

**UN SISTEMA DE CUENTAS AMBIENTALES DEL RECURSO HÍDRICO
PARA EL VALLE DEL CAUCA:
Un Tramo del Río Cauca**

OMAR JARAMILLO ROSERO

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTA DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
SANTIAGO DE CALI
2011**

**UN SISTEMA DE CUENTAS AMBIENTALES DEL RECURSO HÍDRICO
PARA EL VALLE DEL CAUCA:
Un Tramo del Río Cauca**

OMAR JARAMILLO ROSERO

Trabajo de grado para optar por el título de Economista

**Tutor:
Luis Alfonso Escobar Jaramillo, Ph.D
Universidad del Valle**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI
2011**

Para mi familia. Gracias por la espera
y por su apoyo incondicional durante
mi proceso de formación profesional.

Agradecimientos

Al profesor Luis Alfonso Escobar, docente de la Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales, por brindarme la oportunidad de participar en esta investigación, además por dejarme aprender de él, de sus aportes primordiales que coadyuvaron en la realización de esta tesis, en mi formación como profesional y como persona semana tras semana, ayudándome a generar confianza a través del conocimiento para afrontar cada reto.

A Juan Manuel Aristizabal, estudiante de geografía de la Universidad del Valle por sus aportes en la realización del proyecto, por su acompañamiento día tras día en la generación de ideas que permitieron estructurar la investigación a partir de un punto de vista espacial.

A mi padre, hermano y demás familiares, por su paciencia y porque fueron mi principal soporte para seguir en este camino de formación, por su ayuda en cada fase lograda, y porque gracias a ustedes fue posible lograr este segundo escalón de mi vida profesional y personal.

A la Universidad del Valle, por su nivel académico y exigencia a través de su planta docente semestre tras semestre, logrando un gran aporte para mi vida y sobre todo, para mi formación como profesional.

A la Contraloría General de Santiago de Cali, por su valioso aporte en la recolección de información pertinente para el desarrollo de esta investigación, y por el apoyo y direccionamiento profesional de cada funcionario empleado en la Dirección Técnica Ante los Recursos Naturales y Aseo.

TABLA DE CONTENIDO

I.	INDICE DE TABLAS	vii
II.	INDICE DE MAPAS.....	vii
III.	INDICE DE FIGURAS	vii
IV.	INDICE DE DIAGRAMAS	vii
V.	INDICE DE GRÁFICAS	viii
VI.	LISTA DE ANEXOS (HIPERVÍNCULOS)	ix
VII.	LISTA DE LAS TABLAS NAMEA (HIPERVÍNCULOS)	ix
VIII.	RESUMEN.....	x

PARTE I:

Formulación del problema e hipótesis de la investigación

VI.	LISTA DE ANEXOS (HIPERVÍNCULOS)	viii
VII.	LISTA DE LAS TABLAS NAMEA (HIPERVÍNCULOS)	viii
1.	PRESENTACIÓN	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	2
3.	JUSTIFICACIÓN	4
4.	ANTECEDENTES	5
5.	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS	18
6.	MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO.....	19
7.	MARCO CONTEXTUAL DEL AREA DE ESTUDIO.....	39
8.	MARCO INSTITUCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CUENTAS AMBIENTALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	45
9.	METODOLOGÍA DE ESTUDIO	47
10.	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA MATRIZ NAMEA PARA EL AGUA EN LA ZONA DE ESTUDIO.	58
11.	CONCLUSIONES	95
12.	RECOMENDACIONES	96
13.	REFERENCIAS.....	97

I. INDICE DE TABLAS

TABLA 1. SIGNIFICANCIA DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD INSF - CETESB.....	55
TABLA 2. SIGNIFICANCIA DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN ICOS.....	56
TABLA 3. CUENTA DE CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL PARA LA ZONA DE ESTUDIO	77
TABLA 4. CUENTA DE CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL PARA LA ZONA DE ESTUDIO.....	80

II. INDICE DE MAPAS

MAPA.1. ZONA DE ESTUDIO	40
MAPA.2. ÁREA SUB - REGIONAL DE SANTIAGO DE CALI.....	43
MAPA.3. SANTIAGO DE CALI: SISTEMA HÍDRICO, CANALES, COLECTORES, INTERCEPTORES Y ESTACIONES DE BOMBEO.	46
MAPA 4. LOCALIZACIÓN DE EMPRESAS SEGÚN BASE DE DATOS INICIAL DAGMA (A) Y CVC (B).	63
MAPA 5. LOCALIZACIÓN DE EMPRESAS MUESTREADAS SEGÚN SECTOR PRODUCTIVO, DAGMA (A) Y CVC (B)	65
MAPA 6. VARIACIONES ANUALES DEL INDICADOR DINIUS – AGUA POTABLE PARA LAS ESTACIONES DE MONITOREO DEL TRAMO LA Balsa – YOTOCO DEL RÍO CAUCA.....	78

III. INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ECONOMÍA NEOCLÁSICA	19
FIGURA 2. ECONOMÍA ECOLÓGICA.....	22
FIGURA 3. COMPORTAMIENTO DE LA ECONOMÍA CONVENCIONAL.....	24
FIGURA 4. MARCO NAMEA PARA EL AGUA	37

IV. INDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1. LA MATRIZ NAMEA, LA CUENTA DE CALIDAD DEL AGUA Y LA EFICIENCIA EN LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS.....	49
DIAGRAMA 2. FUENTES DE INFORMACIÓN	57

V. INDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. EL CICLO HIDROLÓGICO	38
GRÁFICA 2. COSTES ANUALES MENSUALES DEL RECURSO HÍDRICO EN SANTIAGO DE CALI (DAGMA)	66
GRÁFICA 3. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO EN SANTIAGO DE CALI (CVC)	68
GRÁFICA 4. GASTO EN PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO REGIONAL (CVC).....	69
GRÁFICA 5. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA EL SECTOR PRIVADO	70
GRÁFICA 6. COSTES AMBIENTALES ANUALES DEL AGUA PARA SANTIAGO DE CALI (DAGMA - CVC).....	81
GRÁFICA 7. COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS ESTACIONES ANTES DE NAVARRO, JUANCHITO Y PASO DEL COMERCIO.....	82
GRÁFICA 8. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA JAMUNDÍ	
GRÁFICA 9. DINIUS AP EST. PUENTE HORMIGUERO.	83
GRÁFICA 10. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA YUMBO	
GRÁFICA 11. DINIUS AP EST. PASO DE LA TORRE	84
GRÁFICA 12. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA VIJES	
GRÁFICA 13. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA YOTOCO	85
GRÁFICA 14. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA CANDELARIA	
GRÁFICA 15. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA FLORIDA.....	86
GRÁFICA 16. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA PRADERA	87
GRÁFICA 17. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA PALMIRA	89
GRÁFICA 18. DINIUS AP EST. VIJES.....	89
GRÁFICA 19. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA EL CERRITO	
GRÁFICA 20. DINIUS AP EST. YOTOCO.....	90
GRÁFICA 21. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA GINEBRA	
GRÁFICA 20. DINIUS AP EST. YOTOCO.....	91
GRÁFICA 22. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PARA GUACARÍ	92
GRÁFICA 23. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PÚBLICO - GRÁFICA 24. COSTES DEL RECURSO HÍDRICO PRIVADO	93
GRÁFICA 25. DINIUS AP PARA LOS AÑOS DEL 2007 AL 2010.	93
GRÁFICA 26. COSTES EN PLANIFICACIÓN VS COSTES EN INTERVENCIÓN DEL AGUA PARA SANTIAGO DE CALI DAGMA	94
GRÁFICA 27. COSTES DE INTERVENCIÓN VS COSTES DE PLANIFICACIÓN - CVC	95

VI. LISTA DE ANEXOS (HIPERVÍNCULOS)

<u>ANEXO I</u>	1
<u>ANEXO II</u>	1
<u>ANEXO III</u>	37
<u>ANEXO IV</u>	51
<u>ANEXO V</u>	54
<u>ANEXO VI</u>	62
<u>ANEXO VII</u>	64
<u>ANEXO VIII</u>	64
<u>ANEXO IX</u>	69
<u>ANEXO X</u>	76
<u>ANEXO XI</u>	76

VII. LISTA DE LAS TABLAS NAMEA (HIPERVÍNCULOS)

<u>TABLA 1</u>	59
<u>TABLA 2</u>	60
<u>TABLA 3</u>	61
<u>TABLA 4</u>	64
<u>TABLA 4.1</u>	69
<u>TABLA 4.2</u>	69
<u>TABLA 5</u>	71
<u>TABLA 6.1</u>	72
<u>TABLA 6.2</u>	72
<u>TABLA 7.1</u>	73
<u>TABLA 7.2</u>	73
<u>TABLA 8.1</u>	74
<u>TABLA 8.2</u>	74
<u>TABLA 9.1</u>	75
<u>TABLA 9.2</u>	75

VIII. RESUMEN

La tesis aquí presentada tiene como objetivo principal la elaboración de cuentas ambientales del recurso hídrico para el tramo La Balsa hasta Yotoco y sus tributarios del río Cauca en el Departamento del Valle del Cauca (Colombia), tiene como fundamento metodológico la aplicación de un modelo llamado NAMEA (*National Accounting Matrix Including Environmental Accounts*) el cual permite integrar en una matriz, los flujos físicos y monetarios que intervienen sobre las cuencas hidrográficas objeto de estudio, y con base en ello se establece el nivel de eficacia en la asignación de recursos públicos y privados para la protección del agua, obteniéndose un sistema de información ambiental importante y hasta ahora desconocido que permite identificar los impactos y el nivel de efectividad en la gestión pública ambiental dadas las intervenciones antrópicas de los centros poblados más importantes relacionados con el municipio de Santiago de Cali.

1. PRESENTACIÓN

El trabajo aquí presentado, está fundamentado en una investigación producto de un convenio ([ANEXO I](#)) efectuado entre la Contraloría General de Santiago de Cali y la Universidad del Valle, dada la necesidad manifestada a través de la Dirección Técnica Ante los Recursos Naturales y Aseo de la Contraloría, para la realización de cuentas ambientales en este mismo municipio, estableciéndose contacto con él profesor Luis Alfonso Escobar de la Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales. En este sentido, se logró inicialmente un acuerdo para el desarrollo de este tipo de cuentas para la cuenca hidrográfica del río Cali.

Para la elaboración de dicho trabajo, se contó con la participación de dos estudiantes de la Universidad del Valle en calidad de pasantes, pertenecientes a la facultad de economía y geografía, en la primera con el estudiante Omar Jaramillo Rosero coordinado por el profesor Luis Alfonso Escobar, y en la segunda; con el estudiante Juan Manuel Aristizabal, coordinado por el profesor Luis Marino Santana del mismo departamento.

El 5 de agosto de 2010 se da inicio al contrato de pasantes por parte de la Contraloría General de Santiago de Cali ([ANEXO II](#)), el cual estuvo vigente hasta el 16 de Julio de 2011, se trabaja inicialmente sobre lo acordado, pero debido a los grandes vacíos de información presentados en el transcurso de la investigación dirigida hacia el río Cali; esta se direcciona para un tramo del río Cauca (La Balsa - Yotoco), generándose importante información para 16 cuencas hidrográficas y 12 municipios del Valle del Cauca.

PARTE I: Formulación del problema e hipótesis de la investigación

2. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realiza con el propósito de determinar la eficacia en la asignación de recursos por parte de las instituciones públicas y privadas que intervienen directa o indirectamente en el uso y gestión del recurso agua, se efectúa para un tramo específico del río Cauca en el Valle del Cauca (Tramo desde la Balsa hasta Yotoco) y sus tributarios. Para cumplir con dicho objetivo se establece una metodología cuya estructura se realiza con base en las cuentas ambientales efectuadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) de España, logrando establecer las presiones de la actividades socioeconómicas de los diferentes municipios sobre las cuencas y sus afluentes, el estado del recurso dadas esas presiones, y las respuestas sociales para proteger, mitigar y preservar el recurso hídrico.

Para el marco metodológico, se utilizan dos tipos de información suministradas bajo el amparo legal del control fiscal de la Contraloría General de Santiago de Cali. El primero permite estimar por medio de indicadores de calidad y contaminación el estado del recurso hídrico en la zona de estudio. El segundo permite describir los flujos monetarios que se destinan para preservar, mitigar y proteger los diferentes impactos sobre el mismo, los cuales pueden subdividirse en gasto público (tomando como base la información suministrada por las autoridades ambientales que intervienen en la zona de estudio a partir de las finanzas del patrimonio público) y gasto privado.

La efectividad del gasto por parte del sector público se establece a partir del estado del recurso hídrico, ya que se presupone que a mayor asignación de recursos monetarios destinados por las autoridades ambientales para protegerlo, mitigarlo y preservarlo. Así mismo; debe estar reflejado en términos de calidad. En seguida; se estiman los flujos monetarios del sector privado para proteger o mitigar los daños en el recurso hídrico de la zona de estudio, se parte de la información suministrada por dichos actores, los cuales

fueron georeferenciados por actividad económica en cada corregimiento o municipio dada su ubicación.

En síntesis, esta investigación contribuye a la construcción de vacíos de información generados en la gestión de las autoridades ambientales, la cual debe actuar de manera objetiva en respuesta a los impactos generados por las actividades socioeconómicas. Dicha gestión puede establecerse comparando la información sobre inversión y gasto ejecutada para protección, mitigación de impactos y preservación, con el estado físico y químico del recurso en la zona de estudio con base en una serie de indicadores de calidad y contaminación estructurados a través de una matriz de flujos cualitativos y cuantitativos del agua, permitiendo la generación de información relevante para la toma de decisiones de política pública, dado que si los recursos de protección destinados en términos monetarios son altos, y se dispone de unos recursos altamente contaminados y de muy mala calidad, la gestión debe redireccionarse para ejercer un mejor control que permita la conservación del recurso hídrico bajo el concepto de desarrollo sostenible.

Este estudio está dividido en IV secciones. La sección I incluye esta introducción, posteriormente se presenta la justificación que conlleva la realización de la investigación, seguido de la exposición de antecedentes que dieron forma a la línea de análisis requerida en la aplicación de este trabajo. La sección II delimita el objeto de estudio, en el cual se plasma la hipótesis del trabajo y los objetivos a cumplir, se realiza un análisis conceptual y teórico de las diferentes visiones acerca del tema a tratar. Por su parte, la sección III, delimita el área de estudio, y las normas institucionales que permiten el desarrollo de las cuentas ambientales en la región, para posteriormente; establecer el marco metodológico adoptado en la misma. Por último; en la sección IV, se presentan los resultados de la aplicación metodológica, las conclusiones del mismo; y las recomendaciones a seguir en el campo de la economía ambiental así como las fuentes bibliográficas.

3. JUSTIFICACIÓN

En la búsqueda de bienestar, cada vez es más notorio el impacto generado por las diferentes actividades socioeconómicas que intervienen sobre los recursos naturales de los que se proveen, ya que en los últimos tiempos se viene evidenciando a simple vista una gran huella ecológica sobre los recursos naturales, teniendo repercusiones importantes sobre el funcionamiento natural de la biósfera y en la generación de bienestar privado y social, ya que los recursos naturales de los que disponemos, son cada vez más escasos.

Entre los principales problemas que afronta la humanidad, se encuentra la contaminación hídrica y el acceso al agua potable (Azqueta *et al*, 2007), ocasionando sin duda alguna, entre otros, una barrera al crecimiento económico de las naciones, y aunque el tema ambiental ha variado a lo largo del tiempo con relación a las implicaciones ambientales del crecimiento, el pensamiento económico debe establecer innovaciones que permitan el desarrollo bajo un concepto de sostenibilidad, la cual se establece formalmente hasta finales de la década de los ochenta, con el conocido informe de Brundtland (Azqueta *et al*, 2007).

Las Naciones Unidas (UN) para inicios de los años noventa, en su programa para el Medio Ambiente (PNUMA) publicaron un “*Manual de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SCAEI)*”, colocando a los recursos naturales en el centro del análisis del fenómeno del crecimiento económico, puesto que el cálculo de las cuentas nacionales no debe ignorar el papel que juegan dentro de la actividades económicas, el capital natural, dejando entrever que la gestión pública debe estar orientada a promover un equilibrio que garantice una relación armónica entre el hombre y la naturaleza, enmarcada bajo el ideario del desarrollo sostenible (UN, 1994).

Esta investigación realizada por medio de la Contraloría General de Santiago de Cali y la Universidad del Valle, permite contabilizar en términos ambientales el estado y la destinación de recursos para proteger el agua dada la importante intervención antrópica de los centros poblados más importantes del valle geográfico incluyendo el área urbana

de Santiago de Cali, ya que adolece de un sistema de contabilidad ambiental que permita relacionar las actividades humanas y su impacto sobre el recurso hídrico, tanto en términos físicos como monetarios, para lograr dicho propósito fue necesario establecer el comportamiento de las fuentes hídricas que intervienen sobre el río Cauca antes de su paso por la ciudad y después de la misma, ya que así se puede evaluar la tendencia e impactos de las demás subregiones aledañas sobre los demás afluentes, y no caer en el error de relacionar el estado del agua solamente a las actividades socioeconómicas de la ciudad, tomándose como objeto de estudio 17 cuencas hidrográficas y 12 municipios del Valle del Cauca.

El sistema de contabilidad ambiental propuesto, es un significativo aporte a la generación de información relevante que permita identificar vacíos de las entidades de control en la gestión y políticas de protección para el recurso hídrico concernientes a las actividades socioeconómicas de la zona de estudio, y así coadyudar a la toma de decisiones con relación a la gestión de políticas ambientales encaminadas a posibilitar la conservación, recuperación y control de los impactos negativos generados por las intervenciones antrópicas, asegurar el abastecimiento de agua y promover el fortalecimiento de la gestión integral del recurso hídrico, mediante el empleo de un sistema contable del recurso y los gastos monetarios que periódicamente orienta la sociedad para su sostenibilidad

4. ANTECEDENTES

Formalmente, la importancia de incorporar el papel del medio ambiente al desarrollo y crecimiento económico se evidencia por primera vez en la “*Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*” realizada en Estocolmo en 1972, posteriormente en la década de los ochenta, con el llamado informe de Brundtland (1987) se plantean nuevas estrategias de desarrollo bajo un concepto de sostenibilidad¹, las cuales se adhieren como compromiso en la Cumbre de la Tierra que se realizó en Río de Janeiro en 1992, en la que se establece como estrategia de desarrollo sostenible

¹ El concepto de desarrollo sostenible se define como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras a la satisfacción de sus propias necesidades.

una dinámica social y política, y por tanto, se incluiría en las políticas económicas y sociales contenidos en el programa Agenda 21.

La cual, en su artículo 40 plantea la necesidad de que los países destinen recursos monetarios para la generación de información de los recursos naturales y de los impactos de su intervención. Es en este marco, que la construcción de indicadores ambientales para la formulación de política pública y toma de decisiones informada se hace relevante, y las cuentas ambientales son una estrategia de generación de información a partir de su integración del sistema de cuentas económicas.

Parte de los objetivos primordiales de la contabilidad ambiental es explorar las posibilidades de desarrollo y depuración de los sistemas de contabilidad nacional a partir de consideraciones relativas a las variaciones ocasionadas en el capital natural por efecto directo o indirecto de la actividad económica, pretendiendo corregir una serie de desviaciones con el fin de integrar las variables ambientales en las grandes magnitudes de la economía nacional, para así presentar una imagen más completa de la situación a los responsables de las distintas políticas públicas (Azqueta, et al, 2004).

No obstante, dentro de las deficiencias reconocidas, se destacan tres aspectos fundamentales: el escaso aprecio por las consideraciones relativas a la depreciación de la base de recursos naturales; la práctica ausencia de información relativa a la degradación de la capacidad de asimilación del medio natural en relación con los residuos ocasionados por la actividad económica; y, por último, el tratamiento deficiente del gasto en protección ambiental en el contexto del cálculo de variables agregadas de la contabilidad nacional (Azqueta, et al, 2004).

A continuación se describen algunas experiencias, a manera de antecedentes de la implementación de sistemas de cuentas ambientales a distintas escalas territoriales.

4.1 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

En el campo internacional, instituciones como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), la Organización de Naciones Unidas y la Unión Europea; entre otros, han tenido como un objeto de trabajo la estimación del gasto que destinan los países para proteger los recursos naturales, de tal forma que permita generar un sistema de contabilidad para medir, analizar y publicar el gasto ambiental tanto para el sector público como del sector privado.

En dicho propósito se busca estimar el monto de los recursos que los diferentes sectores de la sociedad (gobiernos, empresas, hogares, etc.) destinan para prevenir o revertir el impacto sobre el medio ambiente generado por las actividades humanas, a su vez, se pretende evaluar la efectividad y la eficiencia de la política ambiental para mitigar, prevenir y reparar los daños sobre la biósfera, generando un conjunto de estrategias que permiten integrar en la actividad económica, los recursos naturales y el medio ambiente (Azqueta *et al*, 2004).

En consecuencia, en 1994 se publica el “*Sistema Integrado Ambiental y Cuentas Económicas*” (SEEA) de las Naciones Unidas, con el propósito de proveer una referencia para compilar, clasificar y presentar información económica, que permita formular indicadores ambientales y evaluar las políticas bajo el concepto de desarrollo sostenible, posibilitando el desarrollo de ajustes ambientales necesarios para que los agregados monetarios como el Producto Interno Bruto (PIB), la formación bruta de capital, etc., reflejen los costos por el uso y agotamiento de los recursos, los costos por la degradación ambiental causada por las actividades productivas, y proporcione datos para la contabilización de los gastos asociados a la protección del medio ambiente (Quadri, 2002).

A la postre, la Oficina de Estadística de la Unión Europea (EUROSTAT), publicaría el manual del “*Sistema Europeo para la Colección de Información Económica del Medio Ambiente*” (SERIEE), encaminado en estimar los flujos monetarios destinados a la protección ambiental y caracterizar el impacto de la protección ambiental en la

economía tanto a nivel regional como nacional, dicha estructura proporcionaría una base metodológica para estimar el impacto de la actividad económica sobre los recursos naturales, y los flujos monetarios destinados para la protección del medio ambiente.

La publicación del SERIEE, ocasionaría que varios países de la Unión Europea (Alemania, Austria, Francia, Noruega, Reino Unido, y Suecia) llevaran a cabo investigaciones para la elaboración de cuentas ambientales, con especial énfasis en las cuentas de gasto en protección ambiental (CGPA), y en dicha aplicación; en la que se recogen experiencias y dificultades en el proceso de desarrollo operativo, EUROSTAT (2002b) publicaría una guía práctica con aspectos importantes de atención, con el fin de facilitar el proceso de elaboración de las CGPA. Dicha metodología es el referente fundamental en el campo de las cuentas ambientales y es la que está siendo aplicada preferentemente a nivel internacional (*Ibídem*, 2004).

4.1.1 El SERIEE en Australia

Esta nación ha utilizado el marco metodológico propuesto por la OCDE y el SERIEE, con el propósito de elaborar un sistema de estadísticas con información relevante que permita coadyudar a los tomadores de decisiones para evaluar y desarrollar políticas, legislación, mercadeo e instrumentos económicos. Bajo este sistema estadístico se logra medir el gasto ambiental, identificar y cuantificar la respuesta de los diferentes sectores hacia la regulación y la política ambiental, incorporar información ambiental contable relevante a las cuentas económicas, y establecer un comparativo con las acciones realizadas a nivel internacional (*ibídem*, 2002).

En la elaboración de estadísticas de gasto ambiental, se toma como punto de partida la metodología PACE (*Pollution Abatement and Control Expenditure*) desarrollada por la OCDE. En este sistema presentan estadísticas sobre el gasto en bienes de capital y gasto corriente, y debido a las dificultades en la recolección de información, se estima el PACE para el sector minero, manufacturero y el sector público (1990 -1991), posteriormente (1992 – 1993) se incluyen los sectores comercio, construcción, agrícola

y doméstico, logrando implementar este sistema hasta 1997, dada la ruptura en el ciclo de publicación de la estadísticas EPE.

