

**FALLAS DEL GOBIERNO, INEFICIENCIA INSTITUCIONAL Y CONTAMINACIÓN  
HÍDRICA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.  
UN ANÁLISIS DE POLÍTICA PÚBLICA 2003 - 2008**



**DIANA CAROLINA BURBANO QUIRA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
ECONOMÍA  
POPAYÁN  
2013**

**FALLAS DEL GOBIERNO, INEFICIENCIA INSTITUCIONAL Y CONTAMINACIÓN  
HÍDRICA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.  
UN ANÁLISIS DE POLÍTICA PÚBLICA 2003 - 2008**

**DIANA CAROLINA BURBANO QUIRA**

**TESIS DE GRADO PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE ECONOMISTA**

**DIRECTORA DE TESIS  
ESP. JULIANA ISABEL SARMIENTO CASTILLO  
Economista  
Candidata a Doctora en Ciencias Ambientales**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
ECONOMIA  
POPAYAN  
2013**



Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme dado el privilegio de alcanzar esta meta.

A la Profesora Juliana Sarmiento por dirigir este trabajo, su disposición y sus valiosos aportes al mismo.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional.

A cada una de las personas que día a día me brindaron su apoyo incondicional aportando tiempo y conocimientos a la investigación.

Gracias a todos.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
1. ECONOMIA Y MEDIO AMBIENTE	9
1.1 El papel del desarrollo en la crisis ambiental.	10
1.1.1 Categorías de desarrollo sostenible (sostenibilidad débil y sostenibilidad fuerte)	13
1.2 Teoría de las externalidades	19
1.2.1 Derechos De Propiedad (Teorema De Coase)	21
1.2.3 Enfoque pigouviano	22
2. ANÁLISIS DE LA POLÍTICA DE RECAUDO DE TASAS RETRIBUTIVAS EN COLOMBIA	23
2.1 Política de tasas retributivas: Aplicación del enfoque pigouviano	23
2.2 Experiencias internacionales en el cobro de las tasas retributivas	24
2.3 Marco legal de las tasas retributivas en Colombia	26
3. EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA DE TASAS RETRIBUTIVAS, ESTUDIO DE CASO DEPARTAMENTO DEL CAUCA	32
3.1 Evaluación de la política de tasas retributivas: tablero de control	32
3.1.1. Evaluación del cuadro de control mediante la valoración de las fases para la implementación de la tasa retributiva.	40

3.1.1.1 Primera fase	40
3.1.1.2 Segunda fase	41
3.1.1.3 Tercera fase	42
3.1.1.4 Cuarta fase	46
3.2 Análisis de la efectividad de las tasas retributivas modelación econométrica	47
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
4.1 Conclusiones	53
4.2 Recomendaciones	54
BIBLIOGRAFIA	55
ANEXOS	57

## INTRODUCCIÓN

El hombre a través de la historia ha utilizado los recursos que le brinda el sistema natural con el fin de satisfacer sus necesidades materiales e inmateriales, generando grandes impactos sobre la oferta de bienes y servicios ambientales manifestadas en las crisis ambientales tales como contaminación del agua, aire y suelo, al igual el agotamiento de una gran variedad de recursos naturales, esto ha permitido percibir que “hay dos realidades irrefutables: la existencia de límites asociados a la capacidad de soporte y a la asimilación de la naturaleza” (Pérez y Rojas, 2008). Este tipo de afirmaciones llevan a considerar que somos parte de la naturaleza y para mantenernos como parte de ella debemos respetar algunas reglas; para ello debe hablarse de armonizar la búsqueda de una mejor calidad de vida para el ser humano sobre la base de la conservación del ecosistema para una coexistencia sociedad-naturaleza en relación con las diversas actividades económicas; El mundo hoy en día enfrenta problemas de índole ambiental los cuales se encuentran relacionados con la búsqueda de desarrollo basado en un modelo económico que le da mayor importancia a la obtención de ganancias que al bienestar de la humanidad.

Con el paso del tiempo los ríos se han convertido en el lugar común para arrojar los desechos humanos e industriales los cuales han impedido que el agua sea potable y que algunas especies acuáticas (la flora y la fauna) encuentren amenazado su hábitat, igualmente la capacidad de asimilación de la contaminación ha ido reduciendo debido a la disminución en el caudal producto del crecimiento considerable de la población y con ello la cantidad de aguas negras, residuos sólidos, residuos industriales y agrícolas que recaen sobre los mismos; incrementándose así los niveles de contaminación día tras día.

Lo anterior se puede evidenciar en un sistema cercano como lo es el río Cauca el cual con un cauce de 1.350 Kilómetros se constituye en receptor de una carga contaminante alrededor de 500 toneladas diarias, esta es la contaminación generada por alrededor de 10 millones de personas en los nueve departamentos que recorre. Entre el departamento del Cauca y del Valle del Cauca hay alrededor de 3.000 predios, entre los cuales se encuentran fábricas, caseríos y fincas con cerca de 2 kilómetros de frente quienes se han apropiado de las orillas del Río Cauca; Los indígenas yanaconas del Macizo Colombiano dicen que “... cuando el río nace cantando en la laguna del Buey, pica, no hacia el río Magdalena o el mar, sino hacia la muerte pues allí sus orillas son guerreadas por colonos que cortan árboles o siembran amapola o coca”. Al bajar a Popayán, a través de ríos recibe la carga de 400.000 personas, porque falta planta de tratamiento de aguas residuales, a pesar de que el río se oxigena al llegar a la represa de La Salvajina

(Cauca) esto no es suficiente dado que al pasar por el municipio de Suárez lo esperan siete minas de oro, algunas de las cuales usan mercurio, según la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC); Cauca abajo y hasta límites con Valle, hay 8 areneras (3 industriales), aparte de explotaciones de bauxita y carbón (Espinel y Valencia, 2007).

La zona de estudio seleccionada, la cuenca del río Cauca que pasa por algunos municipios del Norte del Cauca, permite evidenciar la eficiencia del Gobierno en su obligación de propender por un bienestar colectivo, haciendo frente a algo que el mercado por sí solo no ha podido corregir: La contaminación hídrica generada por empresas ubicadas cerca a ésta cuenca, en el desarrollo de su actividad económica, algo que la teoría económica neoclásica ha denominado como las externalidades negativas. Colombia cuenta con medidas de comando y control e instrumentos económicos que pretenden incentivar a los agentes causantes de la contaminación a buscar la manera de disminuir los vertimientos líquidos y sólidos arrojados a diario a los ríos.

Algunos de los decretos y leyes de gran importancia para establecer y fortalecer el mecanismo económico en Colombia son, el decreto 901 de 1997 en el cual se establece el uso del instrumento económico (tasa retributiva) por vertimientos hídricos haciendo uso del principio “el que contamina paga” con lo cual se incentiva a los agentes económicos que causan contaminación a disminuir sus desechos de la forma más efectiva posible; de acuerdo a este decreto las 33 corporaciones autónomas del país deberán realizar el cobro de las tasas retributivas esto con el fin de disminuir la contaminación y generar recursos que permita obtener una mejora ambiental.

El presente trabajo busca determinar la eficiencia de la política pública ambiental dirigida a la reducción de la contaminación del río Cauca en el norte del departamento del Cauca para el periodo 2003 a 2011, en primer lugar se ofrece un estado del arte sobre la forma como las diferentes escuelas de pensamiento económico han abordado la relación sociedad-naturaleza, posteriormente se muestra un análisis de la evolución de las políticas públicas ambientales en Colombia dirigidas a la preservación del medio ambiente. En el tercer capítulo se presenta la evaluación de la política pública ambiental a través de dos herramientas: el tablero de control y la modelación econométrica, igualmente se analiza cómo con el paso del tiempo las políticas públicas han ido evolucionando en Colombia buscando la preservación del medio ambiente. Finalmente, se presentan unas conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.



## CAPÍTULO 1. ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE

El desarrollo y el ambiente tienen una relación estrecha desde tiempo atrás, lo cual puede evidenciarse al analizar la forma como las diferentes escuelas de pensamiento económico le han dado importancia a los recursos naturales reconociendo que estos no son ilimitados; tal es el caso de los fisiócratas quienes integraron el sistema económico al sistema natural mediante la práctica de productividad más racional implementando formas de producción agrícola más técnicas que permitieran la preservación de la tierra y otros recursos de la naturaleza con el fin de alcanzar la felicidad mediante la utilización de la naturaleza en pro de la humanidad; para los fisiócratas era importante que la economía se encontrara gobernada por leyes naturales las cuales deben ser perturbadas solo mediante la reproducción del medio natural.

Más adelante se encuentra el planteamiento de la escuela clásica, la cual reconoce en la naturaleza una utilidad reflejada en su valor de uso y la no existencia de valor de cambio de los recursos, entre sus autores se destaca a Thomas Robert Malthus quien planteaba la posibilidad de una escasez de la tierra debido al crecimiento poblacional que desemboca en un incremento en la demanda de alimentos llevándolo a considerar la necesidad de controlar el crecimiento poblacional mediante ideas y/o prácticas como la restricción moral, que consistía en un compromiso por parte del hombre con su pareja (esposa), a fin de evitar la sobrepoblación. Otro autor relevante es David Ricardo quien guiado por el planteamiento malthusiano sobre la escasez de tierras, manifestó que el aumento en la cantidad de la población conduciría a variaciones en la calidad de la tierra ocasionando una caída en la productividad cayendo así en lo que el denominó rendimientos decrecientes y que se reflejaría en un crecimiento económico hasta llegar a un estado estacionario que se manifestaría en la disminución y/o agotamiento de los recursos naturales.

Dentro de la escuela clásica se pueden resaltar los planteamientos realizados por John Stuart Mill, quien consideraba de gran importancia el cambio tecnológico como una forma para contrarrestar en gran medida los rendimientos decrecientes en la agricultura, sin embargo no era ajeno a plantear que el crecimiento económico continuado tendría efectos negativos sobre la naturaleza (Gómez-Baggethun, et al, 2011).

Pero quizá uno de los grandes visionarios de la crisis ambiental fue Karl Marx, quien estaba convencido que la naturaleza era un medio generador de riqueza, consideraba que la naturaleza era la encargada de generar valor de uso, y que el trabajo es por tanto una manifestación de la fuerza de la naturaleza. De igual forma la escuela marxista establece que la innovación tecnológica, implementada por el capitalismo con el fin de generar mayor productividad, con el paso del

tiempo generará una crisis en la naturaleza que desembocará en afecciones a la salud y posterior disminución en la tasa de ganancias.

Finalmente la escuela neoclásica se preocupa por la contaminación y la excesiva explotación de los recursos naturales, razón por la cual comienzan a plantear nuevos términos y/o conceptos para explicar dicha problemática, entre estos se encuentra el de externalidades, las cuales se presentan cuando una empresa o un individuo realiza una actividad que repercute sobre el bienestar de otras personas sin recibir alguna compensación por dicho efecto; por otro lado aparece la valoración económica de los recursos naturales y el daño causado mediante la puesta en marcha de impuestos, subsidios y/o tasas, ésta fue una propuesta realizada por Arthur Pigou, en la búsqueda de la optimización de los recursos naturales se le comienza a dar importancia a los avances tecnológicos como elementos para generar la reducción en los niveles de contaminación y sobretodo mayor eficiencia en la producción, esta búsqueda se ve sustentada en la curva ambiental de Kusnetz, quien consideraba que los niveles de contaminación bajarían conforme se fuera avanzando en las tecnologías de producción de tal forma que al pasar de una producción manufacturera a una más tecnológica o de servicios más rápido disminuiría el nivel de contaminación (Gómez- Baggethun, et al, 2011).

Para los neoclásicos existe otra manera de solucionar la problemática ambiental y es a través del establecimiento de derechos de propiedad dado que cualquier costo social derivado de una externalidad puede ser solucionado directamente por las partes afectadas en la medida en que existan derechos de propiedad claramente definidos sobre los recursos naturales, sin ser necesaria la intervención del Gobierno en éste mecanismo de internalización de externalidades, su papel podría limitarse como garante del cumplimiento de mencionados derechos.

La importancia que cobró la tecnología como medio para aumentar la productividad y disminuir la contaminación ha llevado a considerarla como una forma de buscar progreso, entendido éste como desarrollo, lo que en últimas también podría convertirse en un círculo vicioso, dado que en la búsqueda de un mayor nivel tecnológico también aumenta la presión sobre los recursos naturales.

### **1.1 El papel del desarrollo en la crisis ambiental.**

El desarrollo puede ser considerado cercano al concepto de progreso dado que éste se encuentra ligado al avance científico, con lo cual se llegó a creer que “la humanidad se había movido, se estaba moviendo y se movería siempre por la senda deseable de un mejoramiento material y espiritual indefinido” (Naredo, 2003); lo anterior llevo a plantear una nueva cultura de consumo, de lógica

individual, de maximización de beneficios denominada economía de mercado; lo que se evidencia en la dinámica del Siglo XIX y XX, en donde el individualismo y el utilitarismo era lo que imperaba mostrando así que la economía se encontraba en una esfera muy alejada de la relación sociedad-naturaleza y llevando a considerar que los beneficios del crecimiento no se reparten de manera equitativa, generando brechas no solo entre países sino en la creciente contaminación de los recursos naturales que impiden la resiliencia<sup>11</sup> de la naturaleza, que entre mayor sea el crecimiento económico y con ello la explotación de los recursos naturales más se evidenciarán los límites de la naturaleza.

Podría afirmarse que la importancia dado a los temas sobre medio ambiente y/o la crisis ambiental, empezó a expandirse alrededor de la década de los sesenta, donde se encendió una voz de alarma a partir de la obra de Rachel Carson con su libro “*Silent Spring*” (La Primavera Silenciosa), donde se manifestaba la problemática que había entre el modelo de desarrollo del capitalismo fordista y los impactos ambientales y de salubridad producto de los pesticidas; posteriormente, se revive la discusión malthusiana acerca del crecimiento del consumo y la dotación de los recursos naturales manifestando que un crecimiento exponencial lleva al mundo cada vez más cerca a los límites de ese crecimiento, de acuerdo a Malthus esto puede explicarse debido a que la población crece de forma geométrica mientras que la naturaleza (los recursos naturales) lo hacen de forma aritmética, lo que desemboca en un rendimiento decreciente de los recursos naturales, por otro lado Kuznets plantea que esta escasez tiene que ver con las diferencias que existen entre el PIB per cápita de cada nación y de la cultura que hay en los mismos, estas diferencias influyen en un factor decisivo como lo es la tasa de natalidad ya que estas variaciones en el PIB influyen en las decisiones de la población y con ello en la explotación de los recursos destinados a la producción (Nava Mozo Verónica et al, 2008).

