, y adicionalmente, reduce costos y su suministro es constante (Portafolio, 2012).

Algunas de las ventajas del sistema de comando y control, es su flexibilidad para regular los procesos ambientales complejos, se puede tener más certeza en la cantidad de contaminación que se obtendrá de la regulación, así mismo, simplifica el control del cumplimiento de la regulación, si la norma específica que se debe utilizar un tipo de tecnología en particular para el control de la contaminación, el control consiste en verificar si dicho equipo ha sido instalado. Sin embargo, existen algunas desventajas, entre ellas esta los costos altos en la operación y administración al momento de analizar de manera detallada el cumplimiento de las emisiones de cada industria, o a menudo, la autoridad ambiental debe confirmar en la información que suministra el la industria sobre sus emisiones y resulta posible que esta información se pueda distorsionar. Otra de las desventajas del comando y control es que no existen incentivos para la innovación, las formas de los procesos para reducir la contaminación son estáticas, la industria contaminadora solo paga por el control de la contaminación y no por los daños que causa a la población y al medio ambiente (Kolstad, 2001).

De otro modo, los incentivos económicos recompensan a los contaminadores (industria) por no contaminar o se castiga por sus emisiones, es decir que se debe pagar por cada emisión al aire o se adquieren beneficios económicos por no generar emisiones. Existen dos clases de incentivos económicos: Impuestos y subsidios, y permisos negociables de descargas.

Los impuestos de contaminación implican el pago de un cargo por unidad de contaminación emitida, y como consecuencia de este pago, al contaminador le interesa reducir las emisiones, en caso contrario, en los subsidios de contaminación es la autoridad ambiental quién pagaría a la industria por reducir sus emisiones, de manera más formal este actúa como un costo de oportunidad⁶.

Los permisos negociables de descargas, consiste en un permiso para emitir contaminantes medido en unidades (libra o tonelada) de un material de desecho, las fuentes de emisión tendrían varios de estos permisos y podrían emitir durante un periodo específico un máximo de unidades, de acuerdo a la cantidad de permisos que posea, así se establece un límite para la cantidad total de emisiones. Estos permisos se pueden comprar y vender entre las fuentes de emisión (industria) a un precio acordado por ellas mismas (Field, 1995).

⁶El costo de oportunidad se entiende como aquel costo en que se incurre al tomar una decisión y no otra, aquel valor o utilidad que se sacrifica por elegir una alternativa A y despreñar una alternativa B.

Algunas de las ventajas de los incentivos económicos es que representan un estímulo para innovar y encontrar formas más baratas de controlar la contaminación, porque el contaminador es quien paga el control de la contaminación y por el daño que genera, por el contrario, es difícil establecer incentivos económicos que se ajusten a las complejidades de la transformación ambiental, por ejemplo la contaminación del aire urbano en la que el daño derivado de una unidad de emisiones puede variar considerablemente en espacio y tiempo, los cambios en niveles y números de los incentivos económicos pueden ser demorados.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados del informe de la calidad del aire realizado por la CVC en el año 2012, la zona industrial de Yumbo presenta un promedio anual de concentración del contaminante PM 10 de 76,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, superiores a lo establecido en la Resolución 610 del año 2006. Según la Organización Mundial de la Salud cuando se presentan concentraciones anuales superiores a 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10 aumenta el riesgo de mortalidad a largo plazo alrededor de un 15%. Los estándares de concentración del contaminante PM 10 para Colombia están muy por encima de lo que establece la OMS, 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

El instrumento de regulación básico planteado por la economía ambiental que aplica la CVC para vigilar y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos que surgen del proceso de producción de las industrias en el Municipio de Yumbo, se llama comando y control. La autoridad ambiental debe hacer cumplir todas las actividades que se establecen por ley según las instrucciones y normatividad que estipula en Ministerio de Vivienda y Desarrollo Sostenible. Se establecen estándares máximos permisibles de concentraciones de contaminantes atmosféricos, estándares de emisiones máximos para las industrias según su actividad económica y estándares tecnológicos que se deben implementar en el proceso de producción. Estos

estándares asumen que no generan mayor impacto en la salud y el bienestar de los ciudadanos.

El sistema de comando y control, por la cantidad de emisores facilita el proceso de control de la contaminación atmosférica uniformando los estándares de concentraciones de contaminantes atmosféricos para la zona industrial de Yumbo, pero esto no garantiza su cumplimiento, pues resulta muy costoso la inspección y control de directa para cada una de las fuentes, De otro modo se cumple para el caso de las industrias de Yumbo, la tercera complicación, donde se asume el mismo costo marginal de reducción para las industrias de Yumbo, y esto no resulta equitativo para las mismas.

Adicionalmente, el sistema de comando y control no establece límites para que otras fuentes fijas no se sumen como emisoras de contaminantes atmosféricos, es decir, si la cantidad de industrias en Yumbo aumenta, los estándares de concentraciones seguirían estáticos, hasta que la ley lo modifique.

REFERENCIAS

ALCALDIA MUNICIPAL DE YUMBO (2015). Disponible en la dirección electrónica: <http://www.yumbo.gov.co/portalcamy/index.php/nuestra-ciudad/geografia>.

Alcaldía Municipal de Yumbo. 2000. Plan Básico para la Ordenación Territorial del municipio de Yumbo – PBOT. Planeación Municipal

CVC (2012) “Informe de la calidad del aire año 2012”. Dirección Técnica Ambiental. Informe preparado por Alfonso Collazos Aldana, Germán Restrepo López y Leonardo Aponte Reyes.

EL PAIS (2011) “Empresa que se incineró en Acopi incumplía normas ambientales: CVC”. Disponible en la dirección electrónica: <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/segun-cvc-empresa-incinero-en-acopi-incumple-normas-ambientales>

EL PAIS (2007) “Disminuye amenaza de residuos peligrosos”. Disponible en la dirección electrónica:

<http://historico.elpais.com.co/paionline/notas/Abril252007/residuos.html>

FIELD, Barry C. (1995) Economía Ambiental: Una introducción. Mcgraw-hill.

GARZON, José Adolfo (2015), Profesional Especializado de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. Entrevista.

JIMENEZ, Liliana (2011) “Efectos de la contaminación atmosférica por PM10 sobre las consultas a urgencias por enfermedades respiratorias en menores de 15 años y menores de 60 años y mortalidad general en Cali, durante 2010 y 2011”. Tesis Universidad del Valle , Facultad de salud.

KOLSTAD, Charles (2001) Economía Ambiental. Oxford University Press, p. 162-165.

LABANDEIRA, X., León, C., Vásquez, M.(2007). Economía Ambiental. Pearson Educación S.A., p.68-72.

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”, pag.9,12 y 13.

OTERO, Freddy (1997) “Contaminación atmosférica y salud en Yumbo”. Tesis Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas.

PORTAFOLIO (2012) “Industria usa cada vez mas gas natural”. Disponible en la dirección electrónica:<http://www.portafolio.co/negocios/industria-usa-cada-vez-mas-gas-natural>

ROJAS, Johnny Harold (1994) “Contaminación del aire por la industria y costos sobre la salud en Yumbo 1994”. Tesis Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas.

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE (2015). Disponible en la dirección electrónica:<http://ambientebogota.gov.co/red-de-calidad-del-aire>

<http://201.245.192..252:81/>