Con la publicación del SERIEE, la Agencia de Estadísticas de Australia (Australian Bureau of Statistics – ABS) decide adoptar dicho sistema, además de la clasificación de la CEPA (*Clasificación Internacional de Protección Ambiental*), para definir el tipo de actividades pertenecientes al gasto en protección ambiental, dependiendo del tipo de contaminación ambiental, y el tipo de acción desarrollada (prevención, reducción, medición, control), se toma como base de recolección de información el desarrollo de encuestas específicas sobre el gasto ambiental, tanto para el sector público como el sector privado (*ibídem*, 2002).

4.1.2 La Matriz NAMEA de España

España es uno de los países en el cual se vislumbra un mejor avance con relación a la construcción de nuevos enfoques conceptuales y prácticos en la aplicación de las cuentas satélites. España ha adaptado la metodología propuesta por los países bajos con base en la de EUROSTAT (2002a; 2002b) y conocida como SERIEE, la cual consiste en la elaboración de una matriz que permite integrar los flujos físicos y monetarios de las actividades humanas sobre los recursos naturales, conocida como la *matriz NAMEA* (INE, 2004). La institución encargada del cálculo es el *Instituto Nacional de Estadística* (INE), comenzando a principios de los noventa con la elaboración de las cuentas ambientales, los datos están disponibles desde 1995 hasta el 2007.

El INE ha diseñado encuestas con el propósito de incorporar los datos del gasto en protección ambiental de las empresas, donde las estadísticas obtenidas presentan los gastos realizados por cada sector de la economía, distinguiendo dos tipos de gasto; los gastos corrientes y los gastos de inversión. También disponen de información relativa a los ingresos obtenidos por cada sector, derivados de la producción y venta de productos, así como del empleo asociado a este tipo de actividades.

4.1.3 El Producto Interno Bruto Ecológico en México

La realización de cuentas ambientales hacen parte del “*Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM)*”, el cual es aplicado a partir del manual de contabilidad ambiental de las naciones unidas (SCAEI), donde se realiza una clasificación de los activos de la economía, definidos como ambientales y económicos (Azqueta et al, 2007). Para estimar la depreciación de los recursos naturales y el medio ambiente, se ha adoptado el cálculo del “*Producto Interno Bruto Ecológico*”, en el cual incorporan en las cuentas nacionales, el deterioro y agotamiento de los recursos naturales (agua, aire, bosques, suelo, petróleo), dicha estimación se realiza por medio del cálculo de los costos de agotamiento y depreciación de los recursos naturales, y su inclusión en el sistema de cuentas nacionales, se hace restando del valor del PIB (INEGI, 2008).

4.1.4 Las Cuentas Ambientales de Chile

En la República de Chile, la elaboración de las cuentas ambientales está a cargo de la “*Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)*”. Se puede evidenciar una cuenta de gasto ambiental del sector público, se destaca la implementación del “*Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)*” como una fuente de gasto empresarial para la realización de nuevos proyectos. Además, señala los avances en cuestión de recolección de información del gasto ambiental de las empresas, el cual ha sido realizado por el instituto nacional de estadísticas (INE) con encuestas de percepción sobre gasto ambiental en las empresas, no obstante, uno de los problemas afrontados tiene que ver con la recolección de información, ya que la proporcionada no se entrega de manera sistematizada y por tanto, no se hace posible utilizarla en un análisis (CONAMA, 2004).

Para subsanar dicho inconveniente, se ha realizado una caracterización del gasto ambiental dependiendo de su objetivo ambiental, encontrándose dificultades como la sobreestimación de las inversiones efectuadas por las empresas, haciendo que la proporción del gasto no clasificable sea significativa.

4.2 EXPERIENCIAS NACIONALES

En Colombia el estudio de las cuentas del medio ambiente se inició en abril del 1992 con la creación del Comité Interinstitucional de Cuentas Ambientales - CICA, el cual fue conformado con base en el documento CONPES “*Una Política Ambiental para Colombia*” fortalecido con la reforma constitucional de 1991, se realiza bajo los lineamientos conceptuales y metodológicos de las Naciones Unidas (UNSTAT), encabezada por Jan Van Tongeren, con el objeto de evaluar la posibilidad de adelantar un proyecto piloto de contabilidad ambiental para Colombia. El CICA emprendió la elaboración del diagnóstico del estado de la información ambiental en el país y como resultado de dicha misión y la información recopilada surgió el proyecto piloto de contabilidad económico ambiental integrada para Colombia, COLSCEA, cuyo objetivo fue diseñar y aplicar inicialmente para el período 1990-1992, un sistema de cuentas ambientales articulado a las cuentas nacionales del país; uno de los avances más importantes a nivel nacional y de mayor profundidad y extensión, liderado por el DANE (2010).

Concluido el proyecto COLSCEA, el DANE continuó con la elaboración de la cuenta satélite de medio ambiente –CSMA- y oficializó el desarrollo de la misma mediante el decreto 0262 de 2004, incorporando dentro de las funciones de la dirección técnica de síntesis y cuentas nacionales, la elaboración de las cuentas satélites, dentro de las cuales se encuentran la de Cultura, Turismo, Salud y Medioambiente. Es así como el DANE en el año 2001, retoma la investigación adaptándola a las recomendaciones del Sistema de Cuentas Nacionales SCN-93.

4.2.1 El Desarrollo de las Cuentas Ambientales

El marco conceptual adoptado por el DANE es el “*Sistema Satélite de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SCAEI)*”, en el que su propuesta metodológica permite analizar los flujos monetarios y físicos que intervienen en los recursos naturales, puesto que su propósito analítico posibilita describir las relaciones entre la economía y el medio ambiente, para ello; se establecen dos tipos de cuentas, unas monetarias y otras físicas.

a. Cuentas monetarias

En su desarrollo se establecen como cuentas de gasto en protección ambiental, las cuales tienen como finalidad estimar la asignación de recursos destinados para la protección, conservación o mitigación de los recursos naturales y el medio ambiente, son destinados tanto desde las unidades pertenecientes al gobierno, bien sea de carácter ambiental o no, de orden nacional o municipal, como también de las unidades productivas de la economía (sector primario, secundario y terciario) y los hogares, representando las respuestas sociales a la protección del medio ambiente, bien sea de carácter preventivo o correctivo.

Se toma como punto de partida la información suministrada por las entidades del gobierno a través de las ejecuciones presupuestales recolectadas directamente por el DANE y por la Contraloría General de la República, permitiendo definir una clasificación por finalidad ambiental vista desde los proyectos ambientales realizados, desagregados con base en la “*Clasificación Internacional de Protección Ambiental – CAPA*”, teniendo en cuenta los parámetros técnicos internacionales y los desarrollos estadísticos nacionales.

- *Las cuentas de gasto en protección del gobierno*

Estas cuentas tienen como propósito cuantificar las acciones realizadas por el gobierno dirigidas a la protección y recuperación de los recursos naturales y el medio ambiente, se consideran los gastos corrientes y de capital, y se identifican tres grupos; el primero está relacionado con los gastos efectivos o imputados en que incurre el gobierno para prestar gratuitamente a la sociedad los servicios colectivos, tales como la administración de los asuntos de protección ambiental. El segundo se relaciona con los gastos en bienes y servicios que se proporcionan gratuitamente a los hogares, por ejemplo; cursos de capacitación a la comunidad en el manejo de los recursos naturales. Y por último, el tercer grupo está constituido por las transferencias pagadas a otras unidades institucionales.

- *La cuenta de gasto en protección de la industria*

Las cuentas de gasto para las unidades productivas de la economía toma como referencia el sector manufacturero, contabilizando los gastos generales y de inversión con base en la “*Encuesta Ambiental Industrial EAM*”, cuyo funcionamiento es independiente, permitiendo obtener resultados representativos a nivel de corredores industriales y por actividad económica, además de ser una herramienta coherente con los estándares internacionales.

Con relación al recurso hídrico, se registra información sobre su manejo en los establecimientos industriales, específicamente el volumen total de agua captada por la actividad productiva y tipo de captación, el volumen total de agua residual generada, volumen de agua tratada y tipo empleado. La zona de estudio se basa en la ubicación geográfica de seis (6) corredores industriales, clasificando las actividades económicas a partir de las 42 actividades que presentan mayores niveles de contaminación en el país, para posteriormente; categorizar por recurso protegido, gasto corriente, formación bruta de capital fijo, y variable económica, permitiendo estructurar las cuentas de producción, la generación de ingresos y equilibrios oferta - utilización.

b. Cuentas físicas

En las cuentas físicas se consideran las variaciones en los recursos naturales renovables con la estimación de cuentas de calidad, realizadas por medio de un conjunto de indicadores para un periodo de tiempo, permitiendo establecer los impactos negativos que ocasionan las actividades humanas, conllevando a la formulación de una cuenta física de calidad del agua y del aire, la cual se compone de una cuenta de calidad ambiental inicial, otra cuenta del volumen total de vertimientos o emisiones y, por último, de una cuenta calidad final ambiental.

Para la utilización de indicadores de calidad se emplea un método indirecto en el cálculo del total de vertimientos debido a la falta de estudios específicos que permitan relacionar la contaminación de los cuerpos de agua con las industrias causantes. La

técnica que consiste en aplicar los parámetros de contaminación estandarizados a los niveles de producción física de las actividades económicas. Al igual que en la cuenta de flujos monetarios, se toma como base la industria manufacturera, puesto que según el DANE, genera la mayor proporción de vertimientos contaminantes.

En contraste, se formula que el cálculo de vertimientos constituye un indicador totalizante de la contaminación del recurso, ya que no tiene en cuenta el cuerpo de agua de destino, ni los esfuerzos que se hacen desde el punto de vista técnico y económico para mitigar, controlar y conservar las condiciones de calidad de los recursos naturales, paralelamente; se pueden vislumbran restricciones de información ambiental, ya que la información existente dado su nivel de desagregación temporal, espacial y temática, no permiten la elaboración de un sistema de cuentas ambientales en el corto plazo, como también su implementación en el sistema de cuentas nacionales (Caballero, 2004).

4.3 ESTUDIOS DE INTERÉS REGIONAL

4.3.1 Cuentas de patrimonio natural del recurso hídrico en las cuencas de los ríos Nima-Amaime

En el desarrollo de las cuentas de patrimonio establecidas para el recurso hídrico de los ríos Nima – Amaime, se estima un sistema de cuentas tanto física como monetaria, tomando como marco metodológico la propuesta desarrollada por el instituto francés del Medio Ambiente, y la estructura publicada por el SERIEE de EUROSTAT para calcular el valor total de los gastos en que incurren las instituciones que intervienen en las cuencas (Arboleda y Larrahondo, 2001).

En la estructura física de ambas cuencas hidrográficas, se estima el balance – disponibilidad – demanda del recurso hídrico, realizado con base en el balance hidrológico, en el cual se estima la oferta y la demanda de agua de las cuencas desagregado por actividad económica y usos del suelo para la zona de estudio. Posteriormente se efectúa un balance oferta – demanda de agua. A su vez, se realiza

una cuenta de calidad del agua con base en la clasificación de aguas según los índices de calidad, los cuales se pueden desagregar dependiendo de sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

Para la estimación de la cuenta de gasto, retoman la propuesta desarrollada por el DANE y CORNARE, toman como base el sector público de orden regional, y las empresas privadas (productores industriales y agropecuarios), los operadores del recurso hídrico y las familias. Incluyen los gastos en inversión y mantenimiento, integrando diversos factores que buscan proteger, mitigar o preservar los recursos naturales, se integra con base en cuentas de producción como identidad del PIB, subdividido dependiendo el orden institucional o legalmente establecido, después; se realiza una clasificación funcional del gasto en protección ambiental y se identifica el destinado para el recurso hídrico, en el cual toman en cuenta los proyectos ejecutados estructurados en tres bloques temáticos; en prevención, en corrección y en evaluación, suministrados por la CVC.

4.3.2 Cuentas ambientales para el municipio de Buga, con énfasis en el sector agropecuario

En este tipo de cuentas, se establece una aproximación a las cuentas económicas ambientales para la cuenca hidrográfica del río Guadalajara de Buga, inicialmente; se plantean cuentas de producción para las distintas actividades económicas de la región, y dadas sus ventajas comparativas, se toma como base el sector primario (producción agrícola y pecuaria), visualizándose más concentración de la producción agrícola con cultivos permanentes como caña de azúcar, caña panelera, plátano y café. (Jaramillo, 2004)

Se realizan cuentas de producción para ambos sectores, a precios corrientes y constantes, para posteriormente, calcular el consumo intermedio diferenciado de los tipos de cultivo en el área, y el excedente bruto de explotación para los cultivos en los años 1994, 2000, 2001 y 2002.

Posteriormente efectúan una estimación de cuentas de patrimonio natural tomando como base la oferta – demanda del suelo por aptitud y del bosque, y luego plantean la

oferta del recurso hídrico superficial y subterráneo, la demanda del recurso hídrico para el río Guadalajara y su balance oferta – demanda. Paralelamente se estructura una cuenta de calidad del agua con el propósito de visualizar el nivel de contaminación de la cuenca, utilizando tres indicadores de contaminación, el ICOMO, el ICOSUS y el ICOTRO, concluyendo que el río sufre un proceso de contaminación, ya que los resultados obtenidos son comparados con los estudios realizados con anterioridad.

4.4 NORMATIVA DEL RECURSO HÍDRICO

4.4.1 Marco Institucional

La Ley 99 de 1993 establece que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT es el ente coordinador del sistema nacional ambiental y máxima autoridad ambiental, la cual debe realizar planes de gestión para el medio ambiente y los recursos naturales a partir de la definición y formulación de políticas y regulaciones con el propósito de recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales de la nación (PIGRH, 2004), le corresponde a través del Viceministerio de Ambiente (entre otras disposiciones), orientar el proceso de formulación de políticas; regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente; fijar las pautas para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (Ley 99/1993, art. 5).

A nivel nacional se cuenta con 33 autoridades ambientales regionales (CAR) denominadas corporaciones autónomas regionales y corporaciones para el desarrollo sostenible, creadas a través de la misma ley, las cuales están encargadas de la administración del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, actúan bajo las directrices del MAVDT, para ejecutar políticas, planes, programas y proyectos específicos para manejar, proteger, regular y controlar la disponibilidad, calidad y uso del recurso hídrico, como también hacer cumplir la normatividad vigente para el manejo de los recursos naturales (Ley 99/1993, art. 31).

Dentro de las funciones más importantes del MAVDT con el apoyo de las CAR's para la gestión del agua, es otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias

ambientales para las diferentes actividades socioeconómicas, paralelamente debe fijar límites permisibles de vertimientos y descargas, ejercidos con base en funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, permitiendo recaudar contribuciones, tasas, derechos, tarifas y multas, por concepto de uso y aprovechamiento del agua, así como sanciones en caso de violación a las normas ambientales, entre otras disposiciones según la Ley 99 de 1993.

Por último, se puede mencionar que dichas funciones están dadas dentro del perímetro urbano, para los grandes centros urbanos (Bogotá, Medellín y Cali) y para los distritos (Barranquilla, Cartagena y Santa Marta), sumando en total seis (6) autoridades ambientales urbanas (*Ibídem*, 2004).

5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

- *Hipótesis de la Investigación*

- En los últimos años se vislumbra un impacto negativo sustancial sobre los recursos hídricos que hacen parte de nuestro territorio, es cada vez más notorio su deterioro en las áreas urbanas o suburbanas a pesar de los objetivos propuestos de reducción de la contaminación. Por tal razón, esta investigación tiene como hipótesis de trabajo la existencia de un bajo nivel de eficacia o no correspondencia directa de la asignación de recursos tanto públicos como privados para la protección, mitigación y preservación de la red hídrica de una zona de estudio específica en el Valle del Cauca y la calidad del agua del mismo, se trabaja bajo el supuesto de que los recursos destinados para la protección del agua han tenido una tendencia creciente, y de ser así, deberían verse reflejadas en una mejor calidad del agua.

- *Objetivo General*

- Construir las cuentas ambientales para el río Cauca a partir del tramo la Balsa hasta Yotoco y sus tributarios.

- *Objetivos Específicos*

- a. Identificar y analizar la información física y monetaria de las instituciones públicas y privadas que intervienen y ejercen algún tipo de control en la zona de estudio.
- b. Estimar los factores físicos y químicos que permiten construir la cuenta de calidad y de contaminación del recurso hídrico en la zona de estudio.
- c. Estimar la cuenta de gasto a partir de la información aportada por las instituciones privadas y públicas que intervienen en la zona de estudio.

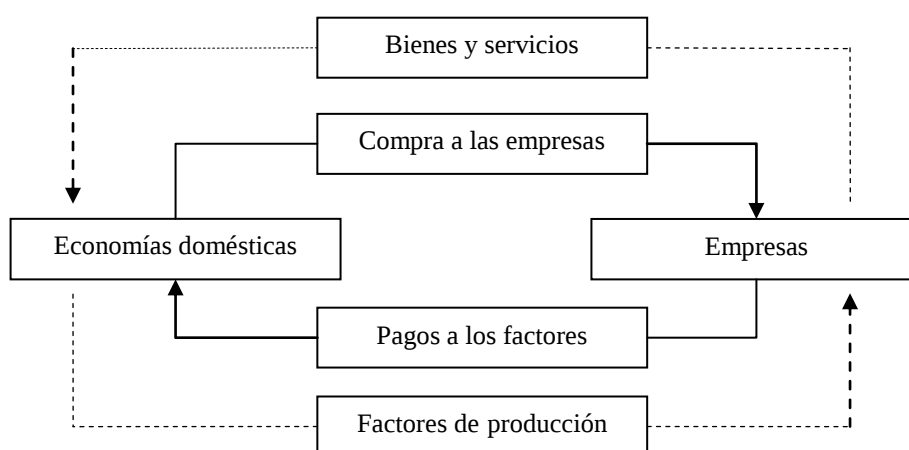
6. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

6.1 La contabilidad nacional

La contabilidad nacional tiene como propósito el cálculo de una medida agregada de la actividad económica operada a través del mecanismo de mercado, en el cual las magnitudes macroeconómicas son una herramienta fundamental en el diagnóstico sobre el estado de la economía y sirven de soporte para la toma de decisiones tanto públicas como privadas.

Las cuentas nacionales de un país incluyen dos categorías principales: *flujos* de bienes y servicios y stocks de activos o de capital utilizados en la producción de esos bienes y servicios medidos en unidades monetarias. El objetivo de las cuentas nacionales es, por ende, medir no sólo los flujos de bienes y servicios resultantes de la producción, sino también el stock de capital propiamente dicho, es decir, la riqueza económica del país. (UN, 2002). Para entender cómo actúan los distintos factores sociales que intervienen desde la teoría económica, en la figura 1., se hace una representación a partir de la economía neoclásica en la que se analiza la economía como un circuito cerrado entre productores de mercancías y consumidores.

Figura 1. Economía Neoclásica



Fuente: Azqueta et al. (2007, p. 242)

La economía bajo este esquema está compuesta por economías domésticas (familias) y empresas, no existe el gobierno ni el exterior. La relación existente es sustentada de la siguiente forma; las empresas producen bienes y servicios que las familias adquieren (línea superior), y además dichas familias son poseedoras de los medios de producción que utilizan las empresas en el proceso productivo (trabajan para las empresas, arriendan terrenos, locales e instalaciones).

Las dos flechas discontinuas de la figura 1, describen estos flujos llamados *reales*: el de arriba representa una corriente de bienes y servicios que va desde las empresas a las familias a las empresas. A cambio, las familias pagan una cantidad de dinero por los productos que han comprado a las empresas, flujo *monetario* representado por la línea continua de la parte superior de la figura (compras). A su vez, reciben de las empresas otro flujo monetario a cambio de los servicios de sus factores productivos (pagos a los factores: salarios, alquileres, rentas de capital). Esto último es lo que proporciona a las economías domésticas el poder de compra necesario para adquirir los bienes y servicios que adquieren en el mercado (Azqueta, *et al.* 2007).

Bajo este esquema se puede plantear que en la teoría económica las cuentas nacionales son una herramienta fundamental que permiten medir el comportamiento económico de una nación. Con la información que proporciona se establece el nivel de actividad económica (al cuantificar el tamaño del flujo de bienes y servicios producidos por la economía en un periodo dado), el nivel de consumo del cual se espera que sea al menos constante o dinámico y; el nivel de bienestar social, ya que se supone una relación positiva entre bienestar y el producto nacional (Campos, *et al.* 2004), información que en términos monetarios, permite estimar las principales magnitudes macroeconómicas de un país: el Producto Interno Bruto (PIB), el Producto Interno Neto (PIN) y la Renta Nacional.

Sin embargo; este sistema no permite visualizar el papel que juegan los recursos naturales en los sistemas de producción y en la obtención de bienestar real de las economías. El aumento de la actividad económica genera impactos sobre el comportamiento natural de estos recursos y el medio ambiente, influyendo

negativamente sobre el bienestar social, por lo que el cálculo de las cuentas nacionales, sin tener en cuenta las consecuencias sobre los recursos de los que dispone, no especifica la verdadera realidad sobre los niveles de bienestar de la sociedad y de los demás seres vivos (*Ibíd*em)

En el informe de Brundtland de 1987, se estableció que el desarrollo económico debe ser tal “.... *que satisfice las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades*” Brundtland (1987, p. 1), posteriormente las naciones unidas, NU (1994), publicarían un “*Manual de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada*”, en el cual se considera la economía como parte de la naturaleza, donde los seres humanos deben aceptar que forman parte de ella, y sus acciones deben ser tales que no perturben los equilibrios naturales, además; sus facultades intelectuales deben utilizarse para crear condiciones de vida que reduzcan al mínimo sus repercusiones sobre el medio ambiente de otros organismos vivos.

En la inclusión del papel que juega el medio ambiente y los recursos naturales sobre la economía, se han venido desarrollando diferentes corrientes que tienen que ver con el estudio de los cambios de la calidad ambiental producidos por la actividad humana. Entre estas corrientes se pueden caracterizar dos disciplinas, la economía ambiental (aplicada en este estudio) y la economía ecológica, las cuales desde el análisis económico hacen su aporte para la protección del medio ambiente (Cuellar, 2003). La primera; efectúa una extensión del aparato conceptual de la economía a un objeto de estudio diferente como es el medio ambiente, y la segunda, apunta a la reconstrucción de los fundamentos biofísicos del proceso económico y a la reelaboración conceptual de la economía (Martínez, 1999).

6.2 El enfoque conceptual de la economía ecológica

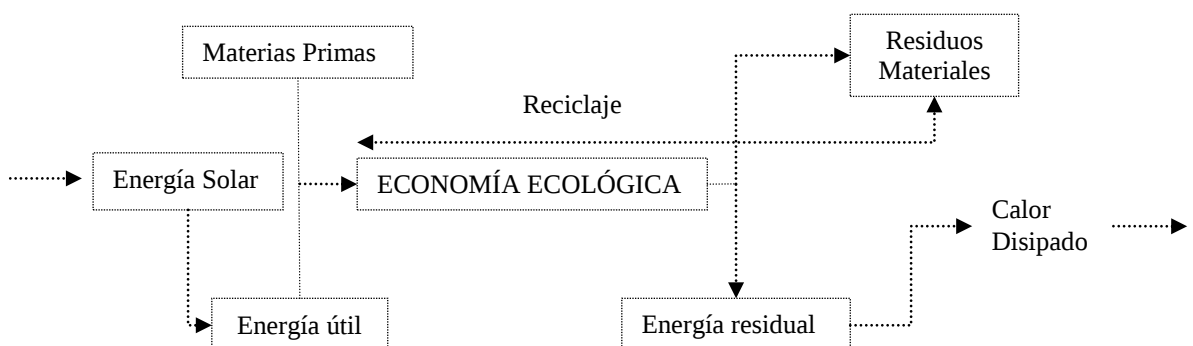
La economía ecológica se deriva de concebir a la economía como un proceso abierto dentro de un sistema mayor, el ecosistema Tierra, implicando que la economía no debe ser analizada en sí misma, sino en su interrelación con los ciclos biogeoquímicos. Bajo

esta perspectiva Foladori (2001) plantea que los ecosistemas no son sólo una fuente de recursos para la actividad económica, sino que además, cumplen una amplia gama de funciones para el ser humano como ser biológico y para las actividades que la sociedad humana desempeña.