Esta preocupación abrió las puertas al planteamiento de políticas de comando y control como una posible salida a las diversas problemáticas ambientales (contaminación hídrica, atmosférica, entre otras), esto teniendo en cuenta planteamientos de tipo económico y ambiental, tal es el caso de la curva de Kuznets la cual estudia la relación empírica entre el ingreso per-cápita, generalmente interpretado como una proxy de la etapa de desarrollo y el deterioro del medio ambiente (Labandeira, 2007). Este planteamiento vincula consumo o la producción de bienes con el deterioro ambiental. Con el propósito de examinar cómo el ingreso per cápita, a su vez, afecta a la desigualdad y la degradación del medio ambiente a través de varios canales, dado que la relación entre crecimiento económico y calidad ambiental no es constante a lo largo de las diferentes etapas del desarrollo.

---

<sup>1</sup> Entendida como la capacidad que tiene un recurso y/ o persona de regenerarse.

Lo anterior, ha llevado a abordar el desarrollo desde otra perspectiva, planteándolo como Desarrollo Sostenible; sin embargo, este aún no se encuentra bien definido dado que en el tiempo han ido apareciendo nuevas variantes que se asocian a éste concepto, sin embargo se puede decir que la ex primera ministra noruega Gro Harlem Brundtland fue la primera en plantear una aproximación del significado globalmente aceptado de desarrollo sostenible: *“el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”* (Informe Brundtland, 1987), dado que nada puede aislarse convenientemente para ser estudiado y remediado por separado, esto requiere de un cambio cultural que permita la generación de diversos tipos de actuaciones con valores no solo sociales sino hacia la naturaleza a fin de que la satisfacción de las necesidades del hombre no contribuyan a generar una creciente contaminación desembocando en el agotamiento de los recursos, esto dejaría por fuera la idea de tener en cuenta las necesidades de las generaciones futuras y llevaría a replantear el hecho de que el desarrollo tiene por finalidad proporcionar el bienestar social y económico, a buscar la conservación de los recursos a fin de generar un desarrollo que pueda ser sostenible para la vida, esta definición suponía que ya estaba incluido el alcance de objetivos económicos, ambientales y sociales lo cual fue criticado por su ambigüedad y por el extenso espacio para diferentes interpretaciones; sin embargo cabe resaltar que este primer concepto permitió el fortalecimiento del eje ambiental en lo que a política económica se refiere, al igual que abrió paso al fortalecimiento del compromiso con la equidad mediante la existencia de componentes cualitativos ligados al bienestar viéndolo como desarrollo más que como crecimiento, lo que finalmente llevó a consolidar una estructura institucional fortalecida en el tema del desarrollo ambiental reflejada en normas, convenios y organizaciones enfocadas a la consecución de planes y programas que fortalezcan y/o preserven el medio ambiente.

La manera en que se explotaban los diversos recursos ha generado gran preocupación en la Organización de las Naciones Unidas (ONU) lo que ha conllevado a hablar de la generación de una comisión mundial encargada del medio ambiente, esta preocupación se socializó por primera vez en 1972 en Estocolmo. Dejando planteados temas a tratar en las siguientes reuniones de tal forma que llevaran a la comunidad en general a tomar conciencia pública de la problemática ambiental aterrizando toda esta preocupación en el documento, hoy en día conocido como los objetivos del milenio.

Por otra parte, el desarrollo sostenible puede ser entendido como una preocupación de transferencia intergeneracional de riqueza más que de recursos naturales (Van Kooten y Bulte, 2000), de igual forma puede ser entendida como una preocupación por el bienestar del medio ambiente a largo plazo y de la población en todo sentido ya que no solo se trata de las generaciones futuras sino de la preocupación por la tasa de crecimiento poblacional y por mantener el crecimiento económico enfrentando la escasez.

El desarrollo sostenible tiene dos categorías que permiten evidenciar la manera como se relaciona la naturaleza y la sociedad, mostrando la visión que tienen los individuos frente a la manera como buscan la obtención de bienes y servicios, dejando ver la importancia que tiene la adopción de políticas públicas y el uso y mejoramiento de las tecnologías para un mejor manejo de los recursos naturales como se mostrará más adelante.

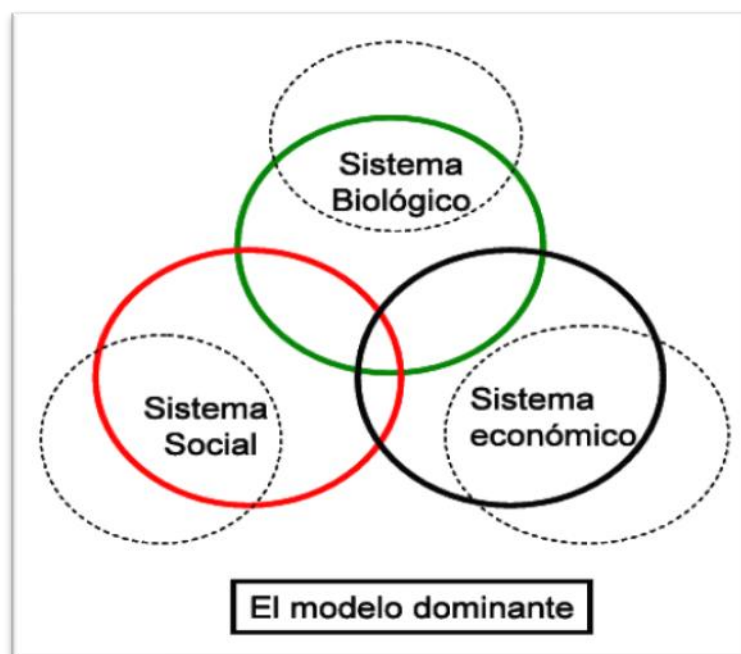
### *1.1.1 Categorías de desarrollo sostenible (sostenibilidad débil y sostenibilidad fuerte)*

De acuerdo con Pérez y Rojas (2008), el desarrollo sostenible se puede considerar como la relación existente entre la sociedad y la naturaleza, en la cual se orientan estrategias en pro del mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad, esto trasciende al ámbito de las políticas públicas sustentadas en lineamientos utilitaristas consideradas como sostenibilidad débil. Por otro lado se encuentra la concepción ecológica que busca preservar la base ecosistémica del desarrollo, que se considera como una sostenibilidad del tipo o carácter fuerte; la primera tiene en cuenta dos tipos de capital el natural y el manufacturado, se basa en la creencia de la perfecta sustitución de los capitales los cuales hacen que los niveles de producción y de consumo se puedan mantener crecientes en el tiempo dejando ver que la prioridad no es conservar el capital natural sino aumentar el capital manufacturado para evitar que disminuya el consumo; se puede decir que el requisito que establece la regla de sustentabilidad débil es que se transfiera de una generación a otra un stock de capital total no menor al que existe en el presente (Solow, 1974; Sudhir & Sen, 1994). Lo anterior significa la posibilidad de traspasar un ambiente degradado si también se entrega más infraestructura. La sustentabilidad débil asume, por tanto, que las distintas formas de capital son completamente intercambiables (Costanza & Daly, 1992). Existe otro supuesto importante en la sustentabilidad débil: el medio ambiente, considerado como otra forma de capital, es perfectamente sustituible por otro tipo de capital o activos. Así, la desaparición progresiva de aquellos recursos naturales de los que existe una cantidad fija, los llamados recursos no renovables, debiera ir acompañada por inversión en otro tipo de capital (Hartwick, 1977; Solow, 1986).

El desarrollo sostenible débil puede ser visto como aquel en el que prima el progreso técnico sobre el capital natural dado que no considera la existencia de restricciones sobreambientales al crecimiento económico, esta forma de desarrollo es catalogada como débil, porque no le da la importancia que merece al capital natural, con lo cual evade el problema de su agotamiento, esto también se presenta por suponer que otras formas de capital y el progreso tecnológico siempre podrán compensarlo (Cabeza, 1996; Víctor, 1991; Martínez-Alier y Roca 2001). Lo anterior deja ver que lo único que prima en este tipo de desarrollo es un fin utilitarista como lo es el consumo, el bienestar o ingreso per cápita, los cuales no deberían decrecer en el tiempo.

Sin embargo, hay una visión más generalizada de desarrollo sostenible débil y es aquella que toma los sistemas natural, social y económico como una cosmovisión en donde los tres sistemas son autónomos y por lo tanto pueden ser tratados de manera independiente, generando reduccionismo al desconocer los límites relacionados con el sistema ambiental y se puede observar en el siguiente gráfico que la sostenibilidad sólo es alcanzada por el sistema económico y el espacio en que interactúa el sistema ambiental no es más que un área de contradicción y conflicto.

GRÁFICO 1. Esquema sostenibilidad débil.



Fuente: Pérez (2012).

Como se puede observar en el anterior gráfico la sostenibilidad débil considera los sistemas autónomos independientes y al mismo nivel (reduccionismo), este no se encuentra regido por límites naturales ya que le da mayor importancia a los avances tecnológicos, lo que permite obtener mayor eficiencia económica, consideran la posibilidad de sustituir el capital natural por el capital manufacturado, solo se le da importancia a la naturaleza como un recurso.

El objetivo de la sostenibilidad es la plena integración de los sistemas natural, social y económico (pensamiento lineal), y esto puede ser logrado a través de la aplicación de una serie de metas para cada sistema y cada una con su propia jerarquía de submetas y objetivos (Holmberg, 1994). Los objetivos del desarrollo

sostenible serán entonces maximizar las metas a lograr en una interacción entre estos tres sistemas, identificando sus requerimientos de estabilidad y, en ciertos casos, se debe llegar a acuerdos que pueden significar sacrificios para alguno de los sistemas (Goodland, 1995). Con esta visión, se pasa de una posición determinante de la dimensión ecológica en el concepto de sostenibilidad, a otra subordinada, negando que la economía esté condicionada por los límites naturales al quedar separadas ambas dimensiones, manteniendo el estatus tradicional de ciencia económica como ciencia autónoma ajena a las demás ciencias (Bermejo, 2005).

La plataforma de la sostenibilidad débil se encuentra relacionada con el crecimiento económico que proveerá los recursos necesarios para disminuir la pobreza, financiar soluciones tecnológicas basadas en el principio de la eco eficiencia y el mejoramiento del Estado y de las instituciones del mismo que se encuentran vinculadas al sector ambiental; esto se puede evidenciar mediante la curva de kuznets; que es en forma de “U” invertida y muestra la relación inversa que existe entre el ingreso y el bienestar ambiental, pues a mayor ingreso mayor degradación ambiental, esto se debe a la existencia de cinco efectos explicativos que son:

- El efecto composición que se origina en los países desarrollados lo cuales basan su economía en el sector servicios esto lleva a que la degradación se presente en los países en vía de desarrollo son estos los encargados de operar las industrias y el sector agrícola con lo que se transfieren los elementos contaminantes a los países en vías de desarrollo.
- El efecto desplazamiento muestra como el cambio en la economía de los países desarrollados que se dedican más a la prestación de servicios y deja la manufactura y la industria en manos de los países en vía de desarrollo hace que se en estos países sea en donde se incremente la cantidad de contaminación.
- El progreso tecnológico es positivo porque al incrementar la inversión en investigación se puede incrementar el desarrollo y con ello se puede generar una mejora en la tecnología medio ambiental, lo que puede ser transmitido a los países en vía de desarrollo lo que permitiría mitigar a contaminación, lo que generaría efectos positivos.
- La regulación ambiental son todas aquellas reformas que permiten a los usuarios privados tomar en cuenta el costo social de sus acciones.

Lo anterior permite evidenciar que la naturaleza es reducida a una perspectiva netamente economicista en donde la tala de bosques o la contaminación de espacios naturales, se puede justificar si se genera empleo u otra cierta

rentabilidad financiera, limitando el papel de la autoridad ambiental al de mantener la oferta de recursos naturales para su uso económico.

Se puede afirmar que la sustentabilidad débil acepta la sustitución entre diferentes formas de capital, donde el capital natural podría ser sustituido por el de origen humano mientras no haya caída en el bienestar de las personas, es decir que la sustentabilidad débil otorga un papel importante a los cálculos de precios sobre la naturaleza usándose esa valoración económica como un componente destacado en la gestión ambiental.

Por otra parte, la sostenibilidad fuerte está basada en la corriente ecológica al considerar que los sistemas de tipo ecológico son fundamentales para que se de cualquier proceso de tipo económico por tal razón no se puede aislar el sistema ecológico del sistema económico pues esto conllevaría a un manejo ambiental inadecuado, desde este enfoque se plantea que no existe perfecta equivalencia entre el capital ecológico y el construido por el hombre. Se argumenta, que ciertos recursos naturales parecen ser esenciales para el bienestar y/o la supervivencia de la humanidad. Se designa a dicho capital como crítico. También se promueve el principio de precaución, el cual plantea que si no se conocen los umbrales ecológicos, sobre los cuales los daños al sistema natural son irreversibles, se debería prohibir la explotación de recursos. Se puede citar como ejemplos de capital crítico la capa de ozono o ecosistemas complejos como los bosques tropicales de la Amazonía. Si las distintas formas de capital no son fácilmente sustituibles unas por otras, entonces la regla de sustentabilidad fuerte establece que, al menos se proteja el capital natural crítico (Costanza & Daly, 1992).

De acuerdo a Daly la sostenibilidad fuerte se sustenta en el “escepticismo tecnológico” y en el “principio de precaución”; dado que la tecnología no es capaz de evitar las restricciones fundamentales de energía y recursos, y finalmente el crecimiento económico material deberá cesar (Daly, 1989); para la sostenibilidad fuerte el crecimiento económico debe hacerse compatible con la dinámica de crecimiento de los recursos naturales renovables y el desarrollo de los recursos no renovables (Pérez y Rojas, 2008), esto conlleva a pensar en que la forma como se incrementa la escala de crecimiento de la economía es más acelerado y grande que la capacidad que tiene de asimilación y de regeneración de los ciclos naturales lo que llevo a Bermeo (2005) a plantear que “al ser la especie humana parte de la naturaleza, la economía de ésta ésta no puede ser más que un subsistema de la economía general de los materiales y la energía, que es el componente no vivo de la ecología. El principio de jerarquía natural determina que el subsistema no puede transgredir las normas del sistema, así que solo será sostenible cuando imite a la naturaleza”. (Bermeo, 2005) La visión que propone Hernan Daly sobre el desarrollo sostenible fuerte es un desarrollo sin crecimiento, entendiendo el crecimiento como “aumento del tamaño por acción de materiales” y el desarrollo como “expansión o realización de potencialidades”. (Daly, 1938); según él, para lograr el desarrollo sostenible es necesario que la cantidad de



explotación humana sea igual a la capacidad de sustentación del medio, es decir, que el área sustentada sea proporcional al área sustentante, para ello la cantidad de habitantes y su consumo debe limitarse lográndose así que la velocidad de explotación del medio sea igual a la capacidad de regeneración de los recursos naturales por lo tanto la cantidad de emisiones debe corresponder a la capacidad de asimilación del medio y la explotación de recursos naturales debe corresponder a las tasas de extracción de sustitutos renovables, es decir debe tenerse en cuenta la resiliencia del medio.

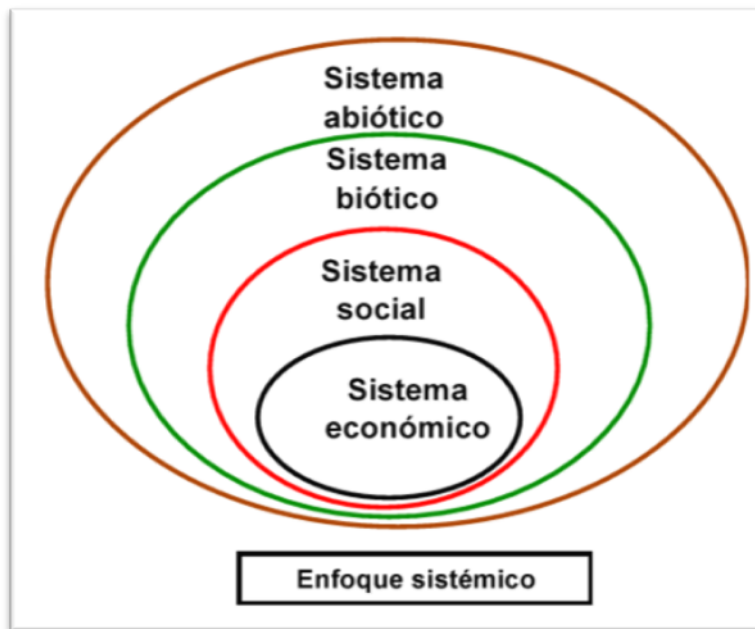
La sostenibilidad fuerte se sustenta en lo ambiental y ecológico que posibilitan que el desarrollo socio-económico se pueda mantener en el tiempo, lo que deja ver que este tipo de sostenibilidad es la base conceptual para realizar el diseño de las políticas públicas con el fin de alcanzar el desarrollo sostenible.

De lo anterior se puede decir que la economía ambiental ve a la economía y a la sociedad como subsistemas capaces de cambiar el ecosistema a través de la percepción social del mismo, estructurado sobre la base de los derechos de propiedad de los recursos y servicios ambientales en una distribución en la cual prima la distribución social de poder y de ingresos, en una estructura de género, social, de clases y castas (Martinez-Alier, 2002). Finalmente se puede decir que el objetivo del estudio de la economía ecológica es la sostenibilidad o insostenibilidad ecológica de la economía mediante la inclusión de la evaluación física de los impactos ambientales de la economía humana.

De acuerdo a lo planteado por la sostenibilidad fuerte, se puede decir que el desarrollo sostenible significa vivir dentro de restricciones ambientales que corresponden a la capacidad de absorción y regeneración de los recursos naturales; resaltando así la necesidad de conectar la sostenibilidad con la preocupación por la existencia de equidad ambiental, entre regiones; desde esta perspectiva se puede decir que la sostenibilidad fuerte tiene una conexión directa con la preocupación por la equidad ambiental lo que ha conllevado a que las entidades de gestión ambiental como las políticas de las autoridades ambientales pongan vital importancia y marquen como objetivo el mantenimiento de la capacidad de la biosfera en el tiempo con el fin de asegurar el abastecimiento de los recursos naturales y la asimilación de los desperdicios y contaminación ya que esta es la prestadora de servicios ecosistémicos para la vida.

Finalmente la sostenibilidad fuerte no acepta la sustitución total ni perfecta entre las diferentes formas de capital, de tal forma es necesario mantener un stock de capital natural, el cual no podrá perderse lo que hace ver al desarrollo sostenible como una meta clave para proteger los recursos naturales dado que estos son escasos y por lo tanto es de vital importancia implementar procesos técnicos y políticos para la toma de decisiones ya que considera este tipo de sostenibilidad contempla otros tipos de valoración a parte del económico.

Grafico 2. Esquema de sostenibilidad fuerte.



Fuente: Pérez (2012).

Como se puede observar en el grafico la sostenibilidad fuerte reconoce una relación de interdependencia entre los subsistemas, es decir que reconoce límites, considera que existen límites en los recursos naturales y por lo tanto debe generarse una complementariedad entre el capital natural y el capital manufacturado, esta sostenibilidad presenta escepticismo ante la tecnología pues considera que los recursos naturales no son ilimitados.

El reconocer esa relación de interdependencia entre los subsistemas ha llevado a Colombia a verse influenciada en la implementación de diversas políticas de tipo ambiental, tal como la descontaminación por medio de la utilización de tasa retributivas, por los acontecimientos de índole mundial de tal forma que le ha dado gran importancia al análisis de las causas y los efectos de la problemática ambiental a fin de abordar las diversas políticas públicas desde una mirada social, económica y ambiental.

En una situación inicial en la cual los agentes contaminadores no pagan por el uso de los servicios que el medio ambiente les presta como sumideros de residuos contaminantes, se genera una sobreutilización del recurso natural en la búsqueda de un nivel de beneficio mayor actuando de manera individual, esto genera que el agente contaminante se apropie de los beneficios de utilizar el medio ambiente como receptor de los desechos y de igual forma socialice los efectos negativos producidos por contaminar.

Se reconoce que el concepto de sostenibilidad débil presenta considerables falencias, entre varias razones por centrar el análisis en la búsqueda del incremento de la productividad y la poca importancia prestada a los recursos naturales, desafortunadamente es la base conceptual que utilizan diferentes países, incluido Colombia, pues el cobro de tasas impositivas está basado en el planteamiento pigouviano de internalización de externalidades, prevaleciendo así las necesidades económicas sobre la importancia y las necesidades ecológicas; de igual forma como se abordará más adelante, la legislación colombiana no se apoya en parámetros ni medidas que se encuentren cimentadas en los planeamientos de la sostenibilidad fuerte, prueba de ello son los insuficientes programas basados en el principios de precaución, enfocados a la generación de una cultura ciudadana en donde se aprenda a preservar las cuencas, los ríos, minerales y demás recursos naturales. Por tal motivo, la investigación evaluará la política pública desde éste planteamiento a fin de determinar cuan efectiva ha sido esta política para la disminución de contaminación que se presenta en el río Cauca, en el norte del mismo departamento.

## **1.2 Teoría de las Externalidades**

La realización de las políticas de tipo ambiental se han visto soportadas por diversas teorías entre las cuales se encuentran los planteamientos realizados por Baumol y Oates (1988) que hacen referencia a la teoría de las externalidades planteando que para la existencia de una externalidad debe cumplirse con dos condiciones:

1. La función de producción o de utilidad de un agente será afectada por los niveles de consumo o de producción de otro individuo sin que este último preste atención en el cambio del bienestar del primero.
2. La persona que realiza la actividad generadora de la externalidad no recibe una compensación ni realiza un pago por los beneficios y/o costos generados a quien recibe la externalidad.

De igual forma se puede ver que en la situación donde los agentes contaminadores no pagan por utilizar los servicios del medio ambiente como sumideros de sus emisiones, se da una situación de sobreutilización del recurso natural o tragedia de los comunes. Por lo tanto, el agente contaminante se apropia de los beneficios de utilizar el medio ambiente como receptor de sus desechos, pero externaliza los efectos negativos producidos por su contaminación (Hardin, 1968).

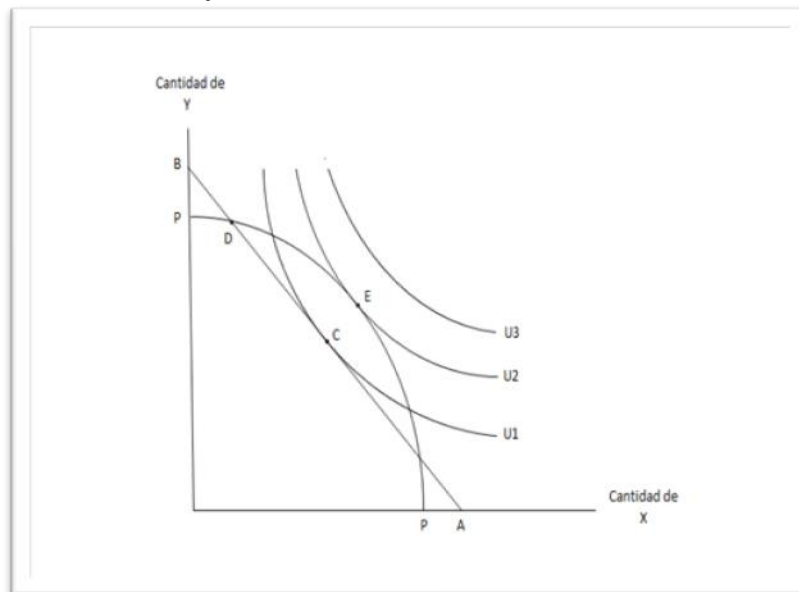
Dados estos planteamientos y al ver que no se da un óptimo paretiano, es decir la actividad de un individuo afecta negativamente al bienestar de otro individuo es donde se empieza a plantear la importancia de la tributación y eso se ve

representado en el planteamiento de las teorías de la internalización de las externalidades propuestas por Pigou (1920) y Coase (1960), ambos de la escuela neoclásica.

El establecimiento de la tasa retributiva como mecanismo que permite corregir las externalidades negativas puede presentar una falencia al no plantear o mostrar un verdadero nivel óptimo de contaminación, esto obligaría a tener en cuenta el planteamiento de Baumol y Oates (1973), el cual se refiere a la existencia de un segundo óptimo el cual permite alcanzar una meta de calidad ambiental con un menor costo para la sociedad, esto se da como respuesta a las distorsiones de política a los que se ven enfrentados los políticos y/o decisores de política al establecer los costos marginales de la sociedad y de igual forma los beneficios marginales de las empresas.

En el gráfico 3 se puede observar como la restricción AB impide alcanzar el punto óptimo E. No es cierto que dada esta restricción, una sociedad deba luchar por alcanzar la eficiencia productiva. Los puntos como el C se prefieren a los puntos eficientes como el D, que son alcanzables. Por lo tanto los puntos de segundo óptimo no son puntos necesariamente eficientes (Nicholson, 1997).

Gráfico 3. Maximización bajo externalidades.

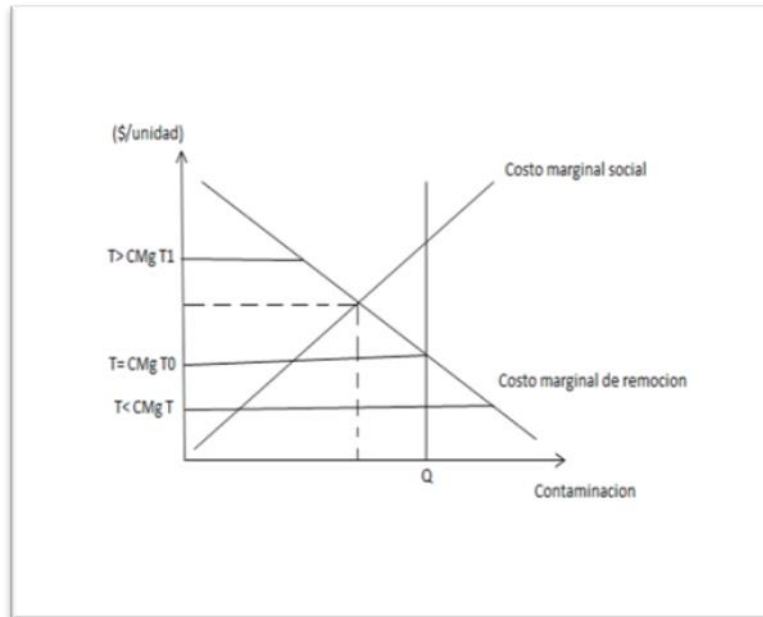


Fuente: Nicholson (1997).

Por lo anterior, es necesario que la autoridad ambiental establezca una meta de contaminación en donde los agentes tengan la posibilidad de invertir en

descontaminación (reducción de contaminación con tecnologías limpias) o en pagar las tasas establecidas.

Gráfico 4. Internalización de externalidad negativa.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 4, puede observarse que la medida a implementar dependerá de los costos marginales de reducción de contaminación y dado que la autoridad ambiental no conoce la decisión de cada empresa y/o agente contaminador deberá establecer una tasa que pueda ser inferior al costo marginal de remoción  $T$  y otra que la reducción sea superior  $T1$  a la meta, lo anterior con el fin de cumplir con la meta de reducción establecida.

### 1.2.1 Derechos De Propiedad (Teorema De Coase)

Según Coase la intervención no siempre es necesaria y en ocasiones se debe permitir la externalidad a fin de lograr un óptimo social mediante la negociación, sí los costos de transacción son inferiores a lo que se persigue con el intercambio; solo cuando el beneficio que se obtendrá sea mayor que la externalidad se puede considerar la intervención, sin embargo considera que siempre será mejor llegar a un óptimo mediante la negociación (Rocasolano, 2001).

A través de esta negociación consistente en la maximización del producto social en lugar de la comparación del producto social y privado, es indiferente si al

causante del efecto dañino se le puede asignar responsabilidad por daños o no, porque en ambos casos se puede llegar a una situación óptima. Y lo más importante de eso es que se produce a través de un proceso espontáneo, por inercia de la gente. Así se reconoce, en palabras de Coase, la naturaleza recíproca a la hora de solucionar el problema de las externalidades, a través de la negociación entre productor y "consumidor" o receptor de las mismas, en lo que es una compra-venta de derechos legales. Pero para ello, esa negociación conducente a ese resultado sólo será viable con costes de transacción o de negociación nulos y unos derechos de propiedad claramente establecidos que puedan defenderse en los tribunales. (Rocasolano, 2001).

### *1.2.2 Enfoque Pigouviano.*

De acuerdo con Reátegui Lozano (2009), Arthur Pigou considera que los impuestos son una forma de corregir los efectos de las externalidades negativas, estos deben ser cargados a las actividades que generan la externalidad y deben pagarse al Gobierno, quien es el encargado de intervenir para corregir las externalidades mediante la creación de entes reguladores quienes serán los encargados de velar por el cumplimiento de las normas establecidas y de generar incentivos que conduzcan a la disminución en las emisiones de carga contaminante. Claramente se observa que el enfoque pigouviano es de tipo intervencionista, a diferencia de la propuesta de Coase, quien plantea que a través de las iniciativas privadas se puede resolver el problema de las externalidades. La presente investigación, dado que intenta aproximarse a una medición de la eficiencia de la política pública de tasas retributivas, tiene como soporte teórico el enfoque pigouviano.