Paralelamente, esta línea económica basa su análisis con el carácter no renovable de varios recursos naturales y funciones ecosistémicas, sosteniendo que el ecosistema Tierra es cerrado en materiales, aunque abierto en energía solar, por lo que la economía no puede crecer ilimitadamente como la economía neoclásica o keynesiana lo propone, ya que el crecimiento estará, tarde o temprano, frenado por razones físicas, antes que económicas (Foladori, 2001). Se tiene entonces que el enfoque de la economía ecológica parte de la premisa de que la economía necesita dos tipos de entradas, de energía y de materiales, las cuales mediante el reciclaje pueden volver a ser parcialmente utilizados para posteriormente; volver al mercado, sin olvidar que parte de los residuos generados, son reciclados naturalmente mediante los ciclos naturales que convierten los residuos en recursos.

Bajo este concepto, la naturaleza juega un doble papel de suministradora de recursos y receptora de residuos, diferenciándose de la economía convencional o neoclásica (figura 1), ya que esta analiza la economía como un circuito cerrado entre productores de mercancías y consumidores, mientras que la economía ecológica (figura 2) se concibe como un sistema abierto a la entrada de energía y materiales, y abierto a la salida de residuos (Martínez - Alier, 1998).

Figura 2. Economía Ecológica



Fuente: Martínez - Alier (1998).

Dicho sistema es explicado por Martínez (1998, p. 12) sustenta que la *“La economía ecológica ve el planeta Tierra como un sistema abierto a la entrada de energía solar, en la cual se necesita entradas de energía y materiales, en ella se producen dos tipos de residuos: el calor disipado y los residuos materiales, los cuales mediante reciclaje pueden volver a ser parcialmente utilizados, a su vez; su funcionamiento exige un suministro adecuado de energía y materiales (y el mantenimiento de la biodiversidad), y también exige poder disponer de los residuos de manera no contaminante”*.

Por lo que las diferencias planteadas desde la economía ecológica con respecto a la economía neoclásica y Keynesiana, se fundamenta en que servicios que la naturaleza presta a la economía, no están bien valorados en los sistemas de contabilidad nacional propios de la economía neoclásica, por lo que los mecanismos de crecimiento económico tarde o temprano, van a generar una insustentabilidad ecológica de las economías.

6.3 El capital natural y la economía ambiental en el sistema de cuentas nacionales

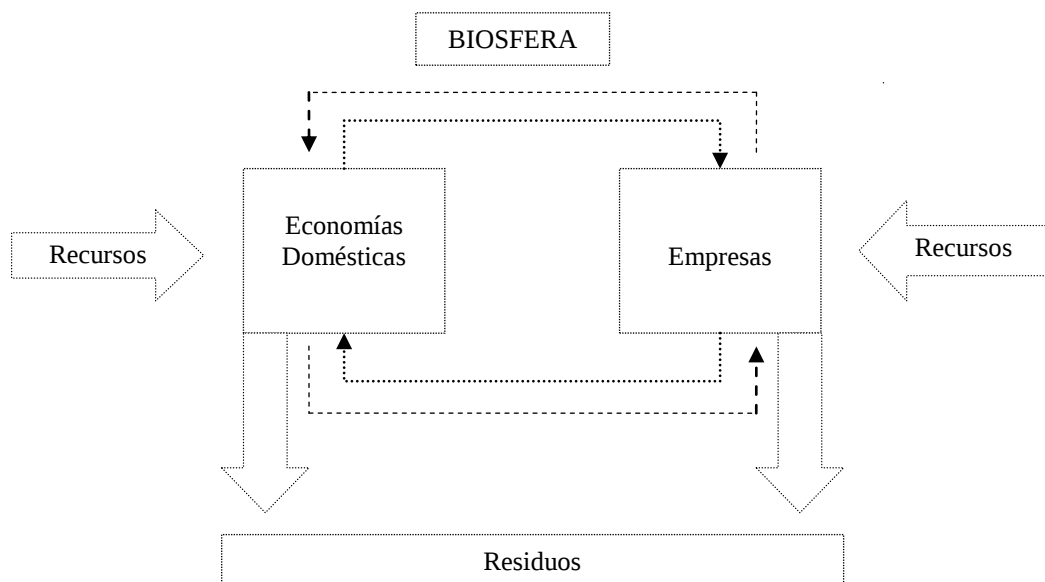
La incorporación del medio ambiente como objeto de estudio que se hace en esta investigación, hace parte de una vertiente de la escuela del pensamiento económico neoclásico. Esta dirige su análisis sobre la escasez, y los bienes se valoran dependiendo de su abundancia y rareza, por lo que cuando se trata de bienes escasos éstos son considerados bienes económicos, de lo contrario, se consideran bienes no económicos.

La inclusión del capital natural en los sistemas de cuentas nacionales se fundamenta con base en la renta que obtiene la sociedad a partir de los activos naturales (cada vez más escasos), los cuales cumplen con la misma función que el capital producido ya que también se deprecia con el uso y por ende debe ser considerado en el cálculo de la actividad económica. Ella debe permitir mostrar el nivel de bienestar que la sociedad deriva de la producción de bienes y servicios que se obtienen a partir de los recursos tanto naturales (materias primas) como ambientales (paisaje, biodiversidad, etc.), y a su vez, indicar si los niveles de producción y consumo podrán mantenerse en el futuro (*ibídem*).

La sostenibilidad de los niveles de producción y consumo, dentro de la esfera económica, se da a partir de cambios en el cálculo de cuentas nacionales que permitan incluir el papel que juegan los recursos naturales o *stock natural* en la actividad económica, conduciendo necesariamente a la estimación de las funciones naturales y ambientales en la distribución de la renta, y paralelamente lo que la actividad económica le devuelve a cambio, ya que los sistemas naturales actúan como emisores de suministros para la producción y el consumo, y como receptores de desechos de dicha producción por los distintos elementos que componen el medio ambiente.

La figura 3 muestra sistemáticamente el comportamiento de la actividad económica (AE) con relación a la captación de recursos naturales por un lado, y por otro; se puede vislumbrar cómo la explotación de recursos se transforma en residuos que son igualmente destinados al sistema natural, lográndose introducir las funciones que proporciona el sistema natural en el flujo de la renta, y lo que la actividad económica le devuelve a cambio (*ibídem*).

Figura 3. Comportamiento de la economía convencional



Fuente: Azqueta *et al.* (2007, p. 246).

De lo anterior se tienen los siguientes aspectos:

- La biosfera proporciona una serie de *recursos naturales*, renovables y no renovables, producidos o no producidos, que son utilizados en los procesos de producción de bienes y servicios de forma que su cantidad se ve disminuida. Forman parte, del llamado *capital natural*.
- Las personas y las empresas utilizan los servicios de algunos activos ambientales sin modificarlos cuantitativamente, no existe una disminución de su cantidad, pero pueden verse alterados cualitativamente, produciéndose un proceso de degradación. En este caso, estamos en presencia de *servicios ambientales o recursos ambientales* de la biosfera, que de igual forma, hacen parte del *capital natural*.

Con base en lo anterior, se presenta entonces una doble restricción por parte de los recursos naturales y el medio ambiente hacia el sostenimiento de la actividad económica y sobre la generación de bienestar, puesto que el sistema natural suministra la materia prima para la AE y mantiene el equilibrio del sistema, dejando entrever restricciones a su funcionamiento. Restricciones en la medida que en cualquier producto incluido en el cálculo del PIB se haya utilizado *capital natural* como recurso o como sumidero de desechos, cualquier sistema de contabilidad que no refleje ese *capital natural* es incompleta y puede inducir a error, omitiendo una dimensión crucial para el funcionamiento del sistema económico y, en términos más generales, para la producción y el mantenimiento de la riqueza (NU, 2002). Dichas relaciones se pueden describir de la siguiente forma:

1. El cálculo de las cuentas nacionales no depende únicamente de lo que ocurra en la esfera económica, sino también, y aún más importante, de los cambios que sufren los recursos naturales y ambientales (*stock natural*).
2. La forma en que se calculan los indicadores macroeconómicos estaría introduciendo *incentivos perversos* para una estructura económica poco sostenible en la que la solución a los problemas ambientales pasa por medidas de *fin de tubería* antes que en la prevención en los problemas ambientales (Leipert y Simmonis, 1989). Si no se corrige esta anomalía “la renta de un país podría ser

mayor cuando una cierta cantidad de bienes y servicios fuese producida por medio de tecnologías contaminantes [...] que en el caso de que se produjera la misma cantidad de bienes por medio de tecnologías limpias” (Cullino, 1996. P. 255).

3. La generación de todo tipo de desechos por cuenta de la actividad económica, debe estar incluida en el proceso de depreciación del capital natural, puesto que impone un límite tanto, a los servicios ambientales, los recursos que provee y al funcionamiento mismo del sistema².

El esfuerzo metodológico se concentra en la estimación de un sistema de indicadores, los cuales permiten analizar las presiones, los diferentes estados y la respuesta que tiene la sociedad sobre la degradación y depreciación de los recursos naturales, permitiendo visualizar un panorama más aproximado a la realidad y a la disponibilidad real del *stock natural*.

Dicho mecanismo parte de la recolección de datos estadísticos ambientales que permitan integrar los efectos de la AE sobre el *stock natural*, uno de ellos se realiza con base en un modelo *presión – estado – respuesta* (OCDE, 1994), el cual permite obtener la base para el desarrollo de un sistema de cuentas ambientales, en el que por medio de un conjunto de indicadores sobre las actividades económicas, establece las presiones sobre el medio ambiente, su estado, y a su vez, reúne las respuestas económicas y sociales para reducir tales presiones, y el otro consiste en la creación de un sistema de indicadores ambientales (cuentas ambientales) incorporados en las cuentas nacionales

² Dicho proceso puede interpretarse desde dos perspectivas, desde la disminución en términos cualitativos y cuantitativos de la base natural sobre la que se apoya el sistema productivo, reduciendo las posibilidades de producción directa e indirectamente (la contaminación reduce la productividad de los factores de producción al afectar a la vida útil de maquinaria e infraestructuras, así como a la salud de los trabajadores). Además; el bienestar global de la sociedad se ve reducido, puesto que los servicios ambientales al verse impactados, ocasiona que factores contaminantes en el ambiente no sean igualmente tratados por la naturaleza, lo que produce altos niveles de contaminación, ocasionando que los niveles de bienestar social, se afecten, factor que el cálculo de la contabilidad nacional, no tiene en cuenta, sesgando por tanto el verdadero estado de bienestar social.

(cuentas satélite), se plantea la posibilidad de brindar información relevante sobre la cantidad, calidad y los flujos monetarios asociados a la gestión de los recursos naturales y el medio ambiente (Azqueta, et al. 2004).

6.4 Sistemas de indicadores ambientales

En la creación de indicadores ambientales que sirven de apoyo a la toma de decisiones de política pública ambiental se reconocen dos líneas de investigación, en la primera se puede nombrar el análisis propuesto por la *Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo* (OCDE, 1994, P. 12), en el cual se genera un sistema de estadísticas que responde a un modelo de causalidad *Presión – Estado – Respuesta* (PER) donde “*las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio y cambian su calidad y la cantidad de los recursos naturales. La sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, sectoriales y económicas. Esto último crea un bucle hacia las actividades humanas de presión. En términos generales, estos pasos forman parte de un ciclo de política ambiental que incluye la percepción del problema, la formulación de políticas, y el seguimiento y evaluación de las mismas*”.

La segunda, consiste de la elaboración de *cuentas satélite*. Se han establecido diferentes metodologías con el propósito de integrar información referente al impacto ambiental de una nación, efectuado a través del esquema de matrices insumo - producto en el que se basa la contabilidad nacional sin que sufra modificaciones sustanciales en su estructura (Ibídem, 2004), entre los ejemplos de cuentas satélite con gran relevancia se encuentra la matriz NAMEA (De Haan et al., 1993), el *Sistema Integrado de Contabilidad Ambiental de las Naciones Unidas* (UN, 1993; 2003), las cuentas de gastos en protección ambiental o cuentas de *gastos defensivos* (EUROSTAT, 2002), y las cuentas de los recursos naturales del tipo de las cuentas del patrimonio de Francia (Weber, 1993).

6.5 Cuentas Satélite

Las cuentas satélites tienen como finalidad cuantificar los fenómenos de deterioro y mejoramiento del medio ambiente, el estado de los recursos naturales y los gastos

destinados para su protección, preservación y mitigación de los diferentes impactos sociales y económicos. Parten del mismo esquema utilizado por el sistema de cuentas nacionales, cuya diferencia radica en que están dirigidas a establecer el comportamiento ambiental de los distintos sectores que integran el sistema económico (*Ibídem*, 2004), el cual se registra a partir de una combinación de estimaciones en términos monetarios, físicos e indicadores de calidad de las corrientes de bienes y servicios que van desde el medio natural hacia el aparato productivo y viceversa (se incluyen desechos, vertimientos y emisiones) (Azqueta, et al, 2003).

6.5.1 La Matriz NAMEA

En la actualidad existen varios sistemas de indicadores que permiten afrontar diversos problemas asociados con el medioambiente, entre los más importantes se encuentra la estructura presentada por los Países Bajos, conocido como el *Modelo de la matriz NAMEA* (Campos, et al. 2004), su relevancia como cuenta satélite radica en que amplía el marco de las cuentas nacionales para incorporar aspectos ambientales que influyen en el bienestar de la población.

La *matriz NAMEA* posee el mismo marco contable que las matrices de contabilidad social³ (Fernández y Polo, 2001), permite aumentar el análisis al integrar información ambiental con la económica de los distintos sectores e información relativa a la fuerza de trabajo (los salarios) y los aspectos distributivos (datos sobre el sector doméstico) (Azqueta, et al. 2004), permitiendo establecer las respuestas que tienen los diferentes sectores productivos de la economía, para mitigar los impactos ocasionados sobre los recursos naturales de los que disponen.

Con la elaboración de la matriz NAMEA se puede fijar una correcta asignación de los generadores de contaminación que componen las distintas actividades de producción y consumo, ya que a partir de la utilización y estimación de indicadores ambientales

³ Una matriz de contabilidad social refleja el origen y el destino de las rentas de un conjunto exhaustivo de instituciones durante un periodo de tiempo. La matriz satisface el principio de conservación de la renta porque el total de recursos de cualquier institución coincide con el total de sus empleos.

dentro de la esfera económica, es posible efectuar un contraste entre los diferentes tipos de residuos generados para cada uno de los sectores que integran el sistema productivo (incluyendo no sólo a la industria, sino también al sector servicios) y el sector doméstico. Además; ya que su estructura metodológica posee el mismo marco contable que las tablas insumo-producto, es viable analizar los efectos acumulativos y las interrelaciones existentes entre los distintos agentes de la economía y asignar dichas emisiones al responsable indirecto de las mismas.

El marco de análisis de la *matriz NAMEA* centra su atención en dos tipos de cuentas físicas, la *cuenta de sustancias*, que distingue entre la cantidad de sustancias contaminantes depositadas en el medio natural y las que amenazan el bienestar de la población. Y la *cuenta de temas ambientales*, en la que las sustancias aparecen agrupadas en función del tipo de problemática ambiental sobre la que inciden.

6.5.2 *Las cuentas de gasto en protección ambiental (CGPA)*

Las CGPA o costes ambientales, hacen parte de las cuentas monetarias estimadas dentro de la estructura de la matriz NAMEA, este sistema se plantea a partir de los años noventa, la primera institución en proponer una metodología específica de las CGPA fue la OCDE (OCDE, 1993) por medio del *Marco para el Control y la Reducción de la Contaminación*. Actualmente se reconoce la propuesta creada por el *Sistema Europeo de Recogida de Información Ambiental (SERIEE)* desarrollado por EUROSTAT (2002), con el objetivo de completar el *Sistema Integrado de Contabilidad Ambiental (SEEA)* de las naciones unidas (UN, 2003).

La aplicación conceptual para su elaboración se realiza con base en un *proceso secuencial*, el cual se distinguen dos etapas esenciales. En la primera se realiza una definición del marco de análisis a partir del planteamiento operativo del concepto de gasto en protección ambiental, logrando establecer un sistema de clasificación de las diferentes actividades de protección ambiental, permitiendo organizar la información bajo una estructura operativa. En la segunda, se recolecta información relativa a las transacciones de bienes y servicios de protección ambiental que tienen lugar en la

economía, y su integración en el sistema de contabilidad nacional para obtener las CGPA en la forma de una cuenta satélite. Los criterios establecidos para su aplicación son los siguientes:

i. *Identificación de gastos*

Los gastos en protección ambiental son las actividades realizadas con el fin de prevenir, eliminar y reducir cualquier forma de degradación del medio ambiente y los recursos naturales relacionados especialmente con los procesos de contaminación. Dichas acciones se pueden diferenciar con relación a aquellas cuyos propósitos convergen al cuidado del medio ambiente, dando cabida a una acotación del concepto de gasto defensivo.

Cullino (1996) propone incluir bajo este concepto los gastos corrientes y de capital relacionados con *las técnicas de prevención y control* de la contaminación a través de las cuales la sociedad puede reducir las presiones ambientales actuando sobre la fuente de emisión (tratamiento de vertimientos, reducción de emisiones atmosféricas, etc.), las *medidas defensivas* contra la contaminación de carácter adicional con las que la sociedad se protege de los efectos dañinos de ésta, en el caso de que la presión sobre el entorno haya llegado a producirse, a pesar de las técnicas de prevención y control (proceso de potabilización de aguas, filtros de humo, etc.).

En el caso de que no sea técnicamente posible ni económicamente viable evitar la pérdida de bienestar por medio de los procedimientos preventivos y defensivos descritos anteriormente, se considerarán actividades de protección ambiental las encaminadas a *restaurar las funciones ambientales* afectadas por el impacto residual (restauración de áreas degradadas, etc.), y por último, si el impacto ambiental se traduce en una serie de daños directos sobre la población, las *medidas de restauración* del bienestar, como sería el caso del tratamiento sanitario de la población afectada por la contaminación hídrica, se incluirán dentro de la categoría de gastos defensivos.

Adicionalmente, se han planteado una serie de criterios adicionales que permiten definir con mayor precisión qué partidas se pueden considerar como un GPA en la contabilidad de un agente o de una nación, el primero de ellos es el *criterio de propósito puro*, el cual restringe las actividades que pueden formar parte del cálculo de gastos defensivos, a aquellas cuyo único propósito es la protección del medio ambiente y excluye, por tanto, aquellas actividades que aún teniendo efectos ambientales positivos, se han llevado a cabo con el fin de satisfacer las necesidades tecnológicas o de cumplir con las normativas internas de seguridad e higiene de una empresa o institución determinada (UN, 2003).

Paralelamente se encuentra el *criterio de coste adicional*, este se utiliza para identificar la parte del coste que es atribuible específicamente a la protección del medio ambiente, para ello, los gastos de operación y de capital del cambio de un proceso productivo por otro ambientalmente más respetuoso, se comparan con la alternativa estándar de modificación de la conducta o del proceso productivo generado (por ejemplo, debidos al ahorro de energía o de recursos).

Posteriormente se encuentra el *criterio de coste neto*, mediante el cual sólo se excluye como GPA aquel en que incurre el agente una vez descontados los ahorros que la modificación de la conducta o del proceso productivo generan (por ejemplo, debidos al ahorro de energía o de recursos). Y por último está el *criterio de cumplimiento*, el cual consiste en una variante del criterio de propósito puro, permitiendo identificar aquellas actividades llevadas a cabo para cumplir con la legislación, así como con convenciones y acuerdos voluntarios de carácter ambiental (*Ibídem*).

ii. Clasificación de actividades de protección ambiental

A partir de los anteriores criterios, se ha realizado una clasificación de actividades de protección ambiental denominado CEPA (*Single European Standard Classification of Environmental Protection Activities*) (EUROSTAT, 2002; UN, 2003). Establecidos de la siguiente forma:

-
1. Protección del medio atmosférico y el clima,
 2. Gestión de aguas residuales,
 3. Gestión de residuos,
 4. Protección y remediación de suelos, aguas subterráneas y aguas superficiales,
 5. Reducción de ruidos y vibraciones,
 6. Protección de la biodiversidad y el paisaje,
 7. Protección contra la radiación, investigación y desarrollo, y
 8. Otras actividades de protección.
-

iii. Valoración económica de gastos defensivos

Se emplean para la estimación del valor económico de la depreciación del capital natural a partir de una perspectiva de *disposición a pagar*, y con base en los precios de mercado de los bienes y servicios empleados en actividades de protección ambiental, se aproxima el valor económico de la degradación del medio ambiente al esfuerzo que hace la sociedad en su conjunto para *defenderse* de dicho impacto, medido como el valor agregado de los bienes y servicios empleados en la protección del medio ambiente.

iv. Uso potencial de la información

Bajo la aplicación del modelo PSR de la OCDE, se podría afirmar que las CPA constituyen un ejemplo de indicador de *respuesta social* a las presiones ambientales. Así; estos indicadores se deben de relacionar con la información física del estado del medio ambiente para su correcta interpretación, y su efectividad sólo puede ser evaluada comparando los cambios en el valor y composición de los gastos defensivos con las variaciones en los indicadores de presión (*Ibídem*, 2002).

Las CGPA proporcionan información importante para tener una idea cuantitativa de cómo el capital natural de una nación se ha depreciado a lo largo de un período contable, tanto en la forma de resultados *finales* como de resultados *intermedios*. Por lo

que la información que contienen es extremadamente relevante tanto para el análisis económico, ya que permite a los investigadores cuantificar un valor agregado muy significativo que puede ser utilizado para analizar la interrelación entre el sistema económico y el medio ambiente, como para la planificación económica, ya que permite la aplicación del análisis coste – beneficio a proyectos y medidas políticas con impactos ambientales reconocidos (Cullino, 1996).

A nivel general, las CGPA contribuyen al proceso de toma de decisiones puesto que informan sobre aspectos como la *evolución del gasto* a lo largo del tiempo para poder, por ejemplo, determinar si los gastos en protección ambiental varían conforme a los ciclos de la economía o si, por el contrario, las normas de protección ambiental representan una sobrecarga a las empresas en épocas de desaceleración económica. La *proporción* del gasto en medio ambiente con respecto a la producción nacional, teniendo en cuenta que estos recursos hacen parte de un coste de oportunidad para la sociedad (UN, 2002).

El *efecto de las políticas ambientales* con base en el estado de los recursos naturales que permita comparar su efecto con el beneficio ambiental obtenido por las mismas y el *progreso experimentado por las tecnologías* que permiten reducir el impacto ambiental de los procesos de producción, permiten conocer en qué medida la respuesta social a los impactos ambientales es adoptada mayoritariamente por el sector privado o si, por el contrario es la *iniciativa pública* la que soporta el peso del gasto ambiental. Así mismo; permite identificar a los agentes que asumen dicho coste: si es la propia industria o sector económico, o si dichos costes se trasladan a los consumidores y gobierno (*Ibídem*)

6.6 Cuentas satélite del agua y la matriz NAMEA

El uso del agua puede ser analizado desde dos perspectivas distintas, una económica y otra medioambiental. Desde el punto de vista económico el agua es observada cuando se ve afectada directa o indirectamente, real o potencialmente por el desarrollo de las actividades humanas, en dicho momento se puede hablar de *agua producida*, input imprescindible para el conjunto de actividades económicas. Ahora bien, desde el punto

de vista medioambiental; el agua es hábitat de multitud de ecosistemas y medio de uso y bienestar directo del hombre, es un receptor de residuos y desechos cuya pérdida ocasiona importantes costes económicos y ambientales (Campos y Casado, 2004).

Las funciones económicas y ambientales del recurso hídrico se basan en que proporciona insumos a la economía, es un receptor de residuos a raíz de los procesos productivos y de la sociedad, y por último; es un medio de uso y bienestar directo del hombre, tanto en el plano estético como en su vertiente recreativa (INE, 2004). A su vez, el sistema físico del uso del agua está directamente relacionado con todos los procesos de producción de la economía, se pueden ver sistemas de captación, de retornos, de flujos de entrada, de salida, de precipitación y de evapotranspiración. Mostrando una realidad, la cual radica en la explotación del recurso de cualquier modo, donde los esfuerzos para protegerlo son muy mínimos.