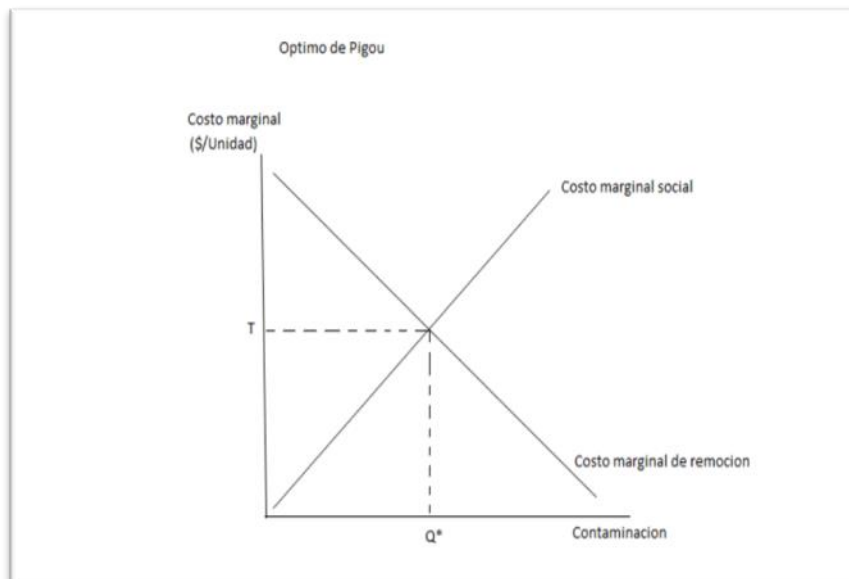
## 2. ANÁLISIS DE LA POLÍTICA DE RECAUDO DE TASAS RETRIBUTIVAS EN COLOMBIA

La política pública ambiental colombiana contempla entre los diferentes mecanismos de disminución de la carga contaminante emitida a los ríos y a las cuencas, el cobro de una tasa impositiva denominada tasa retributiva la cual está basada en el concepto neoclásico del impuesto pigouviano.

### 2.1 Política de tasas retributivas: Aplicación del enfoque pigouviano.

Según Galarza (2009), Pigou establece que se debe imponer a los productores un impuesto con base en el valor monetario del daño ambiental generado que permita trasladar dicho costo al precio del bien final, generando una reducción de la cantidad de contaminación hasta un nivel óptimo  $Q^*$ . Ante este escenario aparece como evidente la necesidad de intervención gubernamental para fijar y cobrar el impuesto. El valor de la tasa es aquel que se obtiene de igualar los costos marginales de productores y de los afectados, y por lo tanto para determinar dicha tasa es necesario conocer la función de costos, tanto de la sociedad como de las empresas, lo que genera en la práctica grandes restricciones para los decisores de política, pues no se cuenta con niveles adecuados de información, especialmente en lo referente al daño marginal.

Gráfico 5. Óptimo pigouviano.



Fuente: Miguel Galarza (2009).

La tasa retributiva puede ser entendida como el mecanismo para corregir distorsiones de mercado como lo son las externalidades negativas producto del uso de diversos factores de producción que generan residuos que afectan a medio ambiente y/o los recursos naturales estableciendo un precio que permita subsanar el daño que se está ocasionando a un recurso natural; el concepto de tasas retributivas en Colombia se da a partir del decreto 2811 de 1974 en donde se plasma:

*“La utilización directa o indirecta de la atmósfera, de los ríos, arroyos, lagos y aguas subterráneas, y de la tierra y el suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades lucrativas, podrá sujetarse al pago de tasas retributivas del servicio de eliminación o control de las consecuencias de las actividades nocivas expresadas” ( Artículo 18, decreto 2811 de 1974).*

Al establecer la tasa retributiva como respuesta a la necesidad de “*quien contamina paga*” se puede decir que ésta se encuentra enmarcada en el concepto de sostenibilidad débil, donde se da prioridad a la tecnología y a la productividad económica, la implementación de ésta tasa viene de la observación de países industrializados los cuales invertían alrededor de un 70% de la inversión ambiental a la descontaminación del agua y los cuales con el paso del tiempo concluyeron que este tipo de comando y control es ineficiente y generaba demasiados costos a la economía, costos que países como Colombia no podrían asumir. La implementación de la política pública ambiental en Colombia no solo se encuentra basada en la teoría del impuesto pigouviano, también se encuentra predeterminada por las experiencias internacionales de aquellos países pioneros que han implementado medidas de comando y control, para disminuir los niveles de contaminación hídrica, medidas que han resultado efectivas de acuerdo dado el buen manejo de los recursos económicos obtenidos y la buena implementación de medidas paliativas para la disminución de contaminación y recuperación de fuentes hídricas; los incentivos económicos son utilizados en Europa y Estados Unidos para el control de la contaminación y con el paso del tiempo ha empezado a tomar importancia en los países en vías de desarrollo aunque con algunos contratiempos dada la organización política y los bajos presupuestos que se han dedicado para este propósito.

## **2.2 Experiencias internacionales en el cobro de las tasas retributivas**

La idoneidad del cobro de la tasa retributiva viene generada por experiencias de países como Holanda y Francia. El primero estableció el cobro de las tasas retributivas con la finalidad de financiar la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que se requerían por la ley de descontaminación hídrica. Estudios econométricos realizados por Bresser y Schuddeboom (1993)



arrojaron como resultado que las reducciones estaban directamente relacionadas con los incrementos graduales del nivel de la tasa por contaminación lo cual hacía que el costo de construir las plantas de tratamiento fuese menor que el anticipado en el año 1970.

Otro país pionero en la implementación del sistema impositivo es Francia el cual en 1969 crea un sistema de tasas retributivas el cual dejaba exentos del pago del mismo tan solo a los campesinos, este cobro era emitido como respuesta a la carga contaminante que era arrojada a los cuerpos de agua, el cobro se veía sujeto a las mediciones de la demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y a los residuos sólidos totales (SST), de igual forma el Ministerio de Ambiente impone restricciones a la emisión de contaminantes a algunas fuentes hídricas.

Estas tasas eran destinadas a la construcción y/o elaboración de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con esto se buscaba crear conciencia mediante él envió de señales económicas a fin de conseguir la disminución de contaminación; Francia es uno de los países a los que mejor le ha ido utilizando el cobro de las tasas retributivas y otras políticas públicas, pues esto ha creado conciencia en la sociedad francesa generando un cambio cultural y se evidencia en las descontaminación de su principal río (el río Sena), el cual era uno de los más contaminados de Europa.

Por su parte Alemania estableció en 1981 la tasa retributiva se estableció en el año 1981, la tasa se cobraba por descargas directas sobre los cuerpos de agua, las descargas indirectas eran cobradas a las empresas de alcantarillado quienes a su vez podían transmitir dicho cobro a la población a la cual le prestaban el servicio. De acuerdo a la legislación Alemana el recaudo de las tasas retributivas sería destinado al mejoramiento de la calidad del agua, esto ha creado conciencia en la población contaminante la cual ha hecho avances tecnológicos que se han visto reflejados en la disminución de esta tasa y la cual ha llevado a la implementación en el uso de tecnologías limpias y de trabajos de descontaminación al final de las tuberías.

Por otro lado en el continente americano el primer país en adoptar la medida impositiva fue Estados Unidos en el año 1972, año en el cual la agencia de protección ambiental EPA, establece los límites permisibles para el vertimiento de sustancias contaminantes, de igual forma que cada fuente puntual de contaminación debe tramitar y obtener un permiso por parte del sistema de descargas de contaminación (NADES) para el vertimiento de sustancias contaminantes y será la EPA quien emita el permiso (Harrington, 2003).

Las tasas se cobran a los hogares y a las firmas por la cantidad de descarga de agua residual en el sistema de alcantarillado, esto con el fin de financiar y construir plantas de tratamiento (PTAR) las cuales son subsidiadas en gran parte por el

gobierno y operadas por los municipios; por otro lado a la industria se le cobra la tasa retributiva de acuerdo a los presuntos niveles de concentración de contaminantes y de agua consumida, midiendo los niveles de toxicidad emitidos por las industrias (Harrington, 2003). Lo anterior, se encuentra limitado por las organizaciones ecologistas y la organización social y política que hace de esta medida algo flexible a fin de no ir en detrimento de los derechos de la población establecidos en su constitución.

De igual forma los países latinoamericanos han visto influenciada la implementación de medidas de comando y control guiados por el contexto internacional de países europeos quienes han mostrado grandes resultados en la reducción de contaminación de los diversos recursos naturales y auspiciados por entidades como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que ha planteado la importancia de generar políticas que permitan reducir la carga contaminante y preservar los recursos naturales, uno de los países destacados es México, quien ha generado políticas públicas dirigidas a sectores económicos específicos como lo son la agricultura, la minería y la industria, sectores para los cuales ha creado subsidios con el fin de incentivar la disminución de la cantidad de elementos contaminantes; de igual forma han generado impuestos a fin de disminuir las cargas contaminantes y evitar distorsiones que puedan conllevar a la evasión de la responsabilidad ambiental y a la pérdida de regeneración del sistema natural.

### **2.3 Marco legal de las tasas retributivas en Colombia.**

En la legislación colombiana el concepto de tasa retributiva aparece por primera vez en 1974 mediante el decreto 2811 en su artículo 18 expresado de la siguiente manera:

*“la utilización directa o indirecta de la atmosfera, de los ríos, arroyos, lagos y aguas subterráneas, y de la tierra y el suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, o aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades lucrativas, podrá sujetarse al pago de tasas retributivas del servicio de eliminación o control de las consecuencias de las actividades nocivas expresadas”*

Mediante este decreto se destacan dos aspectos importantes como:

1. El cálculo de la tasa dependerá del costo asociado a la descontaminación.

2. El cobro de la tasa retributiva se encuentra ligado a la contaminación producto de una actividad lucrativa.

Estos aspectos evidencian que el cobro de la tasa retributiva es ineficiente dado que el valor que se cobra está por debajo del costo marginal de contaminación, es decir, no se toman en cuenta otros factores que afectan a la sociedad como consecuencia de la contaminación producida, algunos de estos aspectos tienen que ver con temas de salubridad (aparición de enfermedades, infecciones, entre otros) y la afectación de otras actividades de tipo económico como lo es el turismo y al realizarse el cobro tan solo a las personas y/o empresas que realizan una actividad lucrativa se está afectando a la comunidad en general ya que la sociedad sin distinción alguna hace uso del sistema de alcantarillado y por tanto vierte contaminantes a los cuerpos de agua finales (ríos, quebradas) con lo cual están haciendo uso de un bien común sin pagar por ello llevando a imponer un costo superior a la sociedad.

Posteriormente, en el año 1984 se establece el decreto 1594 el cual reglamenta todo lo relacionado con el uso del agua, sus límites de vertimiento y el monto de la tasa retributiva mediante sus capítulos IV, VI, y XII, este decreto al establecer el límite máximo de vertimiento planteado en los artículos 72 y 73, implementa una política de comando y control haciendo así que los usuarios paguen un valor que se encuentra establecido y plantea que si los usuarios exceden el límite entonces serán merecedores de una sanción.

Este tipo de medidas aunque ayuda a disminuir los niveles de contaminación genera costos elevados para la sociedad ya que las medidas de comando y control se caracterizan por generar mayores costos a la sociedad, en la medida en que los diversos autores no tienen los mismos costos marginales de remoción y no se puede alcanzar un punto de equidad marginal.

Por otro lado, el decreto 1594 establece los montos máximos de remoción de vertimiento de residuos sólidos totales (SST) entre el 50 y el 80%, para materia orgánica medida como DBO entre 20 y 80%, esto envía señales perversas a los agentes dado que incentiva a la realización de tratamiento a la final del tubo y no a la utilización de tecnologías limpias, de igual forma los toques de remoción establecidos por este decreto se hacen inviables desde el punto de vista económico puesto que el costo marginal de remoción sobre pasa el nivel inicial de vertimiento de la sustancia contaminante, y dado que es más fácil pagar por el vertimiento de desechos y/o sustancias contaminantes se puede decir que este decreto con el establecimiento de porcentajes de descontaminación desincentiva la adopción de procesos productivos y tecnologías más limpias.

Al no realizarse un cobro efectivo por parte de las autoridades porque estas no habían llevado a cabo las actividades de eliminación y control de la contaminación y al no haber gran claridad en la norma este decreto no tuvo mucho éxito.

En 1993 se expide la ley 99 que es mediante la cual se deja ver la importancia de la tasa retributiva su enfoque pigouviano ya que este establece que cualquier persona que vierta residuos o desechos tendrá que pagar la tasa retributiva independientemente de si desempeña o no una actividad lucrativa; esta ley se ampara en el artículo 338 de la constitución Nacional “la ley de ordenanzas que permite que cada autoridad fije el valor de la tasa y las contribuciones que cobren a los contribuyentes, como recuperación de los costos por servicios que les presten o participación en los beneficios que les proporcionen”, el Ministerio de Medio Ambiente fijaría la tasa teniendo en cuenta los costos sociales, ambientales y la tasa de depreciación del recurso afectado, con previa autorización de poder legislativo, esto respetando la norma constitucional que establece que sólo el poder legislativo tiene el poder para fijar la tasa o autorizar a las autoridades en este caso ambientales para que fijen estos valores.

En 1997 se expide el decreto 901 con el cual se reglamenta la tasa retributiva establecida en la ley 99 del 93, esta norma introduce mecanismos de valoración y/o estimación de la tasa retributiva que va en busca de una eficiencia sin optimalidad dado que mantiene vigente los planteamientos del decreto 1594 de 1984 en donde se establecen los montos máximos de contaminación por sustancia contaminante y sus respectivos porcentajes de remoción lo que hace que sea una medida un poco confusa debido a su forma híbrida; dado que el decreto 901 no permite determinar un punto donde el Costo Marginal igual al Beneficio Marginal, es por esta razón que el valor del impuesto debe establecerse como la existencia de un segundo óptimo y se establece de la siguiente manera:

$$\text{Monto } T_{rj} = (T_m * F_r) * C_{cj} * T$$

Donde

Monto  $T_{rj}$  = Monto a cobrar por el vertimiento de la sustancia  $j$

$T_m$  = Tarifa mínima

$F_r$  = Factor regional.

$C_{cj}$  = carga en kilogramos por día de la sustancia  $j$  sujeta a cobro de tasa retributiva.

$T$  = Número de días en el mes en los cuales se realiza la descarga.

Después de establecido el esquema para determinar el monto a cobrar se procede a establecerse un estándar de calidad ambiental el cual se instaurará para un quinquenio, se realiza de manera semestral y para el primer semestre el factor regional tendrá un valor de 1, transcurrido ese semestre se evalúa la meta

establecida y si esta no se cumple se revisa se reajusta el factor multiplicador regional a fin de alcanzar la meta al cumplirse la meta o al superarse el factor permanecerá constante hasta el siguiente quinquenio.

Cuando la meta establecida no se supera y hay que realizar ajustes en el factor multiplicador puede presentarse que los agentes económicos deseen pagar una tasa mayor emitiendo mayores niveles de contaminación o puede que estos se incentiven hacia la remoción de contaminación mediante la presión de un factor multiplicador que eleva el costo de la tasa retributiva llevando a que se alcance la meta de reducción y remoción de contaminación.

Mediante la resolución 273 de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente se establece la tasa mínima de remoción de contaminación, esto teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 4 de la ley 99 de 1993:

*... “el ministerio de Medio Ambiente establecerá anualmente, mediante, resolución, el valor de la tarifa mínima de la tasa retributiva para cada una de las sustancias contaminantes sobre las cuales se cobrar dicha tasa, basado en los costos directos de remoción de las sustancias de remoción de las sustancias nocivas presentes en los vertimientos de agua, los cuales forman parte de los costos de recuperación del recurso afectado”...*

Para el DBO se fijó una tasa de \$39.5 por kilogramo y para SST \$16.90 por kilogramo y para el año 1998 mediante la resolución 372 estos valores se incrementaron en un porcentaje cercano al 17.7%, quedando las tarifas ara DBO en \$46.50/Kg y SST en \$19.90/Kg; sin embargo el cobro de estas tasas pueden presentar un problema y es que pueden perder su valor en el tiempo, es por ello que la resolución 372 establece en el artículo tercero que los valores para la tarifa deberán ser indexados, teniendo en cuenta el valor del Índice de Precios al Consumidor (IPC) del año inmediatamente anterior.

Dado lo anterior en el 2001 el Ministerio de Ambiente establece mediante el artículo 081 que las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) deberán generar reportes semestrales que se destinen al Ministerio de Medio Ambiente mediante la implementación de un formato donde se deberá consignar la información pertinente a los usuarios y el uso del recurso, esto con la finalidad de estandarizar la información.

En el año 2003, se expide el decreto 3100 el cual regulara la tasa retributiva y por medio del cual se deroga el decreto 901 de 1997; mediante este acto de tipo administrativo se le da mayor importancia a la implementación de esquemas de priorización de cuencas de acuerdo a lo establecido en los planes de ordenamiento territorial (POT) y se sujeta el cobro de la tasa de acuerdo a las necesidades de las cuencas que las autoridades ambientales consideren prioritarias, esto hace que se presente una pérdida del principio económico ligado a los impuestos pigouvianos “*el que contamina paga*”, haciendo referencia a que la

utilización del recurso como receptor de contaminación implica un servicio, este le genera un costo a la sociedad por tanto el contaminador deberá asumirlo.

Este enfoque, ligado al saneamiento de las cuencas, puede generar ventajas de tipo físico, químico, económico, social, ya que obliga a las empresas prestadores del servicio de alcantarillado a plantear y presentar Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos con lo cual se pueden establecer metas de reducción de contaminación y por consiguiente se conseguirá mejorar el desempeño en cuanto a la disminución de la contaminación.

Este decreto también permite percibir que los recaudos provenientes de la tasas retributivas deban estar destinados a proyectos de descontaminación hídrica monitoreo de la calidad, esto puede ser ventajoso para el control de contaminación hídrica.

En el año 2004 se expide el decreto 3440 el cual realiza algunas modificaciones al decreto 3100 de 2003, estas modificaciones se hace frente a la realización del cobro de la tasa retributiva para emprender proyectos de manera conjunta entre las autoridades ambientales y las municipales para los planes de ordenamiento de los recursos hídricos y la elaboración de planes de saneamiento.

Se puede afirmar que la legislación colombiana en términos ambientales y en relación con la tasa retributiva ha ido evolucionando a fin de encontrar un marco legal fuerte y conciso que permita la adecuada implementación de las tasa retributiva, sin embargo aún prevalecen algunas falencias tales como los límites de contaminación y las plantas de tratamiento ubicadas al final del tubo establecidas en el decreto 1594, impiden que las empresas tomen decisiones relacionadas con la disminución o minimización de costos.

En el caso colombiano se tiene que la tasa retributiva es el resultado de años de preocupación por parte de la población afectada y las entidades interesadas en la preservación del medio ambiente, ya que se ha visto afectada la salud de la población y la resiliencia de los recursos naturales como lo son el del río Bogotá, la población afectada por la contaminación hídrica en lugares tales como el archipiélago de San Andrés y Providencia y en población cercana a Cartagena de Indias y a la población del departamento de Boyacá.

Las políticas públicas juegan un papel importante para la regulación de las tasas retributivas al igual que para otros procesos de índole económico, político y social, *“estas se han consolidado como una herramienta esencial en el ejercicio académico y práctico de la gestión pública”* (Arroyave, Santiago, 2010). Existe la política pública siempre y cuando las instituciones estatales asuman total o parcialmente la tarea de alcanzar objetivos estimados como deseables o necesarios, por medio de un medio de proceso destinado a cambiar un estado de cosas percibido como problemático (Roth, 2007).

Desde este punto de vista se puede ver que el proceso de la tasa retributiva está inmerso dentro del marco de las políticas públicas dado que está establecido desde la Constitución Política de 1991 en donde el componente ambiental surge como un derecho colectivo determinando que toda la población debe gozar de un ambiente sano, con el paso del tiempo se le da mayor importancia a la parte ambiental en Colombia mediante la creación del ministerio del medio ambiente mediante la Ley 99 de 1993 con lo cual se reordena el sector público encargado de la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, generando un nuevo esquema institucional frente al tema.

Esto lleva a retomar el concepto de desarrollo sostenible en Colombia el cual ha llevado a identificar las formas más adecuadas de utilizar los recursos naturales de tal forma que se garantice una provisión continua de los recursos naturales para las diversas actividades productivas a fin de proteger la estabilidad del ecosistema y la salud humana; esto se evidencia en la Ley 99 de 1993 mediante la cual se establece un sistema de gestión ambiental descentralizado, donde la máxima autoridad ambiental es el Ministerio de Medio Ambiente y a nivel regional las CAR, las cuáles están encargadas de la ejecución de las políticas ambientales siguiendo los lineamientos nacionales y realizando el recaudo de las tasas retributivas y la inversión ambiental.

### **3. EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA DE TASAS RETRIBUTIVAS. ESTUDIO DE CASO DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

Mediante la creación e implementación de la Ley 99 de 1993 se comienza a hablar de descentralización del sistema de gestión ambiental dejando como máxima autoridad ambiental al Ministerio de Medio Ambiente y se le comienza a dar una verdadera importancia a las Corporaciones Regionales siendo estas las encargadas de realizar el recaudo de la tasa retributiva y de poner en marcha los diversos proyectos de gestión ambiental.

A pesar que la resolución 081 de 2001 busca implementar un formato para obtener mayor información y con ello realizar la evaluación de las tasas retributivas denominado “formulario de información relacionado con el cobro de las tasas retributivas y el estado del recurso”, este no es un formulario muy confiable dado que los seis ítems que contiene no son diligenciados en su totalidad, esto de acuerdo con Blackman (2006) obedece a que la mayoría de las CAR se enfrentan a grandes restricciones para la consecución de información, por ejemplo el 40% de las CAR no tienen laboratorios ambientales o estos no funcionan adecuadamente, la información cartográfica que manejan algunas CAR tiene más de diez años de rezago, solamente el 20% de las Corporaciones tienen alguna estación de medición, este tipo de situaciones hace que la capacidad de establecer información sobre variables ambientales no sea posible).

De acuerdo con algunos funcionarios de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) algunos de los problemas que ha presentado este formato son:

1. El diligenciamiento efectuado por las autoridades puede hacerse de forma distinta, esto permite la omisión de información.
2. El diseño del formato no es acorde con la información que se quiere suministrar.
3. El formato es de fácil manipulación por parte de usuario lo que da pie para que cada corporación entregue a Ministerio de Medio Ambiente un formato distinto.
4. No se ha prestado el acompañamiento necesario por parte del ministerio de medio ambiente a fin de unificar la información.
5. No todos los reportes son enviados por las autoridades ambientales al Ministerio de Medio Ambiente.



Lo anterior permite evidenciar que el problema que hay para establecer un cobro unificado de la tasa retributiva es la carencia de información unificada, este problema solo podrá ser resuelto generando espacios de acercamiento a las regiones de las diferentes autoridades ambientales con el fin de discutir y elaborar un formato que permita evaluar, seguir e implementar el cobro de las tasas retributivas, este proceso evitará que haya espacios sin diligenciar a fin de evitar la omisión de información valiosa, esto facilitará al Ministerio prestar el acompañamiento y seguimiento necesario para el proceso.

### **3.1 Evaluación de la política de tasas retributivas: Tablero de control.**

Para saber el estado de implementación de una política pública es necesario hacer un seguimiento para lo cual es importante generar un tablero de control. Este permite determinar la eficiencia y efectividad de la política pública mediante el planteamiento de dos subsistemas, uno encargado de revisar y evaluar los procesos de entrega de bienes y servicios determinados en el caso de las tasas retributivas es mediante el manejo de la información para la medición y posterior cobro de las tasas retributivas y el segundo subsistema busca establecer el impacto que se genera en la sociedad, este subsistema en el sector público contiene el primer subsistema dada la importancia brindada a la verificación de acciones desarrolladas por parte de una entidad determinada con la finalidad de hacer un control de procesos, estos subsistemas buscan determinar si el sistema institucional es eficaz mediante la obtención de resultados. El cuadro de control está comprendido por seis ítems: objetivos, indicadores, rangos de alerta, nivel de agregación, frecuencia y fuente.

Los objetivos, según lo dicho, se expresan en términos de resultados esperados: es una descripción anticipada de la situación a la que se desea llegar con el logro de la finalidad. Los indicadores son la expresión de valor de los resultados esperados. En lo posible, y cuando varios indicadores intentan medir complementariamente un resultado, se sugiere fijar una ponderación para cada indicador, de acuerdo con la percepción o verificación que se tenga de su incidencia o importancia en el resultado.

Los rangos de alerta son pautas preestablecidas para monitorear el desempeño de los objetivos estratégicos, en función de los valores que adopten los indicadores. En todos los casos se sugiere fijar metas o valores estándares predefinidos que sirvan de referencia para medir el comportamiento real.

El sistema de alertas funciona como un semáforo:

- Rojo: es Señal de incumplimiento o de situación marcadamente negativa, podría indicar que: la entidad está distante de lograr los resultados esperados.

- **Amarillo:** Indica un nivel de satisfacción apenas cercano al aceptable. Es el color de transición entre los otros dos.

- **Verde:** Denota cumplimiento satisfactorio (y más que satisfactorio) del resultado esperado. Es el rango en el que se supera el valor aceptable del indicador

Para cada indicador se define el nivel de agregación en que se expresa el objetivo:

- De acuerdo con la cobertura o jurisdicción de la entidad: nacional, intermedia (departamental, estatal, provincial), municipal.

- Por categorías de atención: Ejemplo: régimen subsidiado y régimen contributivo en evaluación de impacto en programas de salud.

La frecuencia de producción del indicador dependerá, en cada caso:

- De la periodicidad de su requerimiento para evaluación, siendo esta última una función de la velocidad de cambio del resultado medido: anual, semestral, trimestral, mensual.

- De la periodicidad de provisión de los datos que lo sustentan, y generalmente, mientras mayor es el alcance del impacto examinado, menor es la frecuencia de la evaluación de resultados. Las variables que no cambian significativamente en el corto plazo no exigen procesos de análisis y decisorios de inmediato plazo y por lo tanto no requieren producción frecuente durante el año, además porque muchas de ellas tampoco son provistas en períodos cortos por los sistemas de información que las sustentan. Por el contrario, las variables que tienen una alta dinámica se deben captar y producir igualmente con alta periodicidad, ya que exigen toma de decisiones sobre períodos cortos.

La definición de la fuente implica precisar para cada indicador:

- Dónde se encuentra disponible el indicador o los datos a partir de los cuales se calcula, y cuál su origen formal o procedimental.

- En qué medio se encuentra la información fuente (medios impresos, medios magnéticos, bases de datos, red).

- Quién es la persona responsable por la provisión del indicador o de los datos fuente para procesarlo.

De no existir en la situación actual el indicador o los datos fuente, es necesario definir los mecanismos previstos para su generación y las fechas estimadas en que estará disponible.

Debe disponerse del valor actual –o del valor obtenido en el último período– como referencia, ya que casi siempre uno de los objetivos es superar dicho valor. De manera general, las comparaciones intertemporales permiten examinar tendencias, sobre las cuales se pueden corregir desviaciones o seguir estimulando los niveles de logro. Cuando se trata de indicadores territoriales o geográficos, la comparación interespacial es un buen elemento para el análisis de resultados. Lo mismo para enfoques interinstitucionales.

Es decir, además del análisis del indicador según su ubicación dentro de rangos de alerta, es muy ilustrativo el análisis comparativo en tres planos de interrelación:

- Intertemporal: comparación con un momento determinado (Control de gestión y evaluación de resultados en la gerencia pública N° 338).
- Interterritorial: comparación entre resultados de divisiones político-territoriales.
- Interinstitucional: comparación entre resultados de entidades afines o competidoras.

De esta manera, las comparaciones con los resultados de otros constituyen un instrumento eficaz para aprender del éxito o del fracaso. Del primero, para asimilar factores de optimización y del segundo para evitar cometer errores del pasado. Para ello es recomendable propiciar de alguna manera sistemática intercambios con protagonistas de acciones similares (Sanin, 1999).

Por lo anterior el tablero de control es una buena herramienta para determinar la eficiencia y efectividad de la política pública y para ello se han tenido en cuenta las actividades más importantes dentro del proceso de ejecución de la misma, en el caso del establecimiento y cobro de la tasa retributiva existen unas fases que determina el Ministerio de Medio Ambiente (Minambiente, 2005) que permiten plantear la manera como debe implementarse el proceso, estas son:

#### Fase I: Línea Base

- Identificación de las cuencas y/o cuerpos de agua
- Identificación de usuarios
- Cálculo de cargas puntuales de DBO y SST
- Agrupación de usuarios y cargas por cuencas y tramos

#### Fase II: Perfil de calidad de los cuerpos de agua

- Inventario de la mejor información disponible
- Programación e muestreos necesarios
- Desarrollo de muestreos necesarios
- Elaboración de los mapas de calidad para cada cuerpo de agua
- Elaboración de lista de recursos actuales y potenciales con los

criterios de calidad

- Validación de la lista de objetivos y criterios de calidad
- Notificación de la listas de los objetivos y criterios de calidad para ser Socializados por las Empresas de Servicios Públicos (ESP).