Las cuentas del agua tienen como propósito determinar y cuantificar de manera estructurada y detallada los flujos, cuantitativos y cualitativos, que se producen en el sistema hidrológico y su conexión con el sistema económico, constituyen una cuenta satélite en el marco general de las cuentas económicas nacionales e incorporan los flujos ambientales dentro del sistema hidrológico, y entre los sistemas hidrológico y económico, contabilizados en términos físicos (*ibídem*).

En su definición se plantean tres problemas a partir de las presiones ejercidas por la actividad económica. El primero está relacionado con la depreciación de los recursos hídricos de buena calidad asociado al consumo de agua; el segundo con la degradación de la calidad del agua como consecuencia de los vertidos directos o indirectos; y el tercero con la destrucción de los ecosistemas acuáticos como consecuencia de la transformación de los usos del suelo, la regulación de los cursos del agua, etcétera.

Las ventajas de la integración de datos económicos y ambientales en un marco común permiten mostrar la relación existente entre el sistema económico y el ambiental, los cuales pueden ser vistos de la siguiente forma; en primera instancia, el medio hídrico es la fuente de un recurso imprescindible para la vida y el desarrollo de las actividades

económicas. A su vez, es un medio de dispersión de la contaminación donde los distintos agentes vierten los efluentes de desecho. Y por último, es fuente de una serie de servicios ambientales y recreativos que contribuyen al bienestar de la sociedad.

Esta integración contribuye a identificar los aspectos prioritarios que exijan la intervención por parte de las autoridades públicas, ya que constituyen una base de información especialmente interesante para la gestión de los recursos hídricos debido a que son capaces de describir el estado actual de la gestión de las aguas, proporcionan información relativa a las presiones ejercidas (contribuyendo a la aplicación del principio de *quien contamina paga*) y describen la calidad y el estado de las masas de aguas.

La pertinencia del desarrollo de las cuentas del agua se da ante las amenazas sufridas por los recursos hídricos y su relevancia para la actividad económica, por lo que la OCDE definió un marco de referencia el cual permite el desarrollo de las cuentas del agua con el objetivo de disponer de una herramienta capaz de describir las relaciones existentes entre los distintos sectores productivos de la economía y el sistema hídrico, entre los cuales se encuentra la extracción y uso del agua por parte de las empresas y los hogares, los vertimientos por parte de los diferentes sectores, así como los costes de suministro de agua y tratamiento de aguas residuales.

El marco de referencia acogido por la OCDE y EUROSTAT (2002) para el desarrollo de las cuentas satélite del agua, se estructura a partir del modelo o matriz NAMEA, del cual publicaron un manual que describe qué tablas deben incluirse dependiendo de su aplicación, se realiza especial hincapié en el uso de una clasificación de actividades industriales homogénea, y en el protocolo a seguir por las oficinas nacionales de estadísticas para aportar los datos periódicamente.

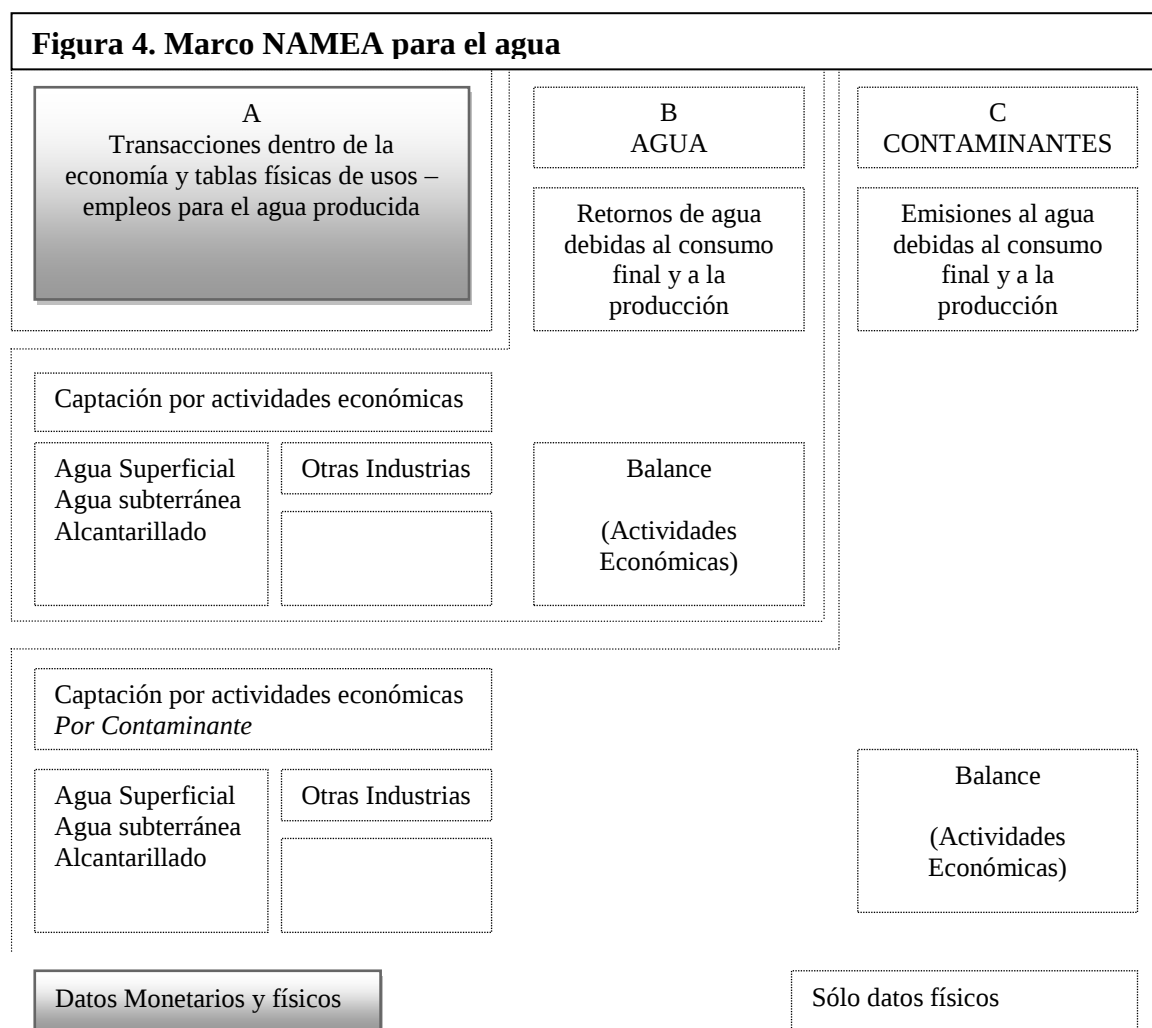
El marco de análisis diseñado para describir las interacciones existentes entre el sistema económico y el natural está estructurado en tres bloques (EUROSTAT, 2002):

- Las tablas que describen en términos económicos dos tipos de flujos: aquellos flujos relacionados con el abastecimiento y uso de las aguas para el consumo doméstico e industrial y, adicionalmente, los flujos relacionados con el tratamiento de las aguas residuales. Este primer bloque refleja el volumen de recursos económicos que la sociedad dedica a los servicios relacionados con la gestión del agua.
- En segundo lugar, aparece el bloque destinado a recopilar la información en unidades físicas de los flujos de agua existentes dentro de la economía (uso y abastecimiento de agua, aguas residuales recogidas, etcétera) y entre la economía y el medio (extracción de agua y vertido de aguas residuales).
- El tercer bloque se ocupa de la descripción de los flujos contaminantes asociados a estos flujos, con el objetivo de detectar todos los vertidos directos de la actividad humana. La información en este último bloque aparece expresada en unidades físicas.

En la figura 4 se muestra la representación conceptual de la *matriz NAMEA* para el agua como una matriz simplificada de las cuentas nacionales (Parte A), complementada por filas y columnas que describen, en términos físicos, los flujos de agua (Parte B), y los flujos de contaminantes vinculados a la actividad económica y al consumo final (Parte C) (*Ibídem*, 2004).

6.6.1 Sistema Hidrológico

A partir de la definición de las Naciones Unidas (1992) se plantea el ciclo hidrológico como la sucesión de *etapas a través de las cuales el agua pasa desde la atmósfera a la tierra y regresa a la atmósfera: evaporación desde la tierra, el mar o las aguas continentales, condensación de las nubes, precipitaciones, acumulación en el suelo o en las masas de agua, reevaporación.*



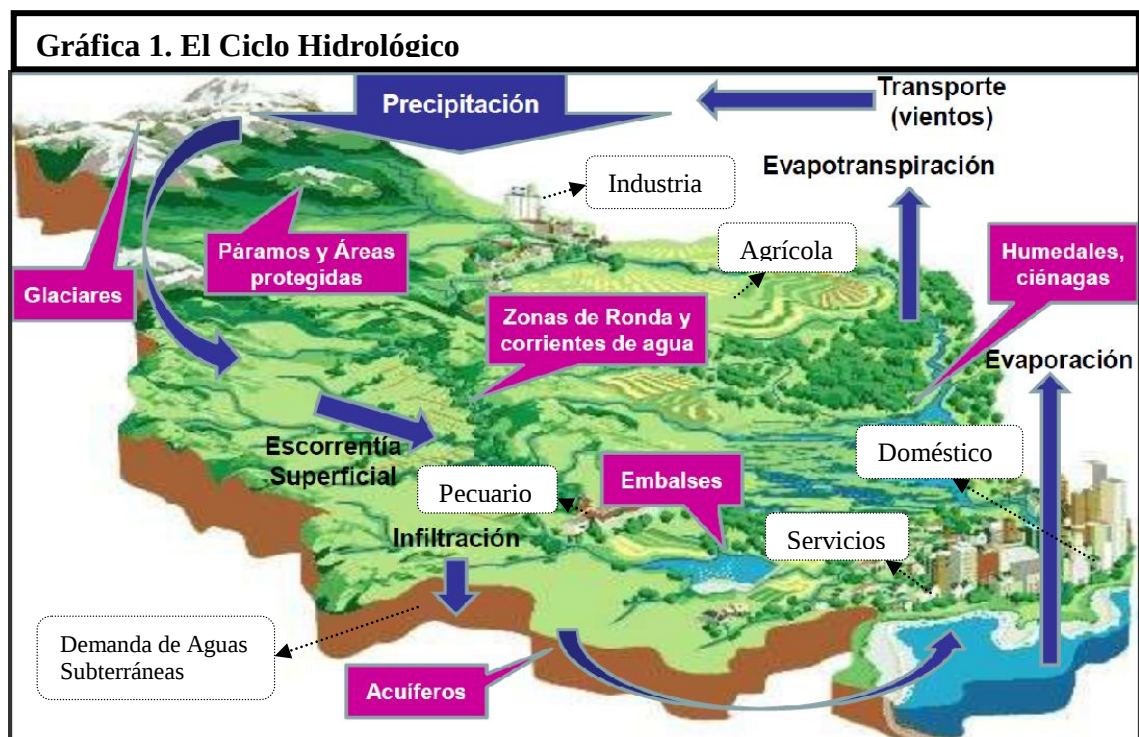
Fuente: INE (2004).

- *Flujos entre la economía y el medio ambiente*

Las definiciones de los flujos entre el sistema económico y el medio ambiente están estrechamente ligadas a las planteadas en los elementos del sistema hidrológico y los recursos hídricos ([ANEXO III](#)). Dichos flujos se pueden describir por las diferentes actividades de orden económico en las cuales se genera algún tipo de presión, entre ellas se tiene la captación de agua (extracción de agua por cualquier fuente, ya sea permanente o provisionalmente, para su posterior utilización durante un periodo de tiempo dado), bien sea de forma superficial o subterránea.

Posteriormente se puede mencionar la actividad del suministro de agua (operación destinada a la distribución de agua a través de redes que permite satisfacer las demandas de consumo de los usuarios finales), las importaciones (definidas como el total de agua que se importa como producto), las exportaciones (volumen total de agua pura que se exporta como productos).

El comportamiento del sistema hidrológico y los sectores de demanda para las diferentes actividades humanas puede observarse en la gráfica 1. Dentro de estas actividades, se encuentran también los retornos (cantidad de agua que regresa al medio ambiente, generalmente contienen sustancias contaminantes), las aguas residuales (aguas que no tienen un valor inmediato para ser utilizadas debido a su calidad, cantidad o momento en que aparecen), y el tratamiento de aguas residuales (procedimiento aplicado a las aguas residuales para que puedan satisfacer las normas ambientales sobre vertidos, u otras formas de calidad para su posterior reciclaje o reutilización por otros usuarios) (UN, OCDE, EUROSTAT, 2002).



Fuente: Adaptado de PNGIRH (2009, p. 21).

7. MARCO CONTEXTUAL DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende un tramo del río Cauca en el departamento del Valle del Cauca, comenzando en la estación La Balsa y terminando en Yotoco. La zona está constituida por diecisiete (17) afluentes tributarios a este mismo río, comprende además; doce (12) municipios (Mapa 1), destacándose entre ellos, el municipio de Santiago de Cali.

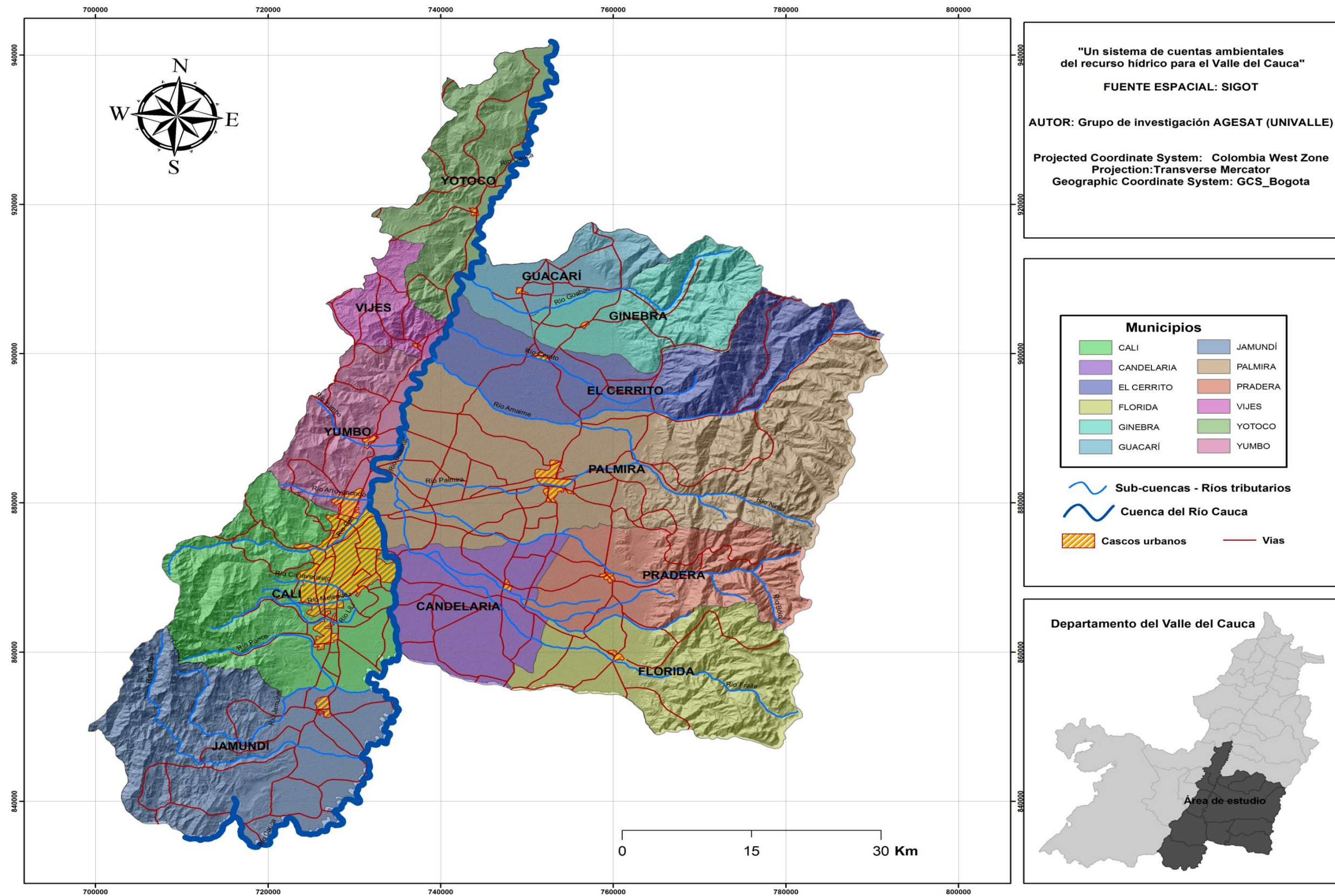
7.1 Características Geográficas, Económicas y Sociales del Valle del Cauca

7.1.1 Características Geográficas

El Valle del Cauca se ubica al suroccidente del país, contando con costas sobre el Océano Pacífico en una extensión de 200 kilómetros, tiene una superficie total de 21.195 Km², representando el 1.5% del territorio nacional, en el que el área de estudio corresponde a 5809 Km, cuenta con niveles climáticos muy diversos, en los cuales en promedio, se maneja una temperatura de 25°C, su altura sobre el nivel del mar es de 1000 m.s.n.m en la zona del valle geográfico, cuenta además; con precipitaciones pluviales aproximadamente de 5000 mm al año en el litoral pacífico (IGAC - CVC, 2004).

El departamento se puede subdividir en tres regiones naturales; La primera; *La Región plana o Valle Físico*, cuenta con una superficie de 3000 Km², en la que el río Cauca la recorre de sur a norte. En segunda instancia se tiene la *Región Montañosa o Cordillerana*: la cual está conformada por las cimas de las dos cordilleras y sus estribaciones, faldas y laderas, la parte sur de la cordillera Occidental es estéril, debido a que cuenta con tierras erosionadas (Ibídem, 2004).

Mapa.1. Zona de estudio



Por último; se encuentra la *Región costera o del Pacífico*: perteneciente al municipio de Buenaventura, contando con una gran extensión de llanura selvática, además de una espesa vegetación salvaje y con una gran precipitación pluvial (Ibídem, 2004).

7.1.2 Geomorfología

Las geoformas existentes en el Valle del Cauca se pueden describir de manera general en cuanto a los paisajes, ambientes morfogenéticos y tipos de relieve dominante en cada sector del Departamento. Dentro del área se reconocen los paisajes de montaña, lomerío, piedemonte, planicie fluvial y valle. Respecto a los ambientes morfogenéticos se pueden reconocer unidades de origen denudacional o erosional sobre los flancos de las cordilleras occidental y central; unidades de origen fluvio-gravitacional y coluvio-aluvial sobre las partes medias de los flancos de la cordillera central, unidades de origen fluvial y fluvio-lacustre en el valle geográfico del río Cauca (Ibídem, 2004).

7.1.3 Clima

En las tres regiones definidas del Valle del Cauca: la costa pacífica, el valle interandino del río Cauca y la región andina que comprende las cordilleras occidental y central, tienen una distribución espacial de lluvias durante el año. En el valle geográfico del río Cauca y las cordilleras occidental y central, las precipitaciones presentan comportamientos similares, aunque los promedios son diferentes para ambas zonas, el régimen de distribución es bimodal, generalmente con dos trimestres secos en los meses de diciembre, enero, febrero y junio, julio y agosto y dos periodos de lluvias, en marzo, abril, mayo y septiembre, octubre y noviembre (Ibídem, 2004).

7.1.4 Características Sociales y Económicas

El Valle del Cauca cuenta con la tercera ciudad más grande del país, Santiago de Cali, en su territorio existe una importante red de ciudades intermedias, se caracteriza por tener gran parte de la industria en el área integrada de Cali y sus subregiones como Candelaria, Jamundí, Yumbo y Palmira, conformando uno de los corredores industriales más importantes del país, en los que se encuentra el puerto de Buenaventura, el más

importante de Colombia sobre el pacífico, tiene una tradición industrial y agroindustrial, destacándose la producción de caña de azúcar, base de la principal actividad agroindustrial del Valle, en el cual se concentra el 78% del área sembrada de caña de azúcar del país (DNP, 2007).

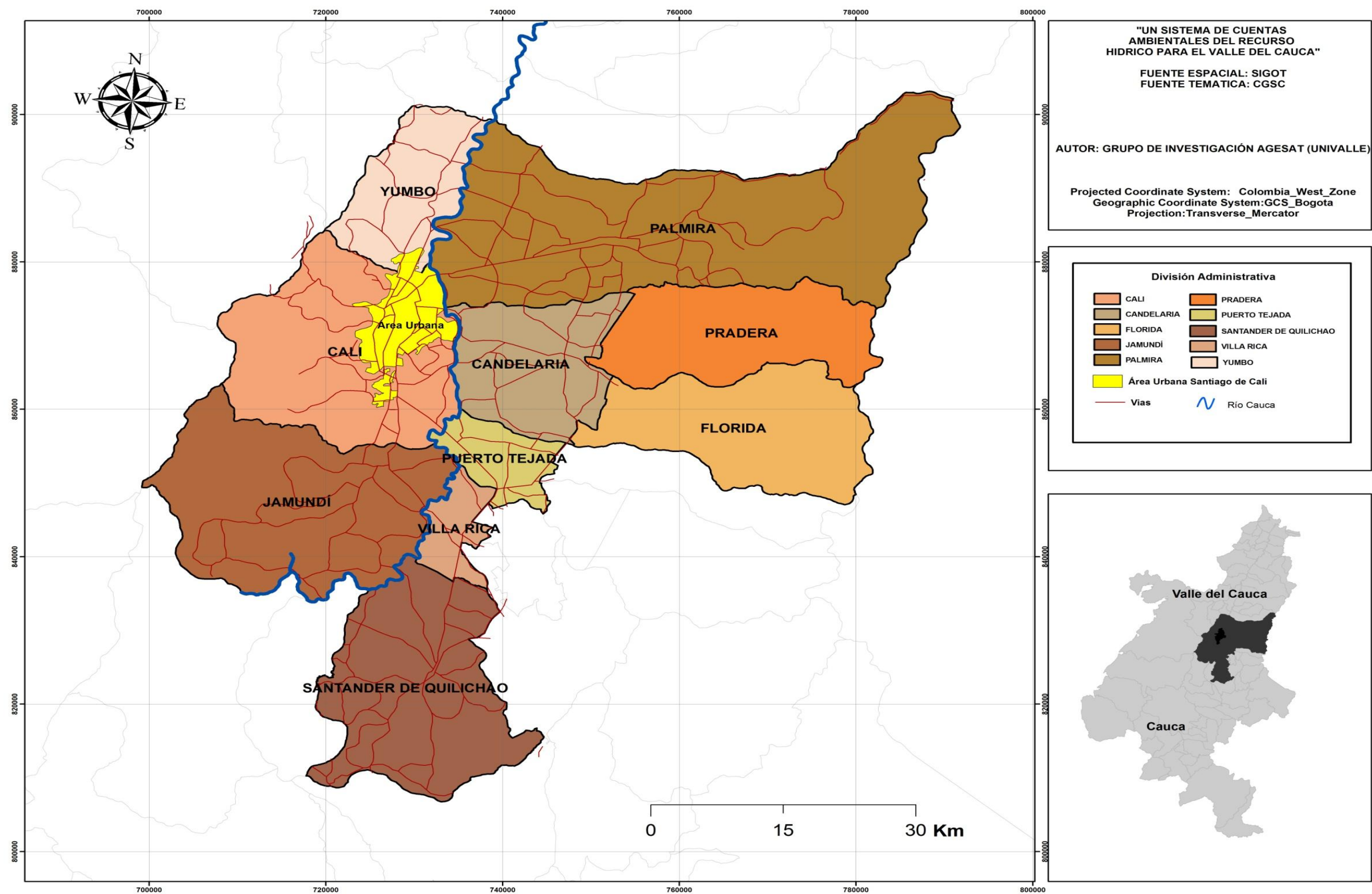
Las condiciones sociales del departamento, vistas a partir de indicadores como el PIB per cápita, la concentración del ingreso (índice de Gini), los niveles de pobreza y de indigencia, hacen notar mejores condiciones sociales, puesto que sus indicadores son mejores que los del total nacional (DANE, 2007)). A su vez, en términos de competitividad nacional, se ubica de segundo después de Bogotá, sin embargo, se pueden establecer deficiencias en torno al desempeño ambiental del Valle del Cauca, ya que se ubica en el puesto 13 entre 23, reflejando vacíos en torno a la importancia de la inclusión del capital natural de la región como factor determinante en la producción (DNP, 2007).