Fase III: Establecimiento de objetivos de calidad

- Evaluación y validación de modelos
- Evaluación relacionada con la política de los planes de desarrollo relacionados
- Evaluación de programas en desarrollo relacionados con alcantarillado, tratamiento y manejo de aguas residuales
- Análisis de sensibilidad (escenario de reducción de cargas), según metodología Simplificada Para el Establecimiento de. Objetivos de Calidad (MESOCA).

Fase IV: Establecimiento de metas de reducción

- Establecimiento de metas de reducción referente a cada cuenca o tramo.
- Fijación de fecha para que las ESP, y demás sustenten propuestas de metas.
- Desarrollo de proceso de consulta

Estas fases fueron determinadas por el Ministerio de Medio Ambiente y la información se obtuvo de los formatos por ellos solicitados en los cuales las Corporaciones debían registrar el trabajo de campo realizado con el personal perteneciente a la corporación y evidenciando como se encontraba cada uno de los ítems solicitados de acuerdo con los parámetros de medición de residuos sólidos SST<sup>2</sup> y demanda bioquímica de oxígeno DBO<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Los sólidos suspendidos totales o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105°C hasta peso constante.

<sup>3</sup> La demanda 'bioquímica' de oxígeno (DBO), es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación

Cuadro 1. Rangos de evaluación del cuadro de control.

TABLERO DE CONTROL		POLITICA E TASAS RETRIBUTIVAS						
			RANGO DE GESTION					
	INDICADOR	UMBRAL	ROJO ( $\leq$ )	AMARILLO	VERDE ( $\geq$ )	AGREGACION	FRECUENCIA	FUENTE
<b>EFICACIA</b>	IDENTIFICACION DE LAS CUENCAS Y/O CUERPOS DE AGUA	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	IDENTIFICACION DE USUARIOS	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	CALCULO DE CARGAS PUNTUALES DE DBO Y SST	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	AGRUPACION DE USUARIOS Y CARGAS POR CUENCAS Y TRAMOS	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
<b>EFICIENCIA</b>	INVENTARIO DE LA MEJOR INFORMACION DISPONIBLE	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	PROGRAMACION DE MUESTREOS NECESARIOS	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	DESARROLLO DE MUESTREOS NECESARIOS	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	ELABORACION DE LOS MAPAS DE CALIDAD PARA CADA CUERPO DE AGUA	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	ELABORACIÓN E LA LISTA DE RECURSOS ACTUALES Y POTENCIALES CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	NOTIFICACIÓN DE LAS LISTAS DE LOS OBJETIVOS Y CRITERIOS E CALIDAD PARA SER SOCIALIZADOS POR LAS ESP	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
<b>EFFECTIVIDAD</b>	EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	EVALUACION RELACIONADA CON LA POLÍTICA DE LOS PLANES DE DESARROLLO RELACIONADOS	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	EVALUACIÓN DE PROGRAMAS EN DESARROLLO RELACIONADOS CON ALACANTARILLADO, TRATAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	ANALISIS DE SENSIBILIDAD (ESCENARIO DE REDUCCIÓN DE CARGAS) SEGÚN METODOLOGIA MESOCA	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	ESTABLECIMIENTO DE METAS DE REDUCCIÓN REFERENTE A CADA CUENCA O TRAMO	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	FIJACIÓN DE FECHA PARA QUE LAS ESP Y DEMAS SUSTENTEN PROPUESTAS Y METAS	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC
	DESARROLLO DE PROCESO DE CONSULTA	100%	10%	50%<1>70%	80%	LOCAL	ANUAL	CRC

Fuente: Elaboración propia, a partir de Ministerio de Ambiente (2005).

El Ministerio de Medio Ambiente tiene a disposición del público el cuadro porcentual de la información entregada por las diferentes CAR en el año 2005 para cada una de las fases (véase anexo 1), se tomó la información registrada por la CRC para elaborar la evaluación mediante el tablero de control y se establecieron unos rangos entre el 10% y el 100%, este cuadro de control evalúa la gestión realizada por la CRC durante el periodo 2002 a 2005.

Cuadro 2. Tablero de control.

TABLERO DE CONTROL		RANGO DE GESTION			
	INDICADOR	2002	2003	2004	2005
<b>EFICACIA</b>	IDENTIFICACION DE LAS CUENCAS Y/O CUERPOS DE AGUA	100%	100%	100%	100%
	IDENTIFICACION DE USUARIOS	100%	100%	100%	100%
	CALCULO DE CARGAS PUNTUALES DE DBO Y SST	100%	100%	100%	100%
	AGRUPACION DE USUARIOS Y CARGAS POR CUENCAS Y TRAMOS	100%	100%	100%	100%
<b>EFICIENCIA</b>	INVENTARIO DE LA MEJOR INFORMACION DISPONIBLE	10%	10%	10%	10%
	PROGRAMACION DE MUESTREOS NECESARIOS	10%	10%	10%	10%
	DESARROLLO DE MUESTREOS NECESARIOS	10%	10%	10%	10%
	ELABORACION DE LOS MAPAS DE CALIDAD PARA CADA CUERPO DE AGUA	10%	10%	10%	10%
	ELABORACIÓN E LA LISTA DE RECURSOS ACTUALES Y POTENCIALES CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD	10%	10%	10%	10%
	NOTIFICACIÓN DE LAS LISTAS DE LOS OBJETIVOS Y CRITERIOS E CALIDAD PARA SER SOCIALIZADOS POR LAS ESP	10%	10%	10%	10%
<b>EFFECTIVIDAD</b>	EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS	14%	14%	14%	14%
	EVALUACION RELACIONADA CON LA POLÍTICA DE LOS PLANES DE DESARROLLO RELACIONADOS	14%	14%	14%	14%
	EVALUACIÓN DE PROGRAMAS EN DESARROLLO RELACIONADOS CON ALACANTARILLADO, TRATAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	14%	14%	14%	14%
	ANALISIS DE SENSIBILIDAD (ESCENARIO DE REDUCCIÓN DE CARGAS) SEGÚN METODOLOGIA MESOCA	14%	14%	14%	14%
	ESTABLECIMIENTO DE METAS DE REDUCCIÓN REFERENTE A CADA CUENCA O TRAMO	10%	10%	10%	10%
	FIJACIÓN DE FECHA PARA QUE LAS ESP Y DEMAS SUSTENTEN PROPUUESTAS Y METAS	10%	10%	10%	10%
	DESARROLLO DE PROCESO DE CONSULTA	10%	10%	10%	10%

Fuente: Elaboración propia, a partir de Ministerio de Ambiente (2006).

El cuadro de control se realizó con base en la información suministrada por parte del Ministerio de Ambiente en la cual deja ver los porcentajes de cumplimiento de las 33 corporaciones encargadas de realizar la medición, el cobro y la elaboración de proyectos que permitan descontaminar las cuencas y ríos.

### *3.1.1 Evaluación del cuadro de control mediante la valoración de las fases para la implementación de la tasa retributiva*

#### 3.1.1.1 Primera fase

La primera fase en la cual se debe realizar la identificación de las cuencas y/o cuerpos de agua, identificación de usuarios, el cálculo de cargas puntuales de DBO y SST y la agrupación de usuarios y cargas por cuencas y tramos, la CRC envió la información requerida por el Ministerio de forma completa lo que permitió darle una calificación porcentual del 100% en el cumplimiento de esta ésta labor y el color utilizado para calificarla es verde; la información suministrada por la CRC fue la siguiente:

##### Río Palo:

La cuenca del Río Palo está conformada en la parte alta por importantes tributarios como el Río Isabelilla y Río San Francisco, y en la parte más baja por los ríos Paila y Guengue. Sus aguas de buena calidad son destinadas para la generación de energía eléctrica, para abastecimiento de acueductos municipales, para la industria papelera y azucarero de la zona, así como también para pesca y recreación, además de otros usos más intensivos como lo son el riego de cultivos de la caña y la actividad minera de extracción de materiales de arrastre.

Después de la descarga de la PTAR de Guachené, el Río Palo recibe importantes descargas de efluentes de plantas de tratamiento industriales como el Ingenio La Cabaña, Propal y de algunas industrias de alimentos ubicadas en la Etapa II del Parque Industrial y Comercial del Cauca, que incrementan las concentraciones de materia orgánica y paulatinamente consumen oxígeno disuelto en la corriente, fenómeno que es atenuado por la desembocadura del Río La Paila.

El índice de calidad del agua del Río Palo para julio del 2006 presenta una condición de calidad del agua buena, que se mantiene desde la parte alta de la cuenca hasta su desembocadura al Río Cauca. El único parámetro que refleja altos niveles de contaminación son los Coliformes Fecales que se detectan desde la misma bocatoma de Cedelca.

Las últimas mejoras implementadas en el pasado quinquenio por el sector industrial y el sector municipal (con las plantas de tratamiento de aguas residuales de Toribio, Jambaló, Guachené y Corinto), reflejan una recuperación de los niveles de saturación del oxígeno disuelto con su respectivo mejoramiento de la calidad.



### Zanjón Oscuro:

El Zanjón Oscuro es la corriente superficial que presenta los mayores niveles de contaminación en el Departamento del Cauca. En la parte inicial de la Acequia Santa Ana (pequeña corriente que se alimenta de una derivación del Río Desbaratado), la calidad del agua se mantiene buena. A partir de las descargas de efluentes tratadas del Ingenio Cauca y la descarga no tratada de la población del Ortigal, el agua de la acequia Santa Ana sufre un paulatino deterioro, debido a que se supera su capacidad de depuración natural.

A unos siete kilómetros antes de su desembocadura al Río Cauca, al confluir con el Zanjón La Secreta que recibe las aguas residuales no tratadas de la zona norte de Puerto Tejada, la condición de calidad del agua se ha tornado crítica, entregando al Río Cauca una corriente con muy bajos niveles de oxígeno, confiriéndole condiciones más similares a las de un cañería de aguas residuales.

### Río Quinamayo:

El Río Quinamayó abastece de agua al casco urbano de Santander de Quilichao, además de mantener actividades agroindustriales como la extracción del almidón de yuca en las rallanderías tradicionales de la zona. Esta cuenca se caracteriza por el uso intensivo del recurso agua, que agregado a los vertimientos de aguas residuales no tratadas, han generado serios conflictos por usos del agua y graves problemas de contaminación y desmejoramiento de la calidad del agua en varios de los tributarios.

En su parte alta presenta índices de buena calidad con bajos niveles de contaminación. En la parte media de la cuenca, donde se dispara la demanda y los conflictos por el uso del recurso hídrico y con ella los aportes de aguas residuales, es donde más se sienten las consecuencias nocivas de la sobreexplotación del recurso y su baja capacidad para asimilar las grandes cargas contaminantes vertidas por la agroindustria y la municipalidad.

En la parte más baja de la cuenca del Río Quinamayó, la desembocadura del Río Japio y el mismo Quinamayó denotan condiciones de regular calidad, siendo el parámetro más influyente los aportes excesivos de Coliformes Fecales.(Fondo de Descontaminación Hídrica, 2006)

Por lo tanto, se puede afirmar que en ese sentido la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) es eficaz.

#### 3.1.1.2 Segunda fase

En la segunda fase dada la falta de información por parte la CRC al Ministerio de Ambiente y en donde este manifiesta la no existencia de información se califica

como ineficiente y por tanto este queda representado en color rojo, de igual forma deja ver que el no cumplimiento de esta fase puede deberse a la falta de personal idóneo que permita el buen manejo de la información y la recolección oportuna de los datos y mediciones requeridas.

### 3.1.1.3 Tercera fase

En la tercera fase la CRC no cumplió a cabalidad sin embargo reporto la siguiente información. A continuación se presentan las acciones de la CRC encaminadas a fortalecer el saneamiento del río Cauca.

#### I.- Monitoreo de Vertimientos Municipales.

El Monitoreo se realiza con propósitos de seguimiento y monitoreo del recurso, control de efluentes municipales e industriales, y para propósitos de modelación de calidad del agua.

En el año 2006, dentro del programa Anual de Monitoreo se efectuaron jornadas sistemáticas trimestrales de evaluaciones de calidad del agua en tributarios del Río Cauca, al igual que en vertimientos municipales (alcantarillados y mataderos) y vertimientos industriales y agroindustriales (rallanderías). Además de un estudio de trazadores sobre el Río Palo con dos campañas de monitoreo (invierno y verano) con propósitos de modelación de la calidad del agua.

#### II.- Monitoreo de corrientes superficiales.

Los principales tributarios del Río Cauca monitoreados por la C.R.C son:

Río Palo, Río Quinamayó, Río Ovejas, Quebrada La Quebrada, Quebrada La Tabla, Río Molíno, y Zanjón Oscuro.

En estas 7 corrientes superficiales existen 47 estaciones de calidad, que se muestrean trimestralmente. Lo que equivale a una lectura de 141 puntos monitoreados por año.

#### III.- Construcción y seguimiento a Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas PTARD

La Corporación ha realizado los diseños, construcción y seguimiento de 21 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales PTARs en 15 municipios de la cuenca Cauca.

Tabla 1. Puntos de muestreo e información sobre estadísticas de cargas contaminantes.

MUNICIPIOS	NUMERO E PTAR	PUNTOS QUE SE MUESTREAN
BUENOS AIRES	2	4
CALDONO	1	2
CAJIBIO	2	4
CALOTO	1	2
CORINTO	1	2
MORALES	2	4
SILVIA	1	2
EL TAMBO	1	2
GUACHENÉ	1	2
JAMBALO	2	4
SUAREZ	1	2
PÚRACE	1	2
CORINTO	1	2
TORIBIO	2	2
TOTORO	2	4
TOTAL	21	40

Fuente: CRC (2006).

Lo anterior permite cumplir con uno de los requisitos exigidos por el Ministerio de Ambiente a las CAR, el cual plantea que estas deben realizar monitoreos constantes a fin de determinar la cantidad de contaminación y el valor que se debe cobrar por la misma, la CRC tiene puntos de muestreo en diferentes municipios, a partir de las estadísticas del monitoreo a las PTAR de los municipios de la cuenca Cauca, efectuado por la CRC en el año 2006, permitieron registrar lo siguiente:

- Caudales de aguas residuales tratados: 134 L/s.

- Cargas contaminantes tratadas: 1.408 Kg/día DBO, 3.583 Kg/día DQO, 2.400 Kg/día de SST y 260 Kg/día G y A.

- Eficiencias de remoción promedio: 81% en DBO, 75% en DQO, 79% en SST y 83% en G y A.

- Cargas contaminantes removidas: 1.157 Kg/día DBO, 2.934 Kg/día DQO, 1.838 Kg/día de SST y 198 Kg/día G y A.

- Cargas contaminantes vertidas: 251 Kg/día DBO, 650 Kg/día DQO, 562 Kg/día de SST y 62 Kg/día G y A.

#### IV.- Monitoreo de Vertimientos Industriales.

##### A. Industrias del sector azucarero.

A.1.- Ingenio Cauca ubicado en El Ortigal, municipio de Miranda, Departamento del Cauca, procesa alrededor de 10.000 Toneladas de caña molida al día, y sus efluentes son vertidos a la Acequia Santa Ana.