7.2 Santiago de Cali y su área subregional

Santiago de Cali es el epicentro del suroccidente colombiano de cara a la cuenca del Pacífico, sirve como nodo para varios departamentos del país debido a su articulación con los demás municipios de la región, presenta un área subregional (Mapa 2) conformada por las zonas urbanas de Jamundí, Santander de Quilichao, Puerto Tejada, Palmira, Yumbo, Candelaria, Dagua y Buenaventura, establecidos como relaciones de interdependencia mutua, permitiendo tener la posibilidad de equilibrar la distribución geográfica de la población y reducir la presión sobre la capital, mejoramiento de la economía de la región y la calidad de vida de sus habitantes. Cali se presenta como el mayor centro de actividades secundarias y terciarias, gestión económica, financiera y de servicios regionales (CGSC, 2007).

La integración que gira en torno al mejoramiento económico de la zona, ha dado cabida a la generación de conexiones estratégicas entre Santiago de Cali con las cabeceras de los municipios vecinos, dadas a través de un sistema vial en forma radial (*Ibíd.*), cuya tendencia está marcada en la especialización de cada región dependiendo de sus ventajas comparativas o características particulares, conectándose con Cali como eje

Mapa.2. Área sub - regional de Santiago de Cali



principal en términos económicos.

7.3 Hidrografía regional objeto de estudio

El sistema hidrográfico del departamento del Valle del Cauca está constituido por dos grandes cuencas: la del Pacífico y la del río Cauca; la cuenca del río Cauca la conforman las subcuencas de los ríos que vierten sus aguas de la parte oriental de la cordillera Occidental y la vertiente occidental de la cordillera central.

7.3.1 El río Cauca

El río Cauca nace en la región conocida como el Macizo Colombiano, cerca del páramo de Sotará en el departamento del Cauca; desemboca en el brazo de Loba del río Magdalena y este último al océano Atlántico; recorre el Valle del Cauca de sur a norte, en una longitud de 250km aproximadamente, para la zona de estudio la extensión de recorrido es de 185 Km encauzado entre la cordillera occidental y central, recostado sobre la occidental, siendo la principal arteria fluvial del departamento (Ibídem, 2004).

En su recorrido por el departamento del Valle del Cauca, proporciona innumerables beneficios tanto ambientales como naturales, puesto que es aprovechado para la ubicación de núcleos poblacionales, centros de desarrollo industrial, agropecuario, minero, de generación hidroeléctrica y recreación, siendo muy importante para la economía regional, ocasionando que este afluente sea el mayor receptor de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias, además por las inadecuadas prácticas en explotaciones mineras y los procesos de deforestación.

7.3.2 Municipios, Cuencas y Subcuencas del río Cauca del flanco oriental de la cordillera Occidental

Los municipios con sus respectivos afluentes que hacen parte del área de estudio y que están ubicados en el flanco oriental de la cordillera Occidental, son el municipio de Jamundí con un afluente que lleva su mismo nombre, después se encuentra Santiago de Cali con una importante red hidrográfica establecida por 7 ríos, conformados por el río

Pance, Lili, Meléndez, Cañaveralejo, Aguacatal, Cali y un tramo del Cauca, a su vez; esta región cuenta con un sistema de colectores e interceptores de aguas residuales, y tres (3) estaciones de bombeo que tienen como desembocadura el río Cauca (Mapa 3). Paralelamente; se encuentra el municipio de Yumbo, cuyas principales fuentes hídricas están conformadas por los ríos Yumbo y Arroyohondo, y luego esta Vijes que cuenta con el río Bitaco, y por último; Yotoco con un solo río nombrado igual que a su municipio.

7.3.3 Municipios, Cuencas y Subcuencas del río Cauca del flanco occidental de la cordillera central

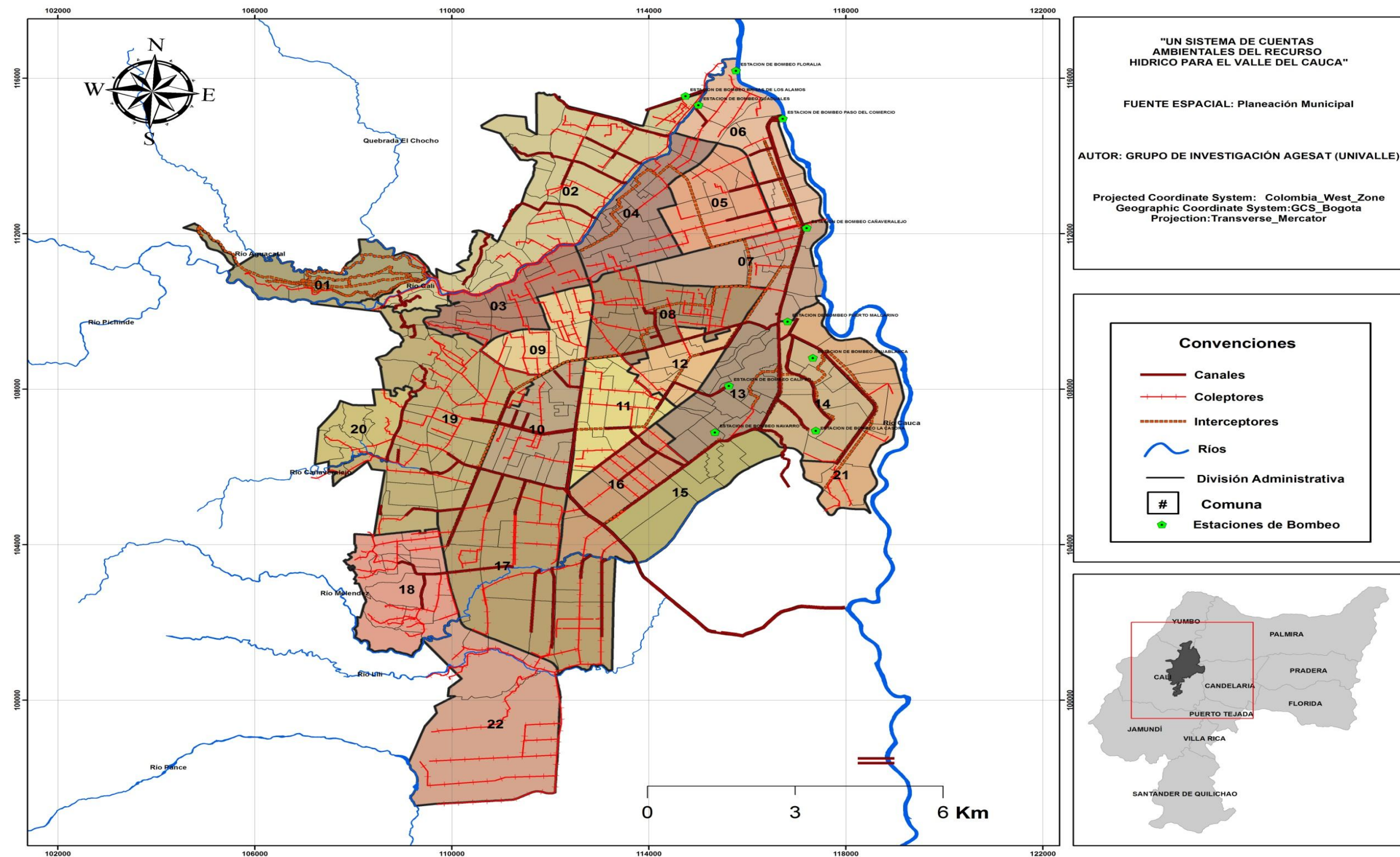
Los municipios que hacen parte del área de estudio y que están ubicados en el flanco occidental de la cordillera central son; Candelaria, Florida, Pradera, Palmira, El Cerrito, Ginebra y Guacarí, entre los afluentes de mayor importancia del río Cauca provenientes de esta cordillera y que se encuentran en la zona de estudio son; El río Parraga, Fraile, Bolo, Nima, Palmira, Amaime, Cerrito y Guabas.

8. MARCO INSTITUCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CUENTAS AMBIENTALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

8.1 Fuentes de información y el papel de la contraloría

La recolección de información pertinente para la realización de esta investigación, se hizo con base en el carácter institucional que tiene la Contraloría General de Santiago de Cali, lográndose por medio del control fiscal que ejerce sobre las instituciones del Estado, una importante base de datos en términos ambientales y financieros que permitieron establecer el estado de la información en términos temporales, conduciendo al planteamiento de nuevos focos institucionales complementarios, que contaran con información relevante y pertinente para lo propuesto en los objetivos del proyecto. A continuación, se sustenta el papel institucional de la contraloría en la regulación del gasto público ambiental.

Mapa.3. Santiago de cali: sistema hídrico, canales, colectores, interceptores y estaciones de bombeo.



- *Marco legal del control fiscal ambiental (CFA)*

La normatividad que permite establecer la necesidad de una evaluación del estado de los recursos naturales y del ambiente, se constituye legalmente a partir de la constitución política de Colombia de 1991, cuyo propósito esta direccionado a la incorporación del control fiscal, la responsabilidad de vigilar el patrimonio natural frente a la evaluación de la gestión fiscal de las entidades públicas, teniendo como principal punto de partida, las premisas impuestas bajo el concepto de desarrollo sostenible, facilitando la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y del ambiente (Const. Pol, 1991, art, 268), conllevando a su conservación, restauración o sustitución, como también se da sustento a la parte sancionatoria a quienes incumplen la normatividad ambiental (CGR, 2006).

Bajo este contexto, la estructuración dada en la Ley 99 de 1993 con relación a las autoridades ambientales, es que son objeto de un control fiscal; el cual está orientado a evaluar la gestión de las instituciones públicas de orden ambiental, como también a las entidades del estado independientemente de su actividad y ubicación. Teniendo como norma la evaluación de la gestión ambiental bajo los principios de eficiencia, eficacia, equidad y economía, permitiendo evidenciar cuáles son los principales problemas ambientales, las acciones o actividades que han realizado las instituciones públicas y en qué medida estas acciones han sido eficaces, eficientes, económicas y equitativas para el medio ambiente (Ley 267, 2000).

9. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

9.1 La matriz NAMEA

El marco metodológico adoptado es el desarrollo de la matriz NAMEA, ya que permite integrar las presiones, el estado y las respuestas de los distintos sectores sociales que intervienen sobre el recurso hídrico, permitiendo establecer un comparativo entre las variaciones físicas y monetarias para los periodos evaluados, y así poder establecer si

las inversiones destinadas para la protección del agua en la zona de estudio han sido eficaces.

El modelo NAMEA es una matriz simplificada de las cuentas nacionales compuesta por 13 tablas que permiten establecer los flujos entre la economía y el medio ambiente, está compuesta por las transacciones monetarias del agua dentro de la economía, y la descripción física de sus flujos y de contaminación generados por la misma, se hace con base en tablas de recursos y empleos que registran la oferta y los usos del agua producida (agua distribuida), como también sus unidades físicas con relación a estos flujos monetarios, paralelamente; se puede establecer un sistema de cuentas económicas relacionadas a las unidades que distribuyen el agua y realizan el tratamiento de aguas residuales (*Ibíd.*, 2004).

En el diagrama 1 se puede apreciar la integración de todas las tablas que componen la matriz NAMEA, análogamente; se puede observar la relación de la estructura del modelo con los diferentes procesos que permiten lograr el objetivo general de la investigación. A partir de esta premisa, se establece que el modelo está conformado por tres estructuras descritas como A, B y C, la primera se compone de 6 tablas que permiten integrar las transacciones dentro de la economía, y de tablas físicas de usos y empleos para agua producida. La tabla 1 y 5 reflejan el suministro de agua y el tratamiento de aguas residuales, tanto en términos monetarios (costes de suministro y tratamiento) como físicos (cantidad de agua suministrada y tratada).

Por su parte; las tablas 2 y 6, reflejan los usos del agua y tratamiento de aguas residuales, se toma en cuenta los consumos intermedios por actividad económica y final, y los servicios de depuración y tratamiento, ambos expresados monetaria y físicamente. Luego se encuentra la tabla 3, está integrada por las cuentas económicas en la producción y generación de renta para cada actividad económica relacionada con el agua, se estima el valor de la producción del agua⁴.

Dicha información; al igual que las 4 tablas anteriores, se forma con base en las empresas de servicios públicos o privados que intervienen en la zona de estudio, cuyo carácter institucional esté relacionado con las actividades de suministro, transporte y tratamiento agua.

La tabla 4 está conformada por los costes ambientales o gastos en protección ambiental, se compone de dos subtablas, en la primera se integran los gastos y actividades auxiliares relacionadas con la captación y el tratamiento de las aguas residuales, la segunda se forma con base en los gastos incurridos para el autoabastecimiento de agua. Para su realización, se toma en consideración los gastos corrientes y de capital efectuado por la economía en actividades auxiliares de tratamiento de aguas residuales, incluyendo al sector doméstico, ya que también pueden incurrir en costes ambientales.

La integración de este tipo de cuenta con las cuentas nacionales, se da bajo el marco establecido para el cálculo del PIB, ya que este mide el resultado de la actividad productiva realizada por los diferentes agentes económicos a nivel agregado para un periodo de tiempo, y puede ser utilizado para el cálculo del gasto en protección

⁴ El valor de la producción del agua, se determina a partir de la siguiente identidad: Valor de la producción = CI + RA + (S – T) + EBE, donde; CI: Son los registros de los usos intermedios de cada producto, con base en factores como: compra de equipo, materiales y suministros, mantenimiento, arrendamiento, publicaciones, comunicación y transporte, contratos de construcción, investigaciones, etc., RA: Esta relacionado con todas las formas de ingreso de los trabajadores, antes de cualquier deducción, se toma en cuenta los honorarios, la remuneración a servicios técnicos, los viáticos, gastos de viajes etc., S: Constituye el valor de los aportes institucionales. T: Son los impuestos al consumo y a las ventas. EBE: Se define como el exceso de valor agregado, una vez deducido los valores de producción, es una ganancia.

ambiental. Teniendo entonces, que para el cálculo del valor del producto, se debe tomar los gastos incurridos en la creación de bienes o en la prestación de servicios, planteados de la siguiente forma (Lora, 1994).

$$\text{PIB} = \text{CI} + \text{RA} - (\text{T} - \text{S}) + \text{EBE}$$

Donde: PIB: Producto Interno Bruto; CI: Consumo Intermedio; RA: Remuneración Asalarial; T – S: Impuestos menos Subsidios; EBE: Excedente Bruto de Explotación.

Bajo este marco propuesto, cabe esclarecer para su cálculo se toman como base instituciones de orden privado y público, estas últimas están compuestas por las autoridades ambientales que intervienen en la zona de estudio (DAGMA y CVC), las cuales; entre otras actividades de orden ambiental (proyectos de gestión, protección, conservación y administración), otorgan permisos, concesiones o licencias ambientales a los distintos sectores económicos que intervienen en su jurisdicción, teniendo como obligación legal; la realización de controles y seguimientos que garanticen el cumplimiento de la normas ambientales vigentes.

Dentro del cumplimiento del control ambiental, se logra formar una base de datos empresariales integrada por aquellas empresas que son objeto de algún tipo de control y seguimiento con relación al recurso hídrico. Posteriormente; se formula una “*Encuesta de gasto en protección del recurso hídrico para los periodos 2009 y 2010*” ([ANEXO IV](#)), su planteamiento se adapta con base en la “*Encuesta Anual Manufacturera*” del DANE en su modelo ambiental, y con la “*Encuesta de gasto en protección ambiental*” establecida por el INE de España para el año 2008.

La estructura B de la matriz NAMEA, se compone de los retornos de agua generados a causa del consumo final y la producción, está integrada en 3 tipos de tablas dadas en unidades físicas: en la primera (tabla 7) se estima la captación de agua por tipo de fuente y usos, permitiendo obtener los flujos de agua que van desde el medio ambiente al sistema económico, así como la captación total de agua.

Luego, la tabla 8 está compuesta por el total de flujos de agua que van desde el sistema económico al medio ambiente (las aguas residuales procedentes de los sistemas de saneamiento, y las aguas residuales descargadas directamente por las unidades productoras y los hogares). Por último, se encuentra la tabla 9, en la cual se calcula un balance de los flujos de agua entre la economía y el medio ambiente, describe todos los flujos de agua superficial y subterránea desde su captación hasta su retorno al medio ambiente, y permite obtener el consumo de agua en el sistema económico.

La aplicación metodológica propuesta en el componente B de la matriz NAMEA para la zona de estudio, está sujeta a los datos que puedan suministrar las unidades productivas del sector privado que hace parte de la investigación, debido a que la información recabada de las autoridades ambientales, con base en su control y seguimiento ambiental, no permitió establecer este tipo de análisis. Por lo que los resultados obtenidos, están relacionados con los datos diligenciados en la encuesta nombrada anteriormente.

Finalmente se encuentra el componente C, cuyo mecanismo metodológico permite estimar el total de vertimientos finales del consumo y la producción. Esta subdividido en cuatro tablas (tabla 10, 11, 12 y 13). En la primera (*Calidad de las aguas captadas para el suministro propio de agua*) se registra la cantidad de contaminantes contenidos en el agua captada para el suministro propio de las diferentes actividades económicas. En la segunda, tabla 11(*Contaminantes descargados a la red de alcantarillado*), se presenta la cantidad de contaminantes contenidos en las aguas residuales descargadas a la red de alcantarillado.

En la tabla 12 (*Contaminantes descargados directamente al medio ambiente*) se registra los contaminantes procedentes de la descarga directa al medio ambiente de las aguas residuales, tratadas o no, por los sectores de actividad económica después de su uso. Por último, en la tabla 13 (*Contaminantes descargados directamente a las fuentes hídricas*), se registra los contaminantes descargados a las fuentes hídricas que provienen del tratamiento de las aguas residuales por los sectores de actividad económica después de su uso.

La aplicación correcta de este último componente, permite calcular la carga contaminante neta de las aguas residuales, es decir, los contaminantes vertidos al medio ambiente que son responsabilidad directa de la actividad humana, obviando los que ya estaban presentes en el agua al momento de su captación. Para la zona de estudio, se tomó en cuenta la normatividad legal ambiental que instauro o fundamenta el control y seguimiento hacia aquellas actividades que generan impactos sustanciales sobre los recursos naturales. Sin embargo, se encontró que la información existente con relación a los controles de vertimientos industriales, era casi nula, por lo que no es posible aplicar esta estructura dentro del marco de la investigación.

No obstante, se utiliza una serie de indicadores que permiten estimar el grado de contaminación y de calidad del agua, se realiza con base en los monitoreos físico químicos que bajo el amparo legal ambiental, deben realizar las autoridades ambientales sobre las cuencas hidrográficas que hacen parte del territorio de su jurisdicción, se obtuvo información relevante de la autoridad ambiental CVC para la red hídrica de la zona de estudio, en contraste con la autoridad ambiental DAGMA, la cual sólo contaba con datos para dos cuencas hidrográficas en el año 2007.

9.2 La cuenta de calidad y de contaminación del recurso hídrico

Este tipo de cuentas consisten en establecer y analizar cuantitativamente y cualitativamente los principales parámetros de contaminación del recurso hídrico (*Indicadores de estado*), integrados por aspectos físicos, químicos y bacteriológicos, un índice de calidad de agua es una expresión que nace a partir de una combinación de parámetros, los cuales se pueden utilizar como una medida de calidad, puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color, tiene como ventaja su fácil interpretación ya que está dado a partir de una lista de valores numéricos, sirviendo como herramienta para la transmisión de información, permite establecer un sistema de fácil comunicación que es de utilidad para la toma de decisiones de política pública y para la administración del recurso hídrico.

Estos índices contribuyen a optimizar la planificación del control de la contaminación, programando metas y objetivos a cumplir a corto y largo plazo, que pueden ser medidos y evaluados en el tiempo y que, además, son de fácil comprensión para quienes de manera directa o indirecta resultan afectados por los problemas de contaminación de las fuentes hídricas (CVC, 2007). Sin embargo, también se pueden evidenciar limitaciones, ya que se puede caer en el error de generalizar un índice para todo el sistema, ocasionando juicios subjetivos puesto que se utiliza un sistema de ponderación para varios parámetros, y un solo índice no puede ser indicativo de toda la dinámica del sistema, debido a que un indicador puede establecer que la calidad del agua no es apta para consumo, pero puede ser utilizada con fines recreativos y para el desarrollo de la biota acuática (Universidad de Pamplona, 2007).

- *Índices de Calidad (ICA's) y contaminación (ICO's) del agua*

Los índices de calidad y contaminación del agua, son realizados a través de la valoración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que permiten formar un valor único, un índice, el cual se encuentra entre 0 (cero) (muy mala calidad) y 100 (excelente calidad) en el caso del ICA, y entre 0 (cero) (muy bajo nivel de contaminación) y 1 (muy alto nivel de contaminación) en el caso de los ICO. Definen el grado de calidad o de contaminación del cuerpo de agua y permiten establecer si es apto o no para un uso específico (*Ibíd.*, 2007).

En los índices de calidad utilizados se establece una escala de clasificación, la cual representa en términos cualitativos el color correspondiente para cada rango, el primero de ellos, utilizado como criterio de análisis en esta investigación, es el indicador DINIUS, conformado por 12 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de tipo multiplicativo, su clasificación se puede observar en el [ANEXO V](#). Posteriormente, se calcula el INSF, caracterizándose por ser un índice multiparámetro.

La diferencia entre el DINIUS y el INSF radica en que el primero establece límites o medidas aconsejables del ICA, permitiendo determinar los diferentes usos del agua para las actividades humanas. Se consideran 5 usos del recurso; consumo humano,

agricultura, pesca y vida acuática, industrial y recreación. Por último se encuentra el índice CETESB, el cual se establece a partir del INSF, con la diferencia que se sustituye el parámetro *nitratos* por *nitrógeno total* y el parámetro *fosfatos* por *fósforo total*. Su clasificación puede observarse a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Significancia de los índices de calidad INSF - CETESB		
Excelente	91 - 100	
Buena	71 - 90	
Media	51 - 70	
Mala	26 - 50	
Muy mala	0 - 25	

Fuente: Ramírez *et al.* (1999).

Ahora bien, dentro de los indicadores de contaminación estimados, se encuentra el ICOMI (*Índice de contaminación por mineralización*), el cual se expresa en función de la *conductividad* (como reflejo de los sólidos disueltos), la *dureza* (reúne los cationes calcio y magnesio) y la *alcalinidad* (recoge los aniones carbonato y bicarbonato), Ahora se puede nombrar el ICOMO (*Índice de contaminación por materia orgánica*), el cual representa variables de contaminación como *nitrógeno amoniacal*, *nitritos*, *fósforo*, *oxígeno*, *DBO5*, *DQO* y *coliformes fecales y totales*, dicho índice está en función de la *DBO5*, *coliformes totales* y porcentaje de saturación de oxígeno.

Por último se encuentra el ICOSUS (*Índice de contaminación por sólidos suspendidos*), los cuales reflejan una condición distinta a los sólidos disueltos y no denotan relación con alguna variable propia de la mineralización. Su principal causa la constituyen los procesos erosivos y extractivos, y su principal efecto es la disminución de la penetración de la luz. En la tabla 2 se puede observar la significancia de los índices de contaminación.

Tabla 2. Significancia de los índices de contaminación ICOs		
ICO	Grado de Contaminación	Escala de Color
0 - 20	Ninguna	
20 - 40	Baja	
40 - 60	Media	
60 - 80	Alta	
80 - 100	Muy Alta	

Fuente: Ramírez (1997).