A.2.- Ingenio La Cabaña S.A, ubicado en el Municipio de Caloto, procesa alrededor de 5.000 Ton. Caña molida al día.

Es de anotar que estas industrias han implementado procesos de producción más limpia, mejorando el control de sus efluentes con los cuales han logrado importantes reducciones de caudales

Es importante resaltar que con las inversiones en las piscinas de recirculación el Ingenio La Cabaña logró reducir al menos el 58% de la carga contaminante de DBO que era vertida al río Palo.

##### B. Industria del sector papelerero.

B.1.- Propal II ubicada en Caloto, produce papeles finos y de oficina

El control de la contaminación, al final del sistema de tratamiento se hace en una laguna de retención y pulimiento de 13 Has, con un tiempo de retención del agua en efluentes de 18 días, antes de conducirlos por tubería hasta el Río Palo.

B.2.- Papeles del Cauca ubicada en Puerto Tejada, se dedica a la fabricación de papeles suaves, teniendo como materia prima papel reciclado. Cuenta con tres plantas de tratamiento, sus efluentes industriales son tratados en una PTAR de moderna tecnología de lodos activados. El control de efluentes en esta empresa alcanza altas remociones de cargas contaminantes y alta calidad de efluentes que son vertidos al Río Cauca.

### C. Parques Industriales.

A partir del año 1993 en el departamento del Cauca se asentaron varios parques industriales e industrias independientes atraídas por los beneficios tributarios de la Ley Paez. Los parques industriales de mayor desarrollo fueron el Parque Industrial y Comercial del Cauca ubicada en Caloto, Parque Sur ubicado en Villarrica y el Parque El Paraíso en Santander de Quilichao. La mayoría de industrias instaladas son de tipo de transformación de materias primas y se destacan por tener bajos consumos de agua o por no requerir agua para sus procesos. Únicamente las empresas procesadoras de alimentos y o bebidas, han sido las generadoras de aguas residuales, aunque disponen de modernas tecnologías para el tratamiento y control de los efluentes.

Los parques industriales desarrollaron por requerimientos de la licencia ambiental, redes de alcantarillado sanitario y pluvial separadas. En las redes de alcantarillado sanitario se colectan los efluentes de todas las empresas y se conducen a una planta de tratamiento exclusiva para efluentes de tipo doméstico PTARD. Las aguas residuales generadas en procesos industriales, son tratadas independientemente en cada una de las empresas del parque y su efluente una vez tratado se descarga a los respectivos alcantarillados pluviales de los parques industriales.

### D. Industrias independientes.

Por su parte las empresas independientes, tienen autonomía en la disponibilidad de servicios, por lo cual cada una de ellas provee el agua de suministro y los respectivos sistemas de tratamiento de efluentes.

### E. Sector rallanderías de almidón de yuca.

La agroindustria de procesamiento de almidón de yuca en el Cauca, está conformada por pequeños a medianos centros de producción comúnmente llamados “rallanderías”, las cuales procesan alrededor de 11.000 Toneladas/año que corresponden al 80% de la producción nacional de almidón agro.

En la encuesta realizada en el año 2004 por técnicos de la CRC, se inventariaron 150 rallanderías distribuidas en doce municipios, la mayoría de ellas concentradas en el norte del Cauca, a lo largo de la vía Panamericana.

Con el fin de buscar soluciones a la contaminación generada por este sector, en el 2002 mediante el convenio CRC y Universidad del Valle se construyeron y evaluaron dos filtros piloto para el tratamiento de estos efluentes. Sin embargo, en los informes de seguimiento a la operación de estos filtros se han identificado la presencia de mancha y la falta de control del pH como las principales causas que afectan el desempeño.

## E.1 Caracterización de efluentes de rallanderías

El proceso de extracción de almidón de yuca genera dos efluentes, aguas residuales de lavado de raíces y aguas sobrenadantes del proceso de sedimentación del almidón.

Las aguas de lavado de raíces representan el 15% del total del agua consumida en una rallandería y las aguas residuales de colado son la mayor fracción con cerca del 75%.

En cuanto a las concentraciones es notable que la materia orgánica biodegradable y sólidos suspendidos sean mayores en las aguas de lavado de raíces, mientras las aguas del efluente de los canales de sedimentación (colado) contienen la mayor concentración de materia orgánica como DQO<sup>4</sup>.

Los ingenios azucareros presentan trimestralmente informes de caracterización de sus efluentes, los parques industriales y las industrias independientes presentan los informes con frecuencia semestrales, los cuales son revisados por técnicos de la Corporación y se efectúan monitoreos de seguimiento y control de manera semestral.

### *Eficiencias de remoción de PTAR Industriales*

La mayoría de las industrias ubicadas en el Norte del Cauca presentan alto desempeño, con remociones por encima del estándar del 85% requerido por la Corporación, cumpliendo la norma del Decreto 1594/84.

La tecnología de lodos activados es la más ampliamente utilizada para el tratamiento de las aguas residuales en el sector industrial, cerca de la mitad de las empresas con efluentes industriales como es el caso de la fabricación de alimentos, lácteos y bebidas y en las plantas de tratamiento de efluentes domésticos de los Parques Industriales, en donde se han decidido utilizar esta tecnología con gran éxito (Fondo de Descontaminación Hídrica, 2006).

#### 3.1.1.4 cuarta fase

Finalmente en la cuarta fase la CRC no suministra información alguna al Ministerio lo que impide dar un rango en términos porcentuales, esto da pie para evaluar de color rojo el desempeño de la Corporación en dicha fase pues no muestra un progreso en el establecimiento de metas de reducción referente a cada cuenca o

---

<sup>4</sup> La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l).

tramo, no es clara la fecha en que las ESP debieron sustentar sus propuestas de reducción y no se encuentra un proceso de consulta activo.

### **3.2 Análisis de la efectividad de las tasas retributivas: Modelación econométrica**

La modelación econométrica se plantea a través de un modelo de regresión logarítmica, a saber existen tres casos distintos en los que pueden utilizarse logaritmos: cuando se transforma X tomando sus logaritmos pero no Y, cuando se transforma Y tomando su logaritmo pero no X, y cuando tanto Y como X se transforman en logaritmos. La interpretación de los coeficientes de la regresión es diferente en cada caso (Stock y Watson, 2012).

Para el análisis planteado, el modelo seleccionado es de tipo *Log-Log*, en el que tanto Y como X se especifican en logaritmos, este tipo de modelación permite sensibilidades (elasticidades) entre una variable dependiente o explicada y una o varias variables independientes o explicativas.

El modelo propuesto pretende estimar la sensibilidad de un incremento en el valor (cobro) de la tasa retributiva al presentarse cambios en el valor (registro a partir de mediciones técnicas) de niveles de DBO, SST y el nivel de actividad económica del departamento, medido a partir del Producto Interno Bruto (PIB) departamental, esto con el fin de aportar elementos que permitan determinar si el cobro de la tasa retributiva está contribuyendo o no a la disminución de la tasa de contaminación, de igual forma al tratarse de un análisis de regresión, también permite identificar las variables más importantes que explican las diferencias entre grupos.

Para Ramírez (2001) los modelos *Log-Log*, se presentan como una técnica que analiza la relación que se produce entre un conjunto de variables, se presentan como la técnica más apropiada en aquellos casos en los que nos interese valorar la relación que se produce entre las variables de una tabla de contingencia de múltiples entradas.

Según Dúran Lima *et al* (2008) el modelo *Log-Log* es un modelo ubicado en la categoría de los modelos de regresión exponencial que permiten medir la elasticidad de una variable Y frente a una variable X, permite conocer el cambio porcentual de Y ante un cambio en X determinado.

El modelo propuesto tiene la forma:

$$\ln(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(X_t) + u_t$$

En este modelo, una variación del 1% en X está asociada con una variación en Y de un  $\beta_1$ %. Por tanto, en esta especificación  $\beta_1$  es la elasticidad de Y con respecto a X. Lo cual puede comprobarse de la siguiente forma:

$$\ln(Y + \Delta Y) - \ln(Y) = [\beta_0 + \beta_1 \ln(X + \Delta X)] - [\beta_0 + \beta_1 \ln(X)]$$

$$\ln(Y + \Delta Y) - \ln(Y) = \beta_1 [\ln(X + \Delta X) - \ln(X)]$$

Por lo tanto:

$$\frac{\Delta Y}{Y} \cong \beta_1 \frac{\Delta X}{X}$$

Debido a su pertinencia en el cálculo de una tasa de crecimiento constante se utilizó el modelo *Log-Log* como un método apropiado para explicar los cambios en las variables ambientales y su repercusión en la disminución de carga contaminante a partir del recaudo de las tasas retributivas; para ello se planteó el modelo que se presenta a continuación:

- Se utilizó el modelo *Log-Log* porque este permite ver la manera como se ve afectado el cobro de la tasa retributiva por las variaciones en la cantidad de demanda biológica, oxígeno y los residuos sólidos suspendidos que son aquellos en los cuales se basa el cobro de ésta, de acuerdo a la normatividad establecida por el gobierno. El modelo *Log-Log* que tomará como variable dependiente la tasa retributiva (TR), se encuentra explicada por las variables ambientales que permiten determinar la demanda biológica de oxígeno (DBO) que se encuentra en los cuerpos de agua y la cual permite saber cuál es el nivel óptimo para la preservación de los microorganismos y demás seres vivos acuáticos y la variable de residuos sólidos suspendidos totales (SST) la cual permite ver la cantidad de tasa retributiva que debe cobrarse dado el peso que genere como carga contaminante. Adicionalmente, el modelo contempla el impacto que tendría el nivel del PIB caucano en el cobro de mencionada tasa.
- En vista que la información de las variables ambientales, suministrada por la CRC, es semestral fue necesario semestralizar el PIB, procedimiento obtenido con la ayuda del software econométrico *E-views 7*.

A partir de información suministrada por la CRC, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para el período 2002 – 2011, y cálculos propios que incluyen el tratamiento estadístico previo de las variables, se puede plantear el siguiente modelo econométrico:

$$\ln TR_t = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln DBO_t + \beta_2 \ln SST_t + \beta_3 \ln PIB_t + U_t$$

Donde

TR<sub>t</sub>: Cobro efectivo de la tasa retributiva, semestral entre 2002 y 2011.

DBO<sub>t</sub>: Niveles de demanda bioquímica de oxígeno, semestral entre 2002 y 2011.



SST<sub>t</sub>: Niveles de residuos sólidos suspendidos totales, semestral entre 2002 y 2011.

PIBC<sub>t</sub>: PIB del departamento del Cauca, semestral entre 2002 y 2011.

Planteamiento de Hipótesis:

H<sub>0</sub>:  $B_1 \leq 0$

H<sub>1</sub>:  $B_1 > 0$  Se espera una relación positiva y directa, dado que entre mayor sea la cantidad de DBO que existe en el agua mayor será el nivel de contaminación y por tanto el valor a cobrar por carga contaminante vertida.

H<sub>0</sub>:  $B_2 \leq 0$

H<sub>1</sub>:  $B_2 > 0$  Se espera una relación positiva y directa, dado que entre mayor sea la cantidad de SST que existe en el agua mayor será el nivel de contaminación dado el cobro que se realiza por kilogramo es el factor multiplicador de la tasa retributiva y por tanto el valor a cobrar por carga contaminante vertida.

H<sub>0</sub>:  $B_3 \leq 0$

H<sub>1</sub>:  $B_3 > 0$  Se espera una relación positiva y directa, dado que entre mayor sea el nivel de producción del departamento, considerando que las industrias más representativas de la economía regional están ubicadas al norte del departamento, mayor será el nivel de contaminación lo que debería repercutir en un incremento en el valor de la tasa retributiva.

El *P - valor* permite determinar la probabilidad de cometer error tipo I, por lo tanto se esperaría que éste fuera cero (0%) o cercano a cero (5%) a fin de mostrar que la probabilidad de rechazar una hipótesis siendo verdadera será nula.

El siguiente cuadro muestra los resultados de la modelación econométrica, a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (*MCO LS*), incluye la corrección del modelo del problema de heteroscedasticidad, seleccionando la opción de Newey-West, con el fin de obtener un covarianza consistente:

Cuadro 3. Resultados Modelo *Log-Log*

Dependent Variable: LOG(TR)				
Method: Least Squares				
Sample: 2002:1 2011:2				
Included observations: 20				
Newey-West HAC Standard Errors & Covariance (lag truncation=2)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.706468	7.012772	0.813725	0.4277
LOG(DBO)	0.632388	0.224642	2.815098	0.0124
LOG(SST)	-0.183075	0.366925	-0.498944	0.6246
LOG(PIBC)	0.682856	0.620720	1.100102	0.2876
R-squared	0.437642	Mean dependent var	20.10854	
Adjusted R-squared	0.332200	S.D. dependent var	0.425981	
S.E. of regression	0.348107	Akaike info criterion	0.904244	
Sum squared resid	1.938858	Schwarz criterion	1.103391	
Log likelihood	-5.042441	F-statistic	4.150546	
Durbin-Watson stat	2.158421	Prob(F-statistic)	0.023581	

Fuente: Cálculos propios.

Al comprobar a través del *P-Value* que la probabilidad de cometer error tipo I es igual a 1,24% para  $B_1$ , 62,46% para  $B_2$  y 28,76% para  $B_3$ , se puede observar que no todas las variables son significativas, excepto DBO que presenta una probabilidad de error inferior al 5% sugerido.

Para el valor  $T_{c1}$  (2,81), la probabilidad de tener un valor mayor o igual a 2.81, es de 1,24%, este es el valor de probabilidad del estadístico *t* observado. La probabilidad de cometer error tipo I, es decir de rechazar la hipótesis cuando es verdadera es del 1,24%. Lo cual hace estadísticamente significativa la variable explicativa DBO.

Para el valor  $T_{c2}$  (-0.49), la probabilidad de tener un valor mayor o igual a -0.49, es de 62,46%, este es el valor de probabilidad del estadístico *t* observado. La probabilidad de cometer error tipo I, es decir, de rechazar la hipótesis cuando es verdadera es del 66.25%. %. Lo cual hace estadísticamente no significativa la variable explicativa SST.

Para el valor  $T_{c3}$  (1.10), la probabilidad de tener un valor mayor o igual a 1.10, es de 28,76%, este es el valor de probabilidad del estadístico *t* observado. La probabilidad de cometer error tipo I, es decir de rechazar la hipótesis cuando es verdadera es del 28,76%. Lo cual hace estadísticamente no significativa la variable explicativa PIBC.