9.3 El uso de un software para el cálculo de los indicadores de calidad y contaminación; El ICATest v1.0

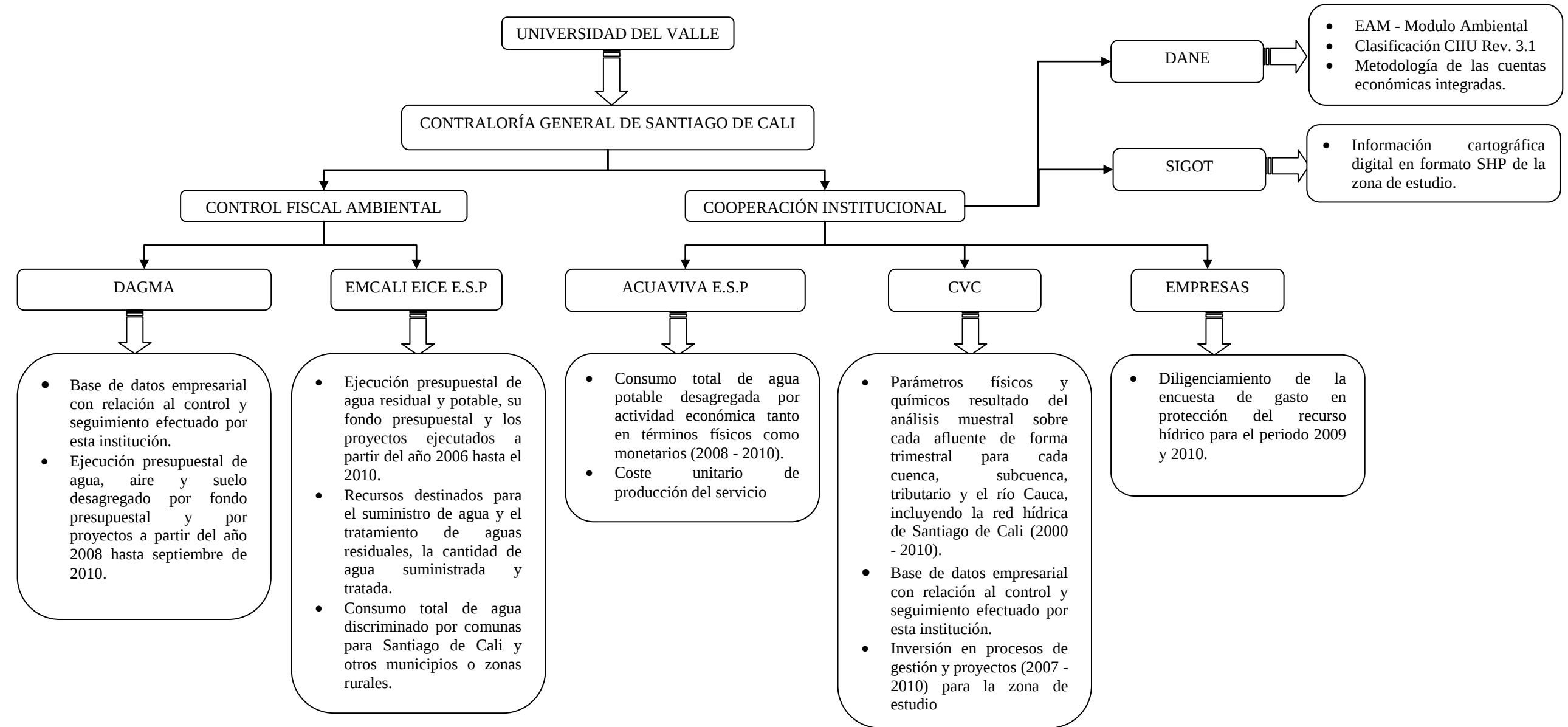
Este Software es diseñado por la Universidad de Pamplona con el objeto de valorar la calidad del agua del recurso hídrico, tiene como ventaja la presentación de la información de manera fácil y entendible. Es una herramienta que facilita el cálculo para un conjunto de indicadores de calidad y contaminación del agua, desagregados por país y/o autor.

9.4 Fuentes de información

En el diagrama 2, se puede notar que la Universidad del Valle representada por el equipo de trabajo de la investigación, actúa como direccionador para la búsqueda de información pertinente. Dicho proceso se realiza con base en el marco institucional del control fiscal de la Contraloría General de Santiago de Cali (CGSC). No obstante, bajo esta normativa sólo fue posible obtener datos para instituciones como el DAGMA y EMCALI EICE E.S.P.

Ahora bien, debido a que el control fiscal realizado por la CGSC sólo cubre el área urbana del municipio, se establece contacto con instituciones poseedoras de información pertinente, a las cuales por medio de la CGSC se les solicita su cooperación para la consecución de datos importantes dentro del proceso del levantamiento de información y generación de resultados, las instituciones que hicieron parte de este proceso están representadas por ACUAVIVA E.S.P, CVC, DANE y SIGOT en el sector público, además se destaca una pequeña contribución por parte del sector privado.

Diagrama 2. FUENTES DE INFORMACIÓN



10. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA MATRIZ NAMEA PARA EL AGUA EN LA ZONA DE ESTUDIO.

A continuación se presenta la aplicación de la estructura de la matriz NAMEA tabla por tabla para la zona de estudio, está construida con base en la información y datos recolectados por las instituciones anteriormente descritas. Cabe recordar que los componentes de las tablas 10 a la 13 no se estimaron debido a la falta de información disponible de las autoridades ambientales que intervienen en la zona de estudio.

Por su parte, la integración de los costes ambientales (Tabla 4) con las diferentes variaciones de los indicadores de calidad estimados (Capítulo 11.2) que se toman como criterio para comprobar la hipótesis de la investigación, se realizan en el capítulo 11.3, en el cual se establece un comparativo entre la inversión efectuada y la tendencia mostrada de la calidad y contaminación para la red hídrica de la zona de estudio.

10.1 Tabla 1. Suministro de agua y tratamiento de aguas residuales.

La tabla 1 del modelo NAMEA permite estimar el costo de producción de suministro y tratamiento de agua potable, y el costo de tratamiento de aguas residuales y alcantarillado, en dicho propósito; para la zona de estudio sólo fue posible obtener la cooperación de instituciones prestadoras de este servicio como EMCALI EICE E.S.P y ACUAVIVA E.S.P, las cuales abarcan los municipios de Santiago de Cali, la comuna 84 de Yumbo, la 83 de Candelaria y zonas rurales para la primera, la segunda representa al municipio de Palmira y las zonas rurales de Barrancas y Guayabal⁵.

⁵ En el rigor metodológico de la aplicación de la tabla 1, 2, 3, 5 y 6 para la zona de estudio, hizo falta la participación de empresas como ACUAVALLE S.A. E.S.P para los municipios de Vijes, un sector de

En la [tabla 1](#) (Ver documento anexo) se pueden evidenciar los recursos destinados para el propósito descrito anteriormente, se divide en dos subtablas (Tabla 1a y 1b). La tabla 1a, contiene todos los gastos de administración, operación, mantenimiento y costos de energía vinculados a la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado efectuados por la empresa EMCALI EICE E.S.P.

Los datos disponibles están para los años 2008, 2009 y, a septiembre 30 de 2010, obteniéndose en términos reales una tasa de crecimiento del 42% anual mensual en los *costos de producción de suministro y tratamiento de agua potable, y en el costo de tratamiento de aguas residuales y alcantarillado*, paralelamente se obtiene la variación porcentual del gasto para cada periodo, siendo esta del 68% del año 2008 al 2009, y para el periodo evaluado del 2010 se tiene que esta tendencia se mantiene, ya que se presenta una variación del 19% con respecto al año anterior.

Cabe destacar que las actividades de tratamiento de aguas residuales y alcantarillado son las que presentan un mayor incremento en sus costos, muy seguramente relacionado con un incremento en los vertimientos legales e ilegales, estos últimos sin ningún tipo de control en el área urbana. Dichos costes en términos reales para el año 2009 presentaron un incremento del más del 90% con relación al 2008, y para el periodo evaluado del 2010, se mantiene esta misma tendencia con un aumento del 28%.

Ahora bien, la tabla 1b sólo presenta los costos del suministro de agua potable efectuados por la empresa ACUAVIVA E.S.P, institución que presta su servicio en el municipio de Palmira, y dado que no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, estas van al río Cauca, bien sea directamente por canales o colectores o por medio de los tributarios que pasan por el municipio. Cabe destacar que los datos suministrados se dieron en términos unitarios, por lo que el cálculo del total de los costos se efectuó a partir de la tabla 5 de la matriz NAMEA, en la cual se plasma el total de agua distribuida por cada empresa, dicho valor anual se multiplicó por el valor del costo unitario presentado, lográndose obtener datos en términos agregados para los años 2008, 2009 y 2010.

Jamundí, Yotoco, Candelaria, Florida, Pradera, El Cerrito, Ginebra y Guacarí, ESPY EICE E.S.P para el municipio de Yumbo, y de ACUAJAMUNDI E.S.P para el municipio de Jamundí.

Los datos obtenidos con relación a los costos de captación, depuración y distribución de agua, presentan en términos reales una tasa de crecimiento del 1.5% anual, dicho comportamiento es consecuente con las variaciones porcentuales anuales, ya que entre el año 2008 y 2009 se presentó un leve incremento del 0.4%, y posteriormente esta tendencia se mantuvo entre el periodo 2009 y 2010 con una variación del 3%.

El análisis efectuado con relación al costo de recolección y transporte de aguas residuales, permite establecer una tasa de crecimiento del 1% anual, presentándose para los años de 2008 a 2009 una disminución del 3%, y para los años de 2009 a 2010 los costos aumentan en el 5%. La tasa de crecimiento anual deja entrever que los costos de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado para esta zona presenta una tendencia creciente, la cual está seguramente ligada a la pérdida de la calidad de las fuentes hídricas del área.

10.2 Tabla 2. Usos del agua y tratamiento de aguas residuales

En la [tabla 2](#) (Ver documento anexo), los cálculos se estimaron con base en la información suministrada por las instituciones anteriormente descritas, donde se observa el valor del consumo total de agua para las regiones en las cuales estas empresas prestan sus servicios (tabla 2a y tabla 2b). Los datos suministrados por EMCALI EICE E.SP, permitieron obtener en términos reales, una tasa de crecimiento negativa en el valor promedio mensual del consumo total de agua para Santiago de Cali, ya que esta fue del - 4%, evidenciándose en los cambios porcentuales periodo tras periodo, ya que entre los años 2008 y 2009 el valor del consumo disminuyó en un - 2%, y para los dos últimos en el - 6%, dicho comportamiento está justificado en la disminución del consumo físico de agua potable mostrado en la tabla 6, en la cual se presenta esta misma tendencia.

Los datos indican que la tendencia del valor facturado por concepto de consumo y cargo fijo efectuado por ACUAVIVA E.S.P, presenta en términos reales, una tasa de crecimiento del 1.5% anual, de los cuales para el periodo 2009 se tuvo un incremento del 4% con relación al 2008, y para el año 2010 se presenta una disminución en el valor facturado del - 1%. Cabe mencionar que el sector doméstico es el que contiene la mayor

parte del valor facturado por ambos conceptos, representando el 92% del total de consumo por cargo fijo y el 82% del total por concepto de consumo para todos los años.

10.3 *Tabla 3. Cuentas económicas*

Su aplicación con base en el modelo NAMEA, permite establecer el valor total de la producción de agua ya que incluye variables como la formación bruta de capital fijo y empleo. Para la zona de estudio sólo fue posible obtener información de este tipo por parte de EMCALI EICE E.S.P para las vigencias 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010, por lo que el rigor de la metodología requeriría tener la información de las demás instituciones para la aplicación del modelo, y así obtener un sistema más completo de información. Así pues, los datos expuestos en la [tabla 3](#) (Ver documento anexo) indican una tasa de crecimiento del 9% anual mensual en términos reales en el valor de la producción para esta institución.

Sin embargo, las variaciones sobre el valor de la producción para cada periodo presentan un comportamiento variable, ya que para el 2007 y 2008 en comparación con el valor del periodo anterior, en ambos este disminuye en el 6%, posteriormente en el periodo 2009 se nota un leve incremento del 1%, y por último, el año 2010 presenta un incremento sustancial en los costos de producción, evidenciados en su variación porcentual con relación al 2009, ya que tuvo un aumento del 57%. No obstante, los datos suministrados por esta institución, no permiten identificar el factor exógeno causante del cambio significativo en el VP del último periodo.

Cabe destacar que los costos de captación, depuración y distribución de agua presentan una tasa de crecimiento anual mensual del 1.7%, comportamiento directamente relacionado con la pérdida de calidad y aumento de la contaminación del recurso hídrico del cual esta institución se nutre para prestar su servicio. Esta tendencia es similar a la presentada para los costos de transporte de aguas residuales, ya que para los últimos 5 años en evaluación se tiene una tasa de crecimiento del 17% anual, justificado principalmente por la variación de los costes en el último periodo, ya que sufrió un incremento significativo del 84% con relación al 2009, dicho comportamiento no es

normal si se compara con la tasa de crecimiento de los periodos anteriores, ya que se estaba presentó una variación del 0.32% para estos cuatro años. No obstante, los datos presentados por EMCALI EICE E.S.P, no permiten identificar este cambio sustancial en el último periodo.

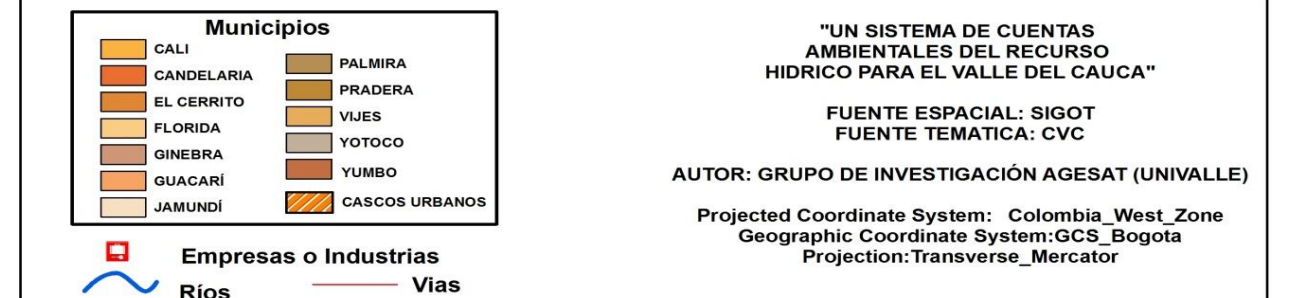
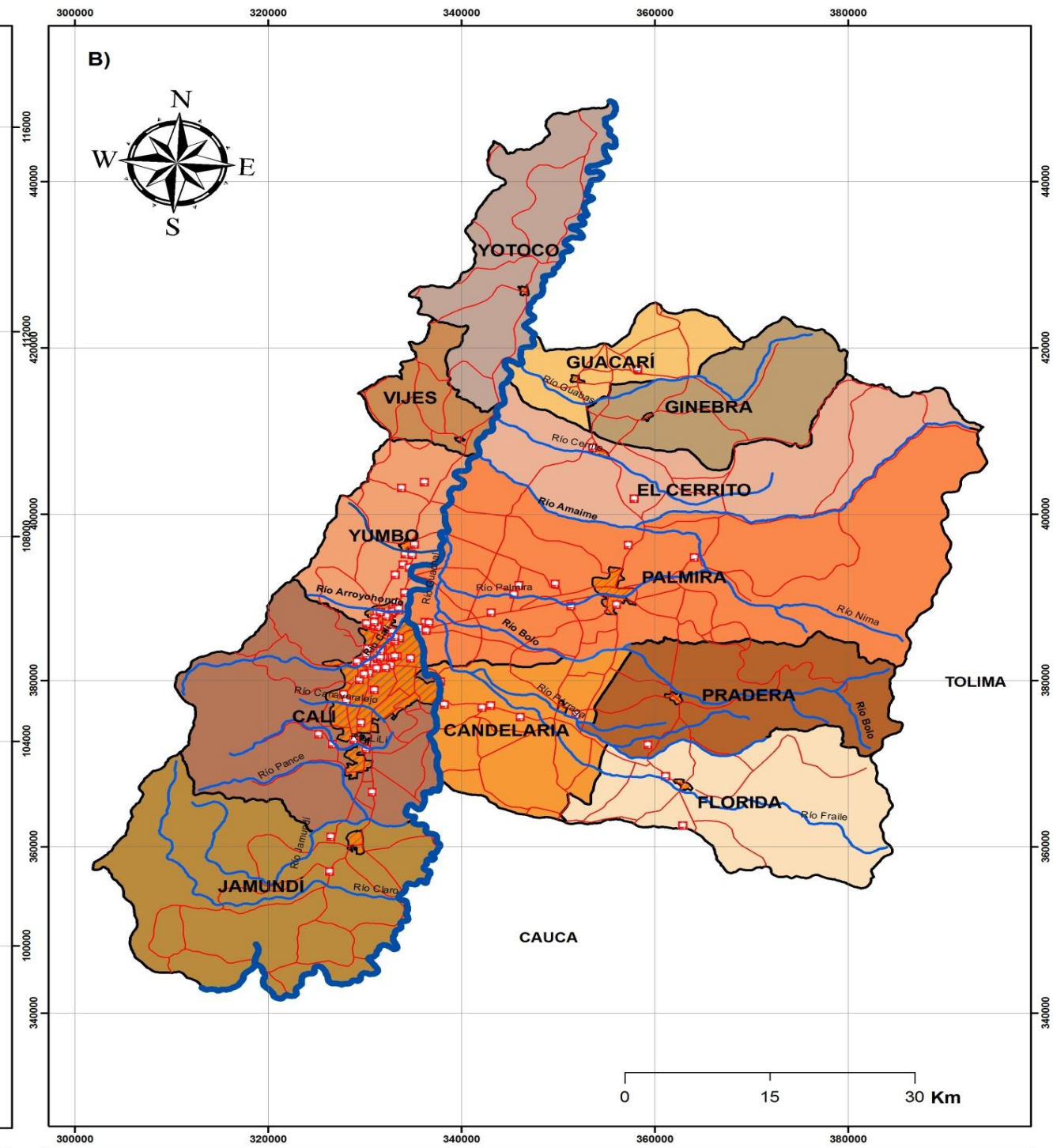
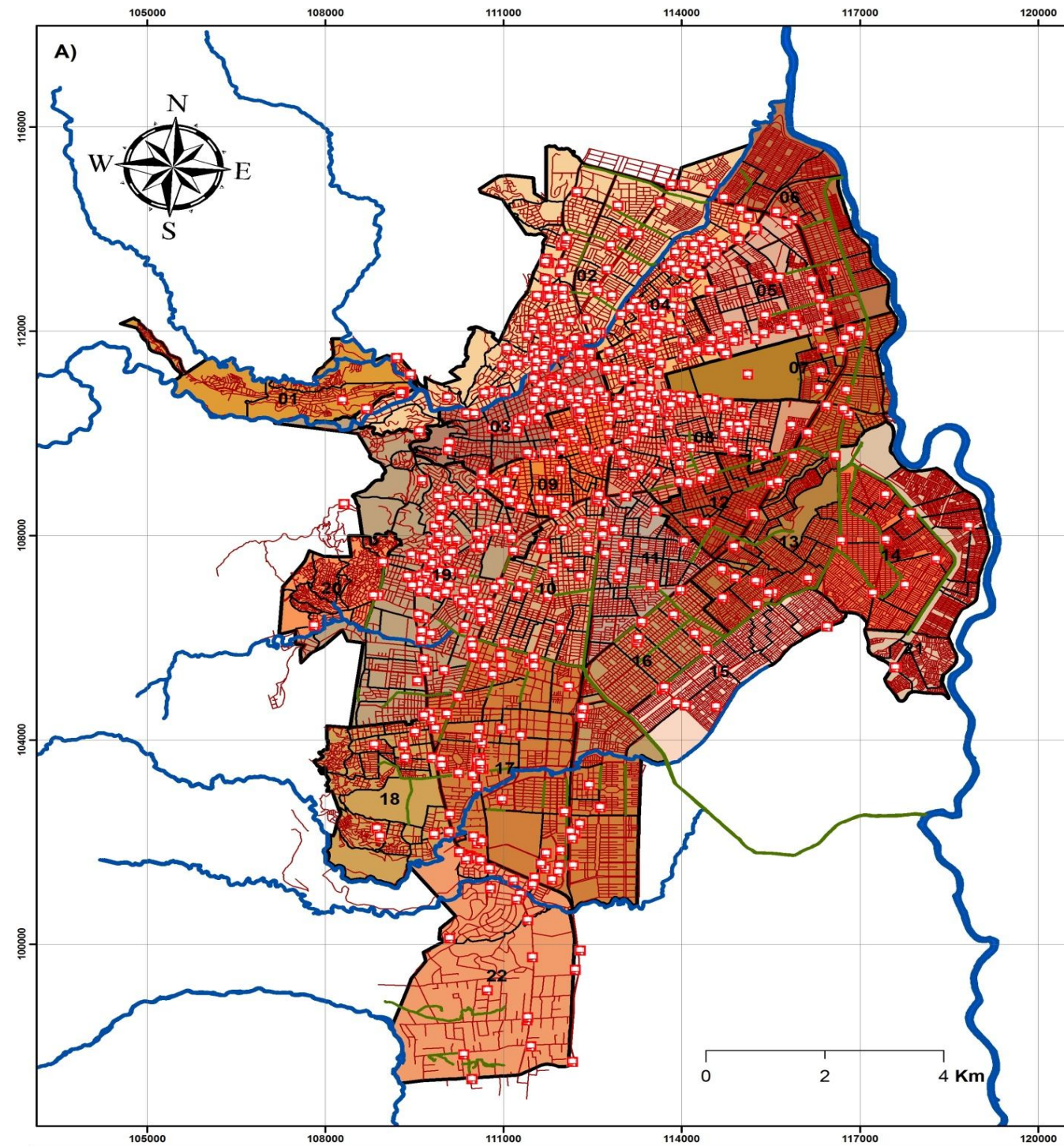
10.4 *Tabla 4. Costes ambientales*

La estructura propuesta en la tabla 4 permite estimar el gasto en protección del recurso hídrico para la zona de estudio, lo ideal en su aplicación es la participación de todas las instituciones que intervienen en ella, pero por disponibilidad de información, sólo se cuenta con los recursos destinados por parte de las autoridades ambientales que intervienen en la zona, además de la participación de una pequeña parte del sector privado con influencia en el área estudiada.

En la formulación y aplicación de esta cuenta, cabe señalar que para el municipio de Santiago de Cali interviene la autoridad ambiental DAGMA, mientras que los demás entes territoriales de la zona de estudio hacen parte de la jurisdicción de la CVC. Esta cuenta se estructura con base en la información suministrada por ambas instituciones, la primera para los años 2008, 2009 y 2010, y la segunda para los periodos 2007, 2008, 2009 y 2010.

Para la estimación de los costes ambientales del sector privado, se efectuó una consolidación del total de empresas con licencias, concesiones, controles y seguimientos realizados por ambas autoridades ambientales. La base de datos empresarial proporcionada por el DAGMA constaba inicialmente de 746 empresas, estando georeferenciadas en el Mapa 4a, se caracteriza por no estar actualizada desde el año 2007 ([ANEXO VI](#)), ocasionando inconsistencias para la solicitud de información, reflejadas en que sólo el 30.2% de los datos presentados, tenían algún vínculo que permitieran localizar y solicitar cooperación con la Contraloría General de Santiago de Cali.

Mapa 4. Localización de empresas según base de datos Inicial DAGMA (a) y CVC (b).



A causa de estas falencias en los datos presentados, se opta por corroborar y buscar información que permitiera entablar algún tipo de contacto directo con el representante legal de cada institución. En dicho proceso la base de datos del DAGMA se redujo a 216. Ahora bien, la información suministrada por la CVC, permitió consolidar una base de datos ([ANEXO VII](#)) conformada por 72 empresas georeferenciadas anteriormente en el Mapa 4b. La información presentada por esta entidad era consistente en términos espaciales y de información de contacto, lo cual permitió estructurar una base de datos para la zona de estudio en la cual intervienen ambas autoridades ambientales (Mapa 5).

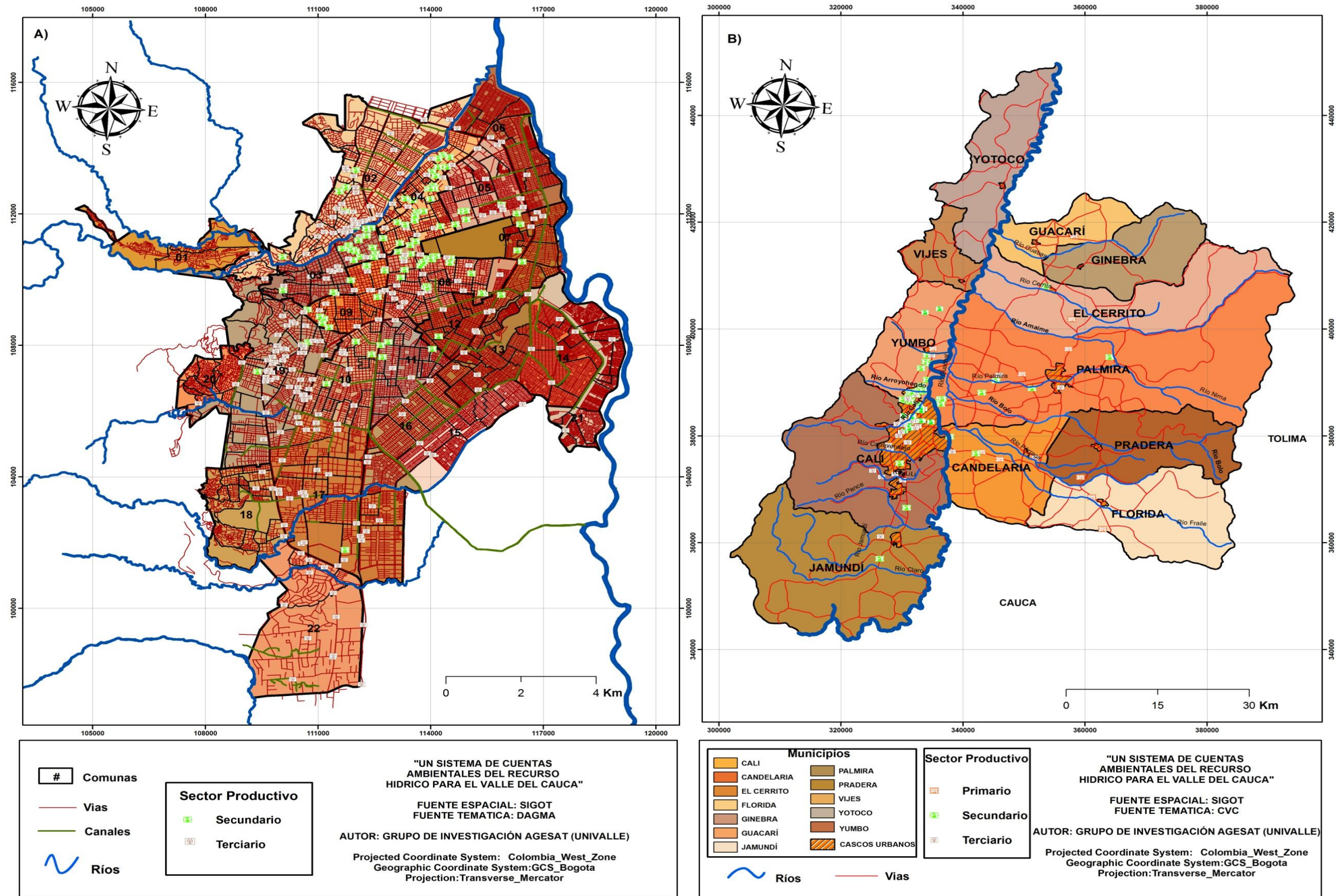
En el [ANEXO VIII](#) están consolidadas las empresas que formaron parte del universo de estudio, las cuales están especificadas según la “Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas - CIIU”, Rev. 3.1. Adaptada para Colombia. La tabla 4 presenta la aplicación de la cuenta de gasto en protección del recurso hídrico para la zona de estudio, se encuentra estructurada por municipios comenzando por el área de jurisdicción del DAGMA, seguida de la inversión efectuada por la CVC, y posteriormente se plasman los costes ambientales asociados al sector privado.

a. Costes ambientales de la autoridad ambiental DAGMA

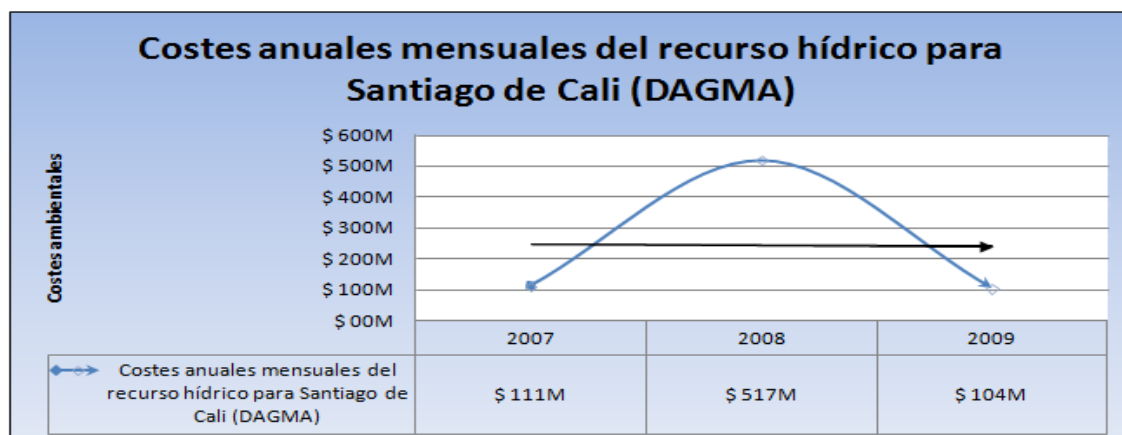
Los datos evidenciados en la [tabla 4](#) (Ver documento anexo), indican que el comportamiento del gasto efectuado para Santiago de Cali por parte del DAGMA, presenta variaciones significativas en las inversiones que hacen que el comportamiento de los datos para un análisis estadístico con relación a la tasa de crecimiento sea atípica en los tres periodos evaluados (2008, 2009 y 2010).

Se encontró que los recursos asignados en el año 2009 para la “Implantación de estrategias para la administración del recurso hídrico en la ciudad de Santiago de Cali” y en el “Proyecto monitoreo vigilancia y control integral a la calidad del recurso hídrico en el área urbana del municipio de Santiago de Cali” son mayores cada uno, al total ejecutado en el año 2008 y en lo corrido del periodo 2010. Dicho comportamiento se puede observar en el gráfico 2, el cual muestra una línea de tendencia estable con relación a la inversión efectuada en los periodos evaluados.

Mapa 5. Localización de empresas muestreadas según sector productivo, DAGMA (a) y CVC (b)



Gráfica 2. Costes anuales mensuales del recurso hídrico en Santiago de Cali (DAGMA)



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, cuando no se tienen en cuenta los gastos de funcionamiento, se llega a que los recursos destinados para el diagnóstico, identificación y diseño de propuestas de intervención, administración del recurso hídrico y uso del territorio, y en la planificación ambiental del recurso hídrico, tienen una participación significativa sobre el total invertido para cada periodo, ya que representan el 62% en el año 2008, el 81% en el 2009, y hasta el periodo evaluado del 2010, estos tienen una participación del 100%.

Lo anterior evidencia que la inversión vista a partir de la ejecución de proyectos para mitigación de impactos, protección y preservación del recurso hídrico tienen una representación mínima sobre el total ejecutado para cada periodo. Se destaca la inversión para la ampliación del *stock* de capital natural (compra de predios) en los dos primeros periodos, ya que tienen una participación del 11% y 16% sobre el total ejecutado.

Asimismo, la tabla 4 muestra la inversión efectuada por el DAGMA con relación a los costes de educación y cultura ambiental ciudadana, estos están dados en términos generales, por lo que no fue posible desagregar dicha inversión para efectos de protección del recurso hídrico.

b. Costes Ambientales del Recurso Hídrico de la Autoridad Ambiental CVC

Los costes ambientales asignados por la autoridad ambiental CVC se presentan divididos en dos secciones. En la primera se establece la evolución del gasto efectuada en Santiago de Cali, y posteriormente se realiza un análisis del gasto ejecutado para las demás zonas regionales que hacen parte de la zona de estudio (*Jamundí - Yumbo - Vijes - Yotoco - Candelaria - Florida - Pradera - Palmira - El Cerrito - Ginebra - Guacarí*). Cabe mencionar que el cálculo de la inversión efectuada en procesos de gestión. Se hace con base en criterios preestablecidos por esta institución que permiten estimar la asignación de recursos para la protección de la red hídrica en cada región, y además; en estos costes se incluyen los destinados para educación y cultura ambiental ciudadana concernientes al recurso hídrico.

- ***Los Costes Ambientales del Recurso Hídrico Para Santiago de Cali***

Los datos presentados en la tabla 4, dan claridad que los recursos destinados por la CVC para Santiago de Cali, muestran una tendencia creciente en términos reales, ya que estos tienen una tasa de crecimiento anual del 39%, y a pesar de presentarse esta tendencia, los recursos destinados año a año tienen un comportamiento fluctuante, ya que se presentan nuevas inversiones para proyectos específicos, haciendo que tengan la mayor proporción y variación del gasto ejecutado para cada periodo, lo cual hace que la asignación de recursos en términos agregados varíen significativamente año a año, en la gráfica 3 se puede observar dicho comportamiento.

Con la información obtenida, en el año 2007 se destaca la inversión realizada en la adecuación y recuperación física, ambiental y paisajística de mil metros lineales del jarillón y la franja protectora del Río Cauca, representando el 84% del total ejecutado para este año y sobrepasando el total ejecutado en el año 2008, periodo en el cual se ejecuta un solo proyecto en el área urbana con el fin de conservar y consolidar el ecoparque lago de las garzas, y se presenta un decrecimiento en la inversión para la zona urbana del 92%.

Gráfica 3. Costes del recurso hídrico en Santiago de Cali (CVC)



Fuente: Elaboración propia.

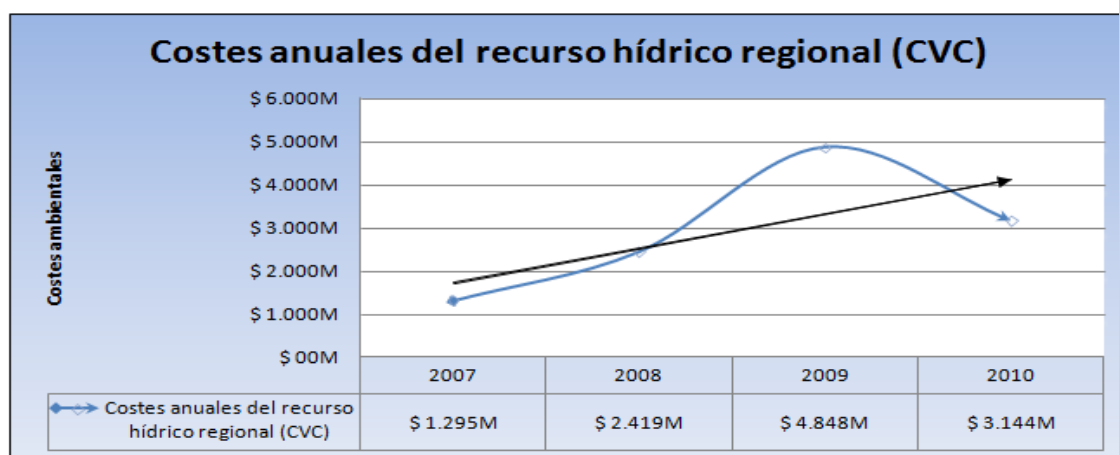
Para el año 2009 la inversión se incrementa sustancialmente con los proyectos “*Recuperación de la función hidráulica y de las condiciones sanitarias y ambientales del entorno de la laguna charco azul, Fase 1.*” y con la “*Recuperación ambiental del tramo urbano del río Cañaveralejo*”, presentándose un incremento de más del 100% en comparación con el año 2007. Para el año 2010, la inversión efectuada presenta una variación porcentual del - 53%, sobresalen los recursos destinados para el “*Sellado del sitio de disposición final de lodos provenientes del mantenimiento de los canales de aguas lluvias de Cali y la PTAR de Cañaveralejo, predio Puertas del Sol*” y para mejorar las condiciones hidráulicas, ambientales y de regulación del río Cali en la zona baja de la cuenca.

- *Los costes ambientales del recurso hídrico en las áreas regionales de la zona de estudio*

El gasto efectuado por la autoridad ambiental CVC para las áreas regionales que hacen parte de la zona de estudio estimados en la tabla 4 para cada región, presenta en términos reales, una tasa de crecimiento anual del gasto para el recurso hídrico del 34% en los periodos evaluados.

A su vez, se estima que las inversiones aumentaron en promedio cada año en el 51%, sustentado en el comportamiento de los datos para cada periodo, ya que para el año 2008, los costes ambientales presentaron una variación del 87% con relación al año anterior, posteriormente se incrementarían en el 100% para el año 2009, y en el periodo 2010 disminuirían en el 35%. En la gráfica 4 se puede observar este comportamiento para todos los municipios en los periodos estudiados, notándose una clara tendencia en el aumento del gasto en protección del recurso hídrico para las zonas regionales de Santiago de Cali.

Gráfica 4. Gasto en protección del recurso hídrico regional (CVC).



Fuente: Elaboración propia.

- *Costes Ambientales del Sector Privado*

Los costes ambientales del sector privado se estimaron a partir de las empresas con las que se hizo un contacto directo, la lista consta de un total de 288. De estas en la solicitud del diligenciamiento de la encuesta de gasto en protección del recurso hídrico para los periodos 2009 y 2010, se obtuvo un total de 57 respuestas, para una representación del 20%. Los datos obtenidos en dicho proceso se pueden observar en el [ANEXO IX](#).

La clasificación por actividad económica arrojó un total de 82 sectores económicos, de los cuales el sector primario cuenta con una participación del 5.56%, el secundario con el 41.32%, y el terciario representa el 53.13%. Las respuestas se encuentran

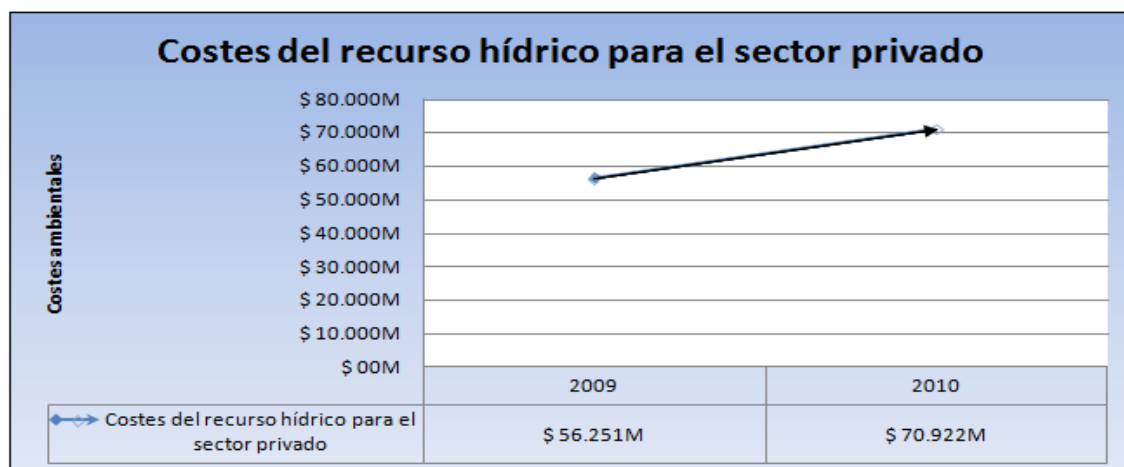
estructuradas en dos tablas clasificadas por actividad económica, en la [tabla 4.1](#) para el año 2009, y en la [tabla 4.2](#) para el 2010 (Ver documento anexo).

Los datos obtenidos indican que el gasto efectuado en términos reales por el sector empresarial parte del estudio, se incrementó de un año a otro en el 26%, dicho comportamiento se puede observar en la gráfica 5, en la cual la tendencia con relación a los recursos destinados para la protección del recurso hídrico es creciente.

Ahora bien, cuando los recursos asignados se presentan para cada sector productivo de la economía, este presenta que el sector primario tuvo una variación del - 27% de un año a otro, paralelamente se tiene que el sector secundario presentó una variación porcentual en el 68%, y por último, se estima que el sector terciario tuvo una variación del gasto del - 5%.

De lo anterior se deduce que el sector agrícola de la región, el cual en su mayoría se dedica a la producción de caña de azúcar consumiendo altas cantidades de agua, ha disminuido los recursos destinados para proteger los recursos hídricos de los que dispone para su sustento económico, a pesar de ello, los recursos destinados por las actividades productivas, sobrepasan significativamente a los ejecutados por las autoridades ambientales.

Gráfica 5. Costes del recurso hídrico para el sector privado



Fuente: Elaboración propia.

10.5 Tabla 5. Suministro de agua y tratamiento de aguas residuales.

La [tabla 5](#) (Ver documento anexo) muestra el total de agua en miles de m³ suministrado y tratado por parte de las empresas EMCALI EICE E.S.P y ACUAVIVA E.S.P, encontrándose que el total de agua distribuida para Santiago de Cali en el año 2009, presentó un incremento del 2% con relación al 2008, posteriormente para el año 2010 esta presenta una variación muy mínima del -0.2%, dejando entrever que la cantidad de agua potable suministrada para la región, ha permanecido relativamente estable con un leve incremento del 0.5% anual. Posteriormente se muestra la cantidad total de agua distribuida para el municipio de Palmira y zonas rurales presenta una tasa anual de demanda de agua potable decreciente del - 2.5% anual.

Por otra parte, los datos presentan el volumen total de agua tratada en plantas de potabilización (m³) para el municipio de Santiago de Cali, presentando un incremento en el año 2009 del 2%, y una variación negativa en el 2010 del -0.4%, Después se puede observar el total de agua tratada por la PTAR – Cañaveralejo (Caudales promedios), de la cual se tiene una tasa de crecimiento sobre el volumen total de agua tratada del 7.7%, observándose con el incremento del 15% en el 2009 con relación al 2008, y del 2% para el 2010 en comparación con el 2009.

Ahora bien, aunque la cantidad de agua potable suministrada para Santiago de Cali tiene una tendencia relativamente estable, el volumen total de agua tratada en el municipio, presenta un crecimiento anual equivalente al 7.7%, dado muy probablemente a raíz del incremento de vertimientos ilegales y sin ningún tipo de control que llegan a los canales, colectores e interceptores que atraviesan la ciudad, por lo cual, podría decirse que la falta de control conlleva a que los costes en el aumento del volumen de agua tratada, sean asumidos por EMCALI EICE E.S.P.

10.6 *Tabla 6. Usos del agua y tratamiento de aguas residuales*

Las tablas [6.1](#) y [6.2](#) (Ver documento anexo) estructuran los usos del agua y el tratamiento de aguas residuales para las vigencias 2009 y 2010, cabe mencionar que se calcula con base en los flujos físicos que implican algún tipo de transacción económica, por lo que los datos utilizados en su estimación, se dieron a partir de la información suministrada por el grupo empresarial que participó de la investigación, EMCALI EICE E.S.P y ACUAVIVA E.S.P.

Los datos estimados con la información disponible, presentan que el total de agua distribuida estimada para usos intermedios por actividad económica tuvo una disminución de un año a otro del 66%. Consecutivamente, se tiene que el total de agua tratada por medio de servicios de depuración y tratamiento de aguas residuales entre los periodos evaluados, disminuyó en el 8.5%.

Por su parte, el total de usos intermedios estimados por ciudad dada la ubicación espacial de las AE que formaron parte del estudio, arrojó que la región con mayor consumo de agua potable (AP) es Santiago de Cali con el 58% en el 2009 y con el 77% en el 2010, posteriormente se encuentra Yumbo con el 42% y el 22% respectivamente.

A su vez, se tiene que el mayor consumo de agua no potable (ANP) para el año 2009 se da en el municipio de Pradera con el 39%, seguido de Palmira con el 32% y de Yumbo con el 28%, y para el 2010, se tiene a Palmira con el 73% del total de ANP distribuida.

Con relación a la contratación de servicios de depuración y tratamiento de aguas residuales, se tiene que el municipio de Yumbo presenta el 92% de estos en el 2009 y el 93% en el 2010 sobre el volumen total de agua tratada por este concepto.

Ahora bien, el total de agua utilizada para consumo de los diferentes sectores económicos (usos finales), se establece a partir del consumo facturado por comunas con base en la información suministrada por EMCALI EICE E.S.P, siendo sólo posible en este caso, estimar el consumo final del sector doméstico como el agregado presentado por esta institución, en el cual Santiago de Cali presenta una disminución de este

consumo en el 6.7% de un periodo a otro. Palmira sigue esta misma tendencia, ya que con la información suministrada por ACUAVIVA E.S.P, se tiene que el consumo de los hogares de un año a otro disminuyó en el 4%.

Posteriormente, se presenta la clasificación por usos finales e intermedios del agua para los municipios que hacen parte de la zona de estudio, se estiman bajo el supuesto de que el sector empresarial participe en la investigación, es el total de empresas que intervienen en la zona, siendo este el ideal para el estudio. Por lo tanto, se calcula que la variación en la demanda de agua utilizada en usos comerciales e industriales del sector empresarial disminuyó en un 13% para el año 2010, a su vez, si se supone lo anterior como el consumo total de agua por parte de la industria y el sector comercial, se tiene que la variación en la demanda consumo de AP por los hogares, con base en la información de EMCALI EICE E.S.P, presentó una variación negativa, ya que la demanda presentaría una disminución del 6.7%.

10.7 *Tabla 7. Captación de agua por tipo de fuente y usos.*

La tabla [7.1](#) y la tabla [7.2](#) (Ver documento anexo) describen los flujos físicos de captación de agua por tipo de fuente y usos para el año 2009 y 2010 respectivamente, encontrándose que la variación en el total de agua utilizada por las actividades de distribución de agua potable de un periodo a otro, fue relativamente constante con el - 0.9%, en el que el 100% de la captación para la prestación del servicio se realiza en aguas superficiales. Se encontró además que los totales de agua captada tanto de agua superficial como subterránea para autoconsumo por parte de las actividades económicas participes en la investigación, presentaron una disminución del - 67%.

Los datos suministrados permitieron estimar el total de agua captada discriminada por regiones, encontrándose que la distribución de agua potable para los municipios de Santiago de Cali, Yumbo, Jamundí, Palmira y Candelaria, tuvieron una disminución del 1% de un periodo a otro permaneciendo relativamente estable. Luego, se tiene que el municipio con las actividades económicas que presentaron mayor captación de agua

superficial en el año 2009 fue Pradera con el 52% del total, le sigue Palmira con el 32% y Yumbo con el 16%. Para el año 2010 este comportamiento se presenta para el municipio de Palmira con el 63%, seguido de Yumbo con el 37% sobre el total de agua superficial captada.

10.8 *Tabla 8. Retornos de agua por tipos.*

La tabla [8.1](#) y la tabla [8.2](#) (Ver documento anexo) muestran los retornos de agua por tipos para los periodos en estudio. Los datos indican que el comportamiento de los retornos de los sistemas de saneamiento a aguas superficiales tuvieron un incremento del 1.6%. Por su parte, los vertimientos con tratamiento del desarrollo de las actividades productivas privadas a los sistemas de alcantarillado presentaron una disminución del -33%, en contraste con los vertimientos sin tratamiento, los cuales aumentaron en el 6.1%, comportamiento probablemente a causa de la falta de control de la autoridad ambiental.

Paralelamente se establece que la variación porcentual sobre el total de vertimientos directos con tratamiento y sin tratamiento al medio natural, presentaron una tendencia decreciente, ya que los vertimientos con tratamiento presentaron una disminución del -6.5%, y sin tratamiento del -4.4% respectivamente.

Entre tanto, las variaciones sobre el total de vertimientos de los sistemas de saneamiento a aguas superficiales en los municipios de Santiago de Cali, Yumbo, Jamundí, Palmira y Candelaria presentaron un aumento del 1.5%, y sobre el total de vertimientos con tratamiento al sistema de alcantarillado se presenta una disminución equivalente al -33%, cabe mencionar que la región con una mayor cantidad de vertimientos tratados y vertidos directamente al sistema natural es Yumbo, ya que para el año 2009 tiene una participación del 97% sobre el total vertido por todas las regiones, y para el periodo de 2010 representa el 98%, no obstante, las variaciones porcentuales indican una disminución del nivel de vertimientos en el 7.2% de un año a otro.

10.9 *Tabla 9. Balance de los flujos de agua superficial entre la economía y el medio ambiente.*

En la tabla [9.1](#) y la tabla [9.2](#) (Ver documento anexo) están presentados los balances de los flujos de agua entre la actividades productivas de la economía objeto de estudio y el sistema natural para los periodos estudiados, en ello se refleja la captación total de agua superficial y subterránea para cada sector productivo de la economía, así como el total de los retornos generados al sistema natural, y el total de consumo físico de agua.

Los datos disponibles indican que la captación total de agua superficial y subterránea de un año a otro presenta una tendencia negativa, ya que la demanda de agua disminuyó en el – 34%, sustentado a partir de las variaciones presentadas para cada sector de la economía, ya que el sector primario presentó una disminución del – 71%, el secundario del – 5%, y el terciario del – 16%.

Ahora bien, en lo que se refiere al cambio porcentual expresado para el total de los retornos generados al sistema natural, se presenta una tendencia decreciente con el – 6.7%, disminuyéndose significativamente el nivel de vertimientos generados por las actividades económicas. Por último, se encuentra el consumo físico de agua superficial y subterránea, el cual tuvo una variación del – 39% en los periodos evaluados, en el que el sector primario presenta una disminución del – 71%, el secundario presenta un incremento del 4%, y el terciario presenta una tendencia negativa con una disminución del – 18% sobre el consumo físico de agua.

De lo anterior, se podría afirmar que el sector con mayor eficiencia en el ahorro de agua, es el primario, ya que tiene una reducción sustancial en la captación de agua. No obstante, cabe mencionar que en el año 2010 se presentó una gran ola invernal amparada en el fenómeno natural denominado la niña, ocasionando muy probablemente que no hiciera falta la captación de aguas superficiales y subterráneas en gran parte del año para regar los cultivos, ya que el sector productivo que participó en la investigación, utiliza en su proceso de producción, la agricultura.

11.2 La cuenta de calidad del recurso hídrico en el área de estudio

➤ Tramo La Balsa - Yotoco del río Cauca y sus indicadores de calidad y Contaminación

La cuenta de calidad del recurso hídrico para la zona de estudio, se hace con base en una serie de estimaciones de indicadores de calidad y contaminación para cada afluente en cada uno de los puntos o estaciones de monitoreo que intervienen en el área de estudio, cabe mencionar que cada río se encuentra georeferenciado al igual que las estaciones y puntos de monitoreo, además los cálculos efectuados se realizan para los últimos 10 años en el río Cauca y para los últimos 5 años en los demás tributarios.

Cabe destacar que la base de datos resultado de los muestreos para cada afluente realizados por la autoridad ambiental CVC, estaban presentados trimestral o semestralmente, por lo que fue necesario estimar un promedio para estimar el comportamiento anual en cada punto, posteriormente se estructuran los parámetros necesarios para el cálculo de los indicadores de calidad y contaminación ([ANEXO X](#)).

Ahora bien, dentro de análisis realizado a continuación, se presenta la tendencia del comportamiento estimado en el periodo de verano para el tramo del río Cauca objeto de estudio, con especial énfasis en el índice de calidad propuesto por DINIUS, en su clasificación para uso de agua potable, ya que la tendencia y el criterio presentado por los demás indicadores de calidad es el mismo, con la diferencia que el DINUS se puede clasificar a varios usos. Paralelamente se presenta el comportamiento de los índices de contaminación ICOMO, ICOMI y ICOSUS, el primero explicado a través de una tabla donde se plasman las variaciones año a año del mismo.

Para corroborar el comportamiento de los demás indicadores de calidad para las fuentes hídricas objeto de estudio, en el [ANEXO XI](#), se presenta cada una de las estimaciones de los indicadores, las variaciones en los niveles de calidad y contaminación, y la georeferenciación para cada estación y punto de monitoreo en el tramo del río Cauca

objeto de estudio y en sus tributarios, realizándose periodo tras periodo para ambas estaciones en el año.

- *La cuenta de calidad del agua*

Los datos estimados pueden observarse en la tabla 3, la cual se compone del valor del indicador para cada estación y su clasificación en términos cualitativos, luego se presenta la variación en su valor año a año, y posteriormente se señala si dicha variación fue positiva o negativa. Así pues, se tiene que el indicador DINIUS (Agua potable) indica que el comportamiento en el periodo 2006 – 2010 en época de verano, mostró una muy mala calidad del agua en el 90% de las estaciones, ya que solo en la estación Paso de la Bolsa el indicador situó la calidad de las aguas en media, dicha tendencia se mantiene para el mismo periodo de tiempo en época de lluvias (Ver [ANEXO XI.a.DINIUS](#); Agua potable-Invierno), exceptuando el año 2010, en el que la calidad de las aguas en el 100% de las estaciones fue muy pobre o de mala calidad y en ningún momento apta para consumo humano. En el mapa 6 se puede observar la georeferenciación de las estaciones de monitoreo y las variaciones obtenidas para este indicador en tramo de estudio.

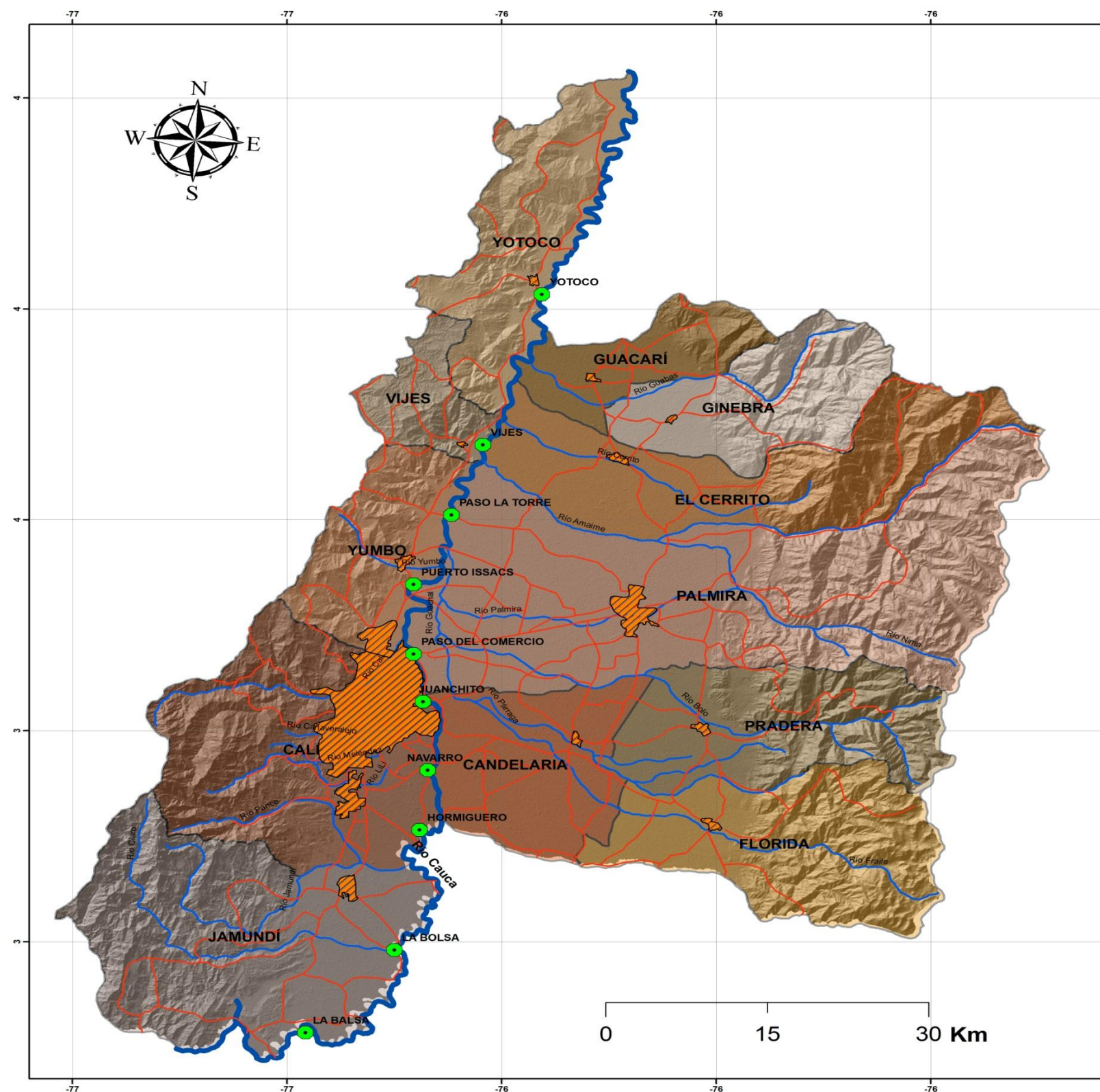
Tabla 3. Cuenta de calidad del recurso hídrico superficial para la zona de estudio

CUENTA DE CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL: Tramo la Balsa Yótoco del río Cauca																			
Años: 2000 - 2010																			
Indicador: DINIUS Agua Potable																			
RIO CAUCA	ESTACIONES																		
	PASO DE LA Balsa (1)	Variación Anual (Δ / Año)	PASO DE LA BOLSA (2)	Δ / Año	PUNTE HORMIGUERO (3)	Δ / Año	ANTES NAVARRO (4)	Δ / Año	JUANCHITO (5)	Δ / Año	PASO DEL COMERCIO (6)	Δ / Año	PUERTO ISAACS (7)	Δ / Año	PASO DE LA TORRE	Δ / Año	VILES (8)	Δ / Año	YOTOCO (10)
	■	Δ	■	Δ	■	Δ	■	Δ	■	Δ	■	Δ	■	Δ	■	Δ	■	Δ	■
VERANO																			
DINIUS - AGUA POTABLE	2000	17,96	NA	34,66	NA	18,67	NA	18,26	NA	19,26	NA	18,82	NA	27,06	NA	26,36	NA	25,43	NA
	2001	29,67	11,71 Δ	35,96	1,3 Δ	27,29	8,62 Δ	18,78	0,52 Δ	19,5	0,24 Δ	19,21	0,6 Δ	26,57	-0,48 Δ	26,33	-0,03 Δ	24,76	-1,7 Δ
	2002	43,34	13,67 Δ	41,22	5,26 Δ	18,39	-8,9 Δ	19,27	0,49 Δ	19,09	-0,41 Δ	15	-4,2 Δ	24,1	-2,46 Δ	24,66	-1,67 Δ	22,52	-1,2 Δ
	2003	nr																	
	2004	nr																	
	2005	40,26	-3,08 Δ	60,5	19,3 Δ	32,4	14 Δ	40,86	21,6 Δ	39,94	20,8 Δ	17,67	2,7 Δ	50,44	26,3 Δ	36,56	11,9 Δ	23,74	0,2 Δ
	2006	37,73	-2,53 Δ	53,16	-7,3 Δ	33,77	1,37 Δ	16,26	-24,6 Δ	17,23	-22,6 Δ	17,09	-0,6 Δ	24,93	-25,9 Δ	25,04	-11,5 Δ	24,22	0,5 Δ
	2007	40,22	2,49 Δ	51,33	-1,8 Δ	28,8	-5,2 Δ	31,4	15,2 Δ	16,17	-1,06 Δ	15,54	-1,6 Δ	22,93	-1,54 Δ	23,68	-1,38 Δ	24	-0,2 Δ
	2008	39,5	-0,72 Δ	50,65	-0,7 Δ	27,16	8,86 Δ	26,75	-4,65 Δ	18,8	2,43 Δ	19,29	3,8 Δ	27,07	4,08 Δ	27,23	3,55 Δ	26,76	2,8 Δ
	2009	44,79	5,28 Δ	56,37	5,72 Δ	30,42	-6,7 Δ	21,56	-5,19 Δ	21,75	3,15 Δ	22,03	2,7 Δ	23,6	-3,47 Δ	22,69	-4,54 Δ	22,59	-4,2 Δ
	2010	43,36	-1,42 Δ	52,55	-3,8 Δ	19,32	-11 Δ	28,49	6,32 Δ	19,02	-1,93 Δ	19,95	-2,1 Δ	25,65	2,05 Δ	24,16	1,49 Δ	23,63	1,3 Δ

Fuente: Elaboración propia.

NA: No aplica

Mapa 6. Variaciones anuales del indicador DINIUS para uso de agua potable en las estaciones de monitoreo del tramo la Balsa – Yotoco del río Cauca.

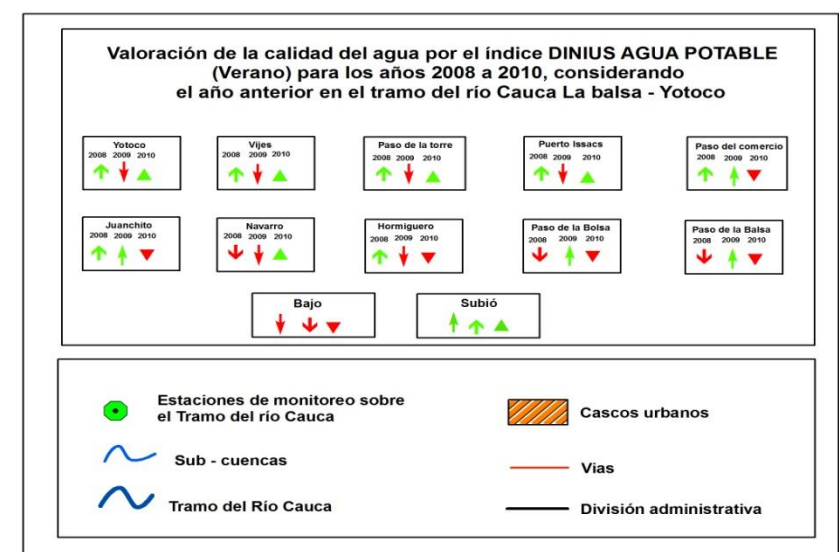


**"UN SISTEMA DE CUENTAS
AMBIENTALES DEL RECURSO
HIDRICO PARA EL VALLE DEL CAUCA"**

FUENTE ESPACIAL: SIGOT

AUTOR: GRUPO DE INVESTIGACIÓN AGESAT (UNIVALLE)

Projected Coordinate System: Colombia_West_Zone
Geographic Coordinate System: GCS_Bogota
Projection: Transverse_Mercator



Paralelamente, se obtiene que esta misma tendencia se presenta en la clasificación del DINIUS para uso industrial (Ver [ANEXO XI.a.DINIUS](#); Uso industrial), ya que los datos estimados permiten afirmar que existe una mala y media calidad de las aguas en las estaciones de Paso de la Balsa y Paso de la Bolsa respectivamente. Este comportamiento se mantiene en las demás estaciones de monitoreo para ambos periodos de lluvia y sequía, ya que bajo este criterio el indicador muestra cifras muy deficientes, dando como resultado que el uso del agua para actividades industriales en muchos casos debe ser tratada para poder satisfacer las necesidades de las industrias que lo requieran.

Ahora bien, partiendo de que el Valle del Cauca es un departamento de vocación agrícola, el uso de las aguas del río Cauca para dicha actividad está muy limitado dada la calidad del afluente en el tramo estudiado (Ver [ANEXO XI.a.DINIUS](#); Uso agrícola), esto se sustenta a partir de clasificar los valores del índice DINIUS para uso agrícola, los cuales presentaron valores muy pobres en los últimos 5 años, destacándose los últimos dos años, pues han sido los más graves en cuanto a la calidad con los índices más bajos, lo cual a partir de los diferentes usos establecidos para cada rango de calidad, no es recomendable el uso de estas aguas para el riego de cultivos. No obstante, sólo en la estación de Paso de la Bolsa la calidad del agua en los cinco años y para ambos periodos atmosféricos es media y utilizable en la mayoría de cultivos.

En consecuencia, debido a que los niveles de calidad del río Cauca a su paso por el área de estudio obtiene valores tan bajos en ambos periodos climáticos, con la clasificación del DINIUS para uso recreativo ([ANEXO XI.a.DINIUS](#);Uso recreativo) se establece que las aguas del río Cauca en gran parte del tramo de estudio no son útiles para uso recreativo, ya que puntos como puente del Hormiguero, Navarro, Juanchito, Paso del Comercio, Puerto Issacs, Paso la Torre, Vijes y Yotoco, los valores son tan pobres que el indicador recomienda evitar cercanía o contacto con el agua, sólo en la estación Paso la Bolsa; se presentan valores bajos para los cuales no se recomienda inmersión y precaución si es ingerida el agua debido a presencia de bacterias, sin embargo, aunque dicho nivel de contaminación decae para el año 2010 en la mencionada estación, su uso se restringe sólo a la navegación en lancha.

- *La cuenta de contaminación a partir del indicador de contaminación ICOMO*

El índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), se puede observar en la tabla 4, mostrando un estado de contaminación avanzado en el 80% de las estaciones del tramo La Balsa – Yotoco del río Cauca, para los últimos cinco años en época de verano, en donde las estaciones de Paso de la Balsa y Paso de la Bolsa son las únicas que presentan valores medios de contaminación. Para el periodo de lluvias ([ANEXO XI.a](#); ICOMO Invierno), la situación es similar con decadencia en el 2009 y 2010 para las estaciones mencionadas anteriormente, debido a que su nivel de contaminación aumento hacia estos dos últimos años pasando de medio a alto.

Tabla 4. Cuenta de contaminación del recurso hídrico superficial para la zona de estudio

CUENTA DE CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL: Tramo la Balsa Yótoco del río Cauca																					
Años: 2000 - 2010																					
Indicador: ICOMO																					
RIO CAUCA	ESTACIONES																				
	PASO DE LA Balsa(1)	Variación Anual (Δ / Año)	PASO DE LA BOLSA (2)	Δ / Año	PUENTE HORMIGUERO (3)	Δ / Año	ANTES NATARRO (4)	Δ / Año	JUANCHITO (5)	Δ / Año	PASO DEL COMERCIO (6)	Δ / Año	PUERTO ISAACS (7)	Δ / Año	PASO DE LA TORRE (8)	Δ / Año	YOTES (9)	Δ / Año	TOTOCO (10)	Δ / Año	
		\$		Δ		\$		Δ		\$		Δ		\$		Δ		\$		Δ	\$
VERANO																					
Indicador de Contaminación																					
ICOMO	2000	0,764	NA	0,757	NA	0,729	NA	0,767	NA	0,753	NA	0,836	NA	0,836	NA	0,838	NA	0,829	NA	0,852	NA
	2001	0,693	-0,071 v	0,666	-0,09 v	0,734	0,01 Δ	0,666	-0,1 v	0,792	0,04 Δ	0,837	0 Δ	0,832	-0,02 v	0,802	-0,04 v	0,804	-0,02 v	0,802	-0,05 v
	2002	0,436	-0,257 v	0,686	0,02 Δ	0,778	0,04 Δ	0,727	0,06 Δ	0,753	-0,04 v	0,862	0,03 Δ	0,888	0,09 Δ	0,84	0,04 Δ	0,874	0,07 Δ	0,837	0,03
	2003	0,332	-0,104 v	0,483	-0,2 v	0,733	-0,05 Δ	0,753	0,03 Δ	0,764	0,01 Δ	0,814	-0,05 v	0,793	-0,11 v	0,758	-0,08 v	0,783	-0,09 v	0,779	-0,06 v
	2004	0,553	0,221 Δ	0,621	0,14 Δ	0,724	-0,01 v	0,738	-0,02 v	0,767	0 Δ	0,788	-0,03 v	0,81	0,02 Δ	0,788	0,03 Δ	0,774	-0,01 v	0,816	0,04
	2005	0,333	-0,22 v	0,397	-0,22 v	0,719	-0,01 v	0,483	-0,25 v	0,574	-0,19 v	0,844	0,06 Δ	0,799	-0,01 v	0,781	-0,01 v	0,821	0,05 Δ	0,74	-0,08 v
	2006	0,666	0,333 Δ	0,691	0,29 Δ	0,605	-0,11 v	0,769	0,29 Δ	0,776	0,2 Δ	0,822	-0,02 v	0,795	-0 v	0,79	-0 v	0,772	-0,05 v	0,779	0,04
	2007	0,531	-0,135 v	0,593	-0,1 v	0,787	0,18 Δ	0,648	-0,12 v	0,745	-0,03 v	0,745	-0,08 v	0,776	-0,02 v	0,769	-0,01 v	0,776	0 Δ	0,771	-0,01 v
	2008	0,581	0,05 Δ	0,533	-0,06 v	0,618	-0,17 v	0,666	0,02 Δ	0,724	-0,02 v	0,757	0,01 Δ	0,749	-0,03 v	0,753	-0,02 v	0,753	-0,02 v	0,781	0,01
	2009	0,544	-0,037 v	0,634	0,1 Δ	0,737	0,12 Δ	0,666	0	0,733	0,01 Δ	0,806	0,05 Δ	0,774	0,03 Δ	0,799	0,05 Δ	0,798	0,05 Δ	0,786	0,01
	2010	0,549	0,005 Δ	0,666	0,03 Δ	0,758	0,02 Δ	0,666	0	0,741	0,01 Δ	0,792	-0,01 v	0,776	0 Δ	0,764	-0,04 v	0,779	-0,02 v	0,752	-0,03 v

Fuente: Elaboración propia.

NA: No aplica

Por su parte, el cálculo del indicador de contaminación por mineralización (ICOMI) en el tramo del río Cauca estudiado ([ANEXO XI.a](#)), permitió establecer que en el 100% de las estaciones de monitoreo no se presenta ningún nivel de contaminación para los años 2006 a 2008, ya que se presentan excepciones en las estaciones de Paso de la Torre,

Vijes y Yotoco en el periodo de sequia del año 2009, ya que asciende a un nivel bajo de contaminación en dichas zonas.

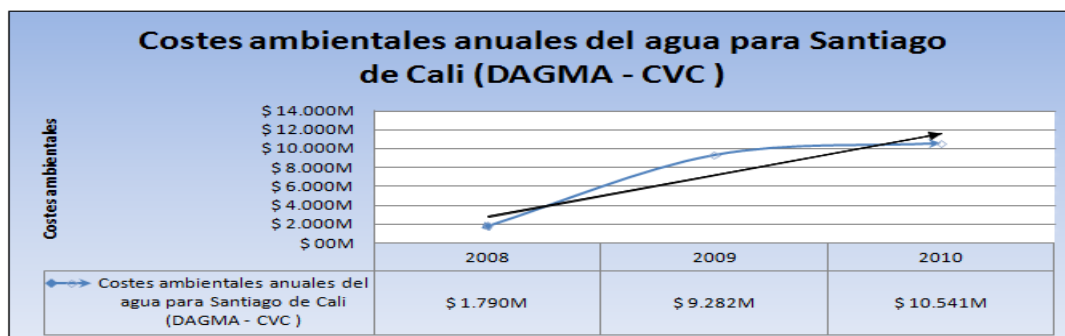
Y por último, el indicador ICOSUS para la época de verano ([ANEXO XI.a](#); ICOSUS), presenta una leve mejoría en su comportamiento para el año 2008, ya que en los periodos anteriores a este sólo en las estaciones de Paso de la Balsa y Paso de la Bolsa se registraban valores bajos de contaminación, posteriormente en el 2009 y 2010, se presentó un incremento considerable de la contaminación bajo este criterio en las estaciones de Hormiguero, Navarro, Juanchito, Paso del comercio y Puerto Issacs, ya que presentaron los valores más altos.

11.3 Costes ambientales del agua y sus indicadores de calidad y contaminación para la zona de estudio

a. Santiago de Cali, su perímetro urbano y la zona rural