A partir del resultado obtenido en el programa econométrico *E-views* (resumidos en el cuadro 3), se puede inferir lo siguiente:

Cuadro 4. Interpretación de parámetros:

PARÁMETRO	INTERPRETACIÓN
$B_0 = 5.706468$	Cuando la variación del DBO, SST y el PIB del Cauca son cero, el valor esperado de recaudo de la tasa retributiva es del 0,5706%.
$\beta_1 = 0.632388$	Cuando la cantidad de DBO se incrementa en 1% el valor de la tasa retributiva se incrementa en 0,0632388%, manteniendo constantes los niveles de SST y el PIB del Cauca.
$\beta_2 = -0.183075$	Cuando la cantidad de SST se incrementa en 1% el valor de la tasa retributiva disminuye en 0,0183075%, manteniendo constantes los niveles de DBO y el PIB del Cauca.
$\beta_3 = 0.682856$	Cuando el PIB del Cauca se incrementa se incrementa en 1% el valor de la tasa retributiva aumenta en 0,0682856%, manteniendo constantes los niveles de DBO y SST.
$R^2 = 0.437642$	La medida de bondad de ajuste de este modelo muestra que el 43,7642% de las variaciones en el recaudo de la tasa retributiva por unidad de tonelada de carga contaminante es explicada en conjunto por las variables DBO, SST y PIBC, esto permite establecer que las variables independientes tienen relativamente un bajo grado de asociación con la variación de la variable dependiente, TR.

Fuente Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados arrojados por el modelo, se puede decir que el cobro de la tasa retributiva no es eficiente, dado que la cantidad que se cobra por carga contaminante no se ve reflejado en mencionado cobro, por lo tanto no contribuye a una mitigación eficiente del daño causado al río Cauca. Lo anterior puede ser explicado, por un lado debido a la falta de conciencia de los agentes involucrados en dinámicas que afectan la calidad hídrica del recurso, dado que no todas las empresas y/o instituciones pagan el valor cobrado; de otro lado se puede considerar que las mediciones en DBO y más aún el de SST no son indicadores suficientes para realizar el cobro de la tasa, pues estos no permiten reconocer otro tipo de contaminación como nitritos y nitratos<sup>5</sup> que son indicadores que permiten reconocer el estado de regeneración que presenta el agua.

El comportamiento del DBO y SST frente al cobro de la tasa retributiva parecen no aportar suficientes elementos para realizar un cobro eficiente, lo que se manifiesta en el modelo, donde un incremento en las cantidades de estos elementos no representan grandes incrementos en el cobro de la tasa, lo que quiere decir que

<sup>5</sup> Los nitratos y los nitritos son compuestos de nitrógeno relacionados que se encuentran en suelo, el agua, las plantas y los alimentos de forma natural. Se forman cuando los microorganismos del entorno descomponen materiales orgánicos, como plantas, estiércol de animales y aguas residuales

no hay un verdadero aporte a la disminución de la contaminación. Si el resultado de los parámetros hubiese sido mayor a  $-1$ , se podría afirmar que el cobro de la tasa retributiva por parte de la autoridad ambiental sería eficiente, ya que mostraría una alta sensibilidad (elasticidad) entre el nivel de DBO y SST y mencionado cobro.

Al crecer el PIB se incrementa la problemática de contaminación del río Cauca, dado que los residuos arrojados al agua igualmente aumentan y la capacidad de regeneración del agua va disminuyendo día tras día, lo cual es coherente con lo planteado inicialmente. Aunque el grado de sensibilidad entre la variable explicada (TR) y la explicativa (PIBC), es muy bajo.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Guiados por la experiencia internacional se hace necesario revisar la manera como se están realizando los recaudos de la tasa retributiva, dado que en algunos casos ésta no es recaudada en su totalidad lo que frena proyectos de implementación de disminución de carga contaminante.
- Aunque la implementación del cobro de la tasa retributiva es una buena herramienta de comando y control para disminuir los niveles de carga contaminante, es necesario buscar otras medidas que contribuyan de igual manera al mejoramiento en la calidad ambiental y a la reducción de carga contaminante arrojada a los ríos y cuencas.
- A pesar de que la política de tasas retributivas ha ido cambiando en pro de mejorar el recaudo de las mismas, aún no se puede hablar de un recaudo eficiente, debido a que algunos de los elementos utilizados en la divulgación de ésta información no son muy claros.
- El personal de la CRC no evidencia eficiencia en el seguimiento y ejecución de las fases establecidas por el Ministerio de Ambiente, ya que aún le hace falta poner en marcha dos de las fases más importantes, mediante las cuales pueden socializar la manera como se realizarán los cobros.
- El Ministerio de Ambiente, al parecer, no mantiene un canal directo de comunicación con la Corporación Autónoma del departamento, lo que dificulta el apoyo técnico a la CRC, dificultando el logro de los objetivos propuestos.
- A partir del tablero de control, puede evidenciarse que la CRC no ha realizado la evaluación y alcance de logros en la fase II y III, se puede sugerir que el personal técnico de dicha Corporación requiere capacitación para desempeñar a cabalidad su labor.
- Los resultados obtenidos en la modelación econométrica, permiten afirmar que las variables tenidas en cuenta para efectuar los cobros de la tasa retributiva no aportan criterios contundentes, que se vean reflejados en el nivel de la tasa, y más allá del detrimento patrimonial que esto podría representar para el erario público, el daño ambiental provocado por vertimientos de industrias ubicadas cerca de la cuenca del río, está muy

lejos de disminuir si se continúan utilizando los criterios implementados hasta el momento.

## 4.2 Recomendaciones

- El cobro de la tasa retributiva debe tener en cuenta otros parámetros de calidad, adicionales a la DBO y SST, establecidos dentro de los estándares de calidad como lo son el DQO o los nitritos y nitratos, los cuales pueden generar mayor precisión en el monto a cobrar y la obtención de unos resultados de descontaminación más eficientes.
- Es importante innovar no solo en la parte tecnológica para la preservación de los recursos naturales, también es pertinente crear programas que concienticen a la población de la necesidad de disminuir las cargas contaminantes mediante la implementación de acciones más cívicas.
- Es necesario hacer un seguimiento de manera constante por parte del Ministerio de Ambiente, para ayudar a generar medidas correctivas ante las diversas problemáticas que puedan presentar las corporaciones regionales, especialmente en la evaluación y ejecución de medidas encaminadas a disminuir el nivel de carga contaminante sobre los ríos.
- La CRC debe contratar personal idóneo para desempeñarse en las áreas de evaluación y control de la tasa retributiva con el fin de poder cumplir con las fases establecidas por el Ministerio de Ambiente.
- Es necesario generar acuerdos de pago que permitan recaudar la totalidad de la tasa retributiva del departamento del Cauca. De esta forma, no se afectaría la puesta en marcha de proyectos ambientales, por parte de la CRC, que busquen mitigar la contaminación de la cuenca.
- Es necesario que la CRC tenga una base de datos que le permita llevar de forma más organizada y transparente el cobro de las tasas retributivas, con la finalidad de entregar los informes requeridos año a año por el Ministerio de Ambiente, realizando un control efectivo de los recursos captados, y los pendientes, para que cumplan con el objetivo de contribuir a una mejor calidad hídrica del río Cauca.

## BIBLIOGRAFIA

- Babbitt & Baumann (1977). Alcantarillado y tratamiento de aguas negras. México.
- Baumol, William y Oates, Wallace (2005). The theory on environmental policy. Cambridge university press. United Stated of America.
- Collado Lara, Ramón (1992). Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades. Madrid.
- Correa, Francisco, et. al., (2007). Regulación ambiental en Colombia: El caso de la tasa retributiva para el control de la contaminación hídrica. Universidad de Medellín. Abril 18 de 2007.
- Dasgupta, S., M. Huq, D. Wheeler and C. Zhang (1996). "Water pollution abatement by Chinese industry: cost estimates and policy implications". World Bank, Environment, Infrastructure and Agriculture Division of Policy Research Department, May.
- Grupo de Monitoreo, Fondo regional de descontaminación Hídrica (2006). Caracterización de Vertimientos y Evaluación de la Calidad del Agua en Corrientes Receptoras del Departamento del Cauca.
- Galarza, Miguel (2009). Efectividad de las tasas retributivas: Estudio de caso Colombia.
- Gómez-Baggethun, E., & Ruiz-Pérez, M. (2011). Economic valuation and the commodification of ecosystem services. Progress in Physical Geography, 35(5), 613-628.
- GTZ (1991) Manual de Disposición de Aguas Residuales. GTZ-CEPIS-OPS-OMS, Lima.
- Gudynas, Eduardo (2004). Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible.
- Harrington, Winston (2003). Regulating industrial water pollution in the United States. Resource for the future.
- Imhoff, Müller & Thistlethwayte (1991). Disposal of Sewage. Londres.
- Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). Economía ambiental. Pearson Educación.

- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2005). Base de datos para la consulta de información de la tasa retributiva para el periodo 1997 – 2005.
- MOPT (2010). Depuración por lagunaje de aguas residuales. Manual de operaciones. Madrid.
- Naredo, José Manuel (2003a) Las raíces económico-financieras de la crisis ambiental: un tema tabú de nuestros tiempos, en Hacia una sociedad civil global. Madrid: Taurus, pp. 533-576.
- Nicholson, Walter (1997). Teoría Microeconómica: principios básicos y aplicaciones. McGraw- Hill/ Interamericana de España, S.A U. ARAVACA, Madrid.
- Pérez Jaramillo, Carlos Mario (2004). Indicadores de gestión.
- Proyecto Ley 365 (Ley de Aguas) (2005), “por la cual se establecen medidas para orientar la planificación y administración del recurso hídrico en el territorio nacional”.
- Stock, James y Watson, Mark (2012). Introducción a la Econometría. 3a edición. Pearson Educación S.A. Madrid.
- Rudas, Guillermo (2000). “Impacto Potencial de las Tasas por Contaminación”, Universidad Javeriana, Departamento de Economía, Borradores de Investigación, Doc. 2000-02
- Rudas, Guillermo (1998). Economía y Ambiente, Fescol, Cerec, IER-UJ, Bogotá.
- Rudas, Guillermo (2005). Instrumentos Económicos y Regulación de la Contaminación Industrial: Primera aproximación al caso del río Bogotá (Colombia). Segundo Congreso Latinoamericano de Economistas Ambientales y de Recursos Naturales. Oaxaca, México
- Sanín Angel, Héctor (1999). Control de gestión y evaluación de resultados en la gerencia pública (metaevaluación – mesoevaluación). Santiago de Chile.
- Van Kooten, G. C., & Bulte, E. H. (2000). *The economics of nature: managing biological assets*. Oxford: Blackwell.



## ANEXOS

### ANEXO 1. Información utilizada en la construcción del tablero de control.

ESTADO DE IMLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE TASAS RETRIBUTIVAS EN COLOMBIA  
% DE AVANCE POR FASE DE IMPLEMENTACION  
PERIODO 1.997 – 2005

AUTORIDAD AMBIENTAL	FASE I: LINEA BASE	FASE II: PERFIL DE CALIDAD DE LOS CUEPROS DE AGUA	FASE III: ESTABLECIMIENTO OBJETIVOS E CALIDAD	FASE IV: ESTABLECIMIENTO DE METAS DE REDUCCION
AMVA	100%	100%	100%	83%
CORNARE	100%	88%	100%	50%
CAM	100%	100%	100%	SFNA
DAMAB	100%	75%	100%	17%
DAMAB	100%	63%	57%	17%
CVS	100%	75%	SFNA	SFNA
CORPOAMAZONIA	100%	100%	29%	SFNA
CORALINA	100%	100%	29%	30%
CRA	100%	75%	SFNA	SFNA
DAGMA	100%	63%	14%	SFNA
CVC	100%	63%	SFNA	SFNA
CARSUCRE	100%	63%	SFNA	SFNA
CODECHOCO	100%	75%	SFNA	SFNA
CORPOCHIVOR	100%	75%	29%	SFNA
CORANTIOQUIA	100%	63%	14%	SFNA
CDMB	100%	25%	SFNA	SFNA
CORPONARIÑO	100%	38%	SFNA	SFNA
CORPOGUAVIO	100%	50%	SFNA	SFNA
CORPOGUAJIRA	100%	38%	SFNA	SFNA
CORTOLIMA	75%	50%	SFNA	SFNA
CARDIQUE	75%	38%	SFNA	SFNA
CAS	100%	13%	SFNA	SFNA
CORMACARENA	75%	25%	SFNA	SFNA
CORPOCESAR	100%	SNFA	25%	SFNA
CORPOURABA	100%	25%	SFNA	SFNA
CAR	SFNA	50%	SFNA	SFNA
CORPAMAG	25%	50%	SFNA	SFNA
CORPOCALDAS	50%	25%	SFNA	SFNA
CORPONOR	50%	SNFA	SFNA	SFNA

CRQ	25%	25%	14%	SFNA
EPA	50%	SNFA	14%	SFNA
CORPOBOYACA	25%	SNFA	SFNA	SFNA
CRC	100%	SNFA	SFNA	SFNA
CARDER	SFNA	SNFA	SFNA	SFNA
CDA	SFNA	SNFA	SFNA	SFNA
CORPOMOJANA	SFNA	SNFA	SFNA	SFNA
CORPORINOQUIA	SFNA	SNFA	SFNA	SFNA
CSB	SFNA	SNFA	SFNA	SFNA
DADMA	SFNA	SNFA	SFNA	SFNA

FUENTE: MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2.006  
SFNA: SIN FINALIZAR NINGUNA ACTIVIDAD

**ANEXO 2.** Series de tiempo utilizadas en el modelo econométrico Log- Log, todas en unidades monetarias.

AÑO	DBO (pesos)	SST (pesos)	TR (pesos)	PIBC (miles de millones de pesos)
2002-1	104395652	120249956	224645608	2083.5
2002 -2	262738390	120721972	383460362	2117.5
2003-1	1070684083	438357936	564405047	2096.6
2003-2	562426575	230625858	767682138	2164.3
2004-1	470143526	258098830	633550423	2333.6
2004-2	426927513	239359348	563811234	2408.3
2005-1	383666950	241231489	343724357	2402.8
2005-2	347287559	236257145	422846995	2456.1
2006-1	332725321	226852261	362929462	2553.1
2006-2	345465465	233473989	385062186	2615.8
2007-1	360910603	229130597	347747833	2651.6
2007-2	367331753	241012929	919072513	2709.3
2008-1	457150972	248660641	489439031	2789.6
2008-2	484885982	266448801	1255357559	2840.3
2009-1	483240450	169625132	682497984	2855.8
2009-2	487090245	177038615	1073347442	2911.1
2010-1	498022021	179247387	696009663	3001.1
2010-2	468840170	162613005	576898494	3071.8
2011-1	452435728	160052448	659685242	3130.1
2011-2	478443254	179854630	443574668	3201.9

Fuente: DBO, SST y recaudo, CRC. PIB Cauca Semestral, elaboración propia a partir de DANE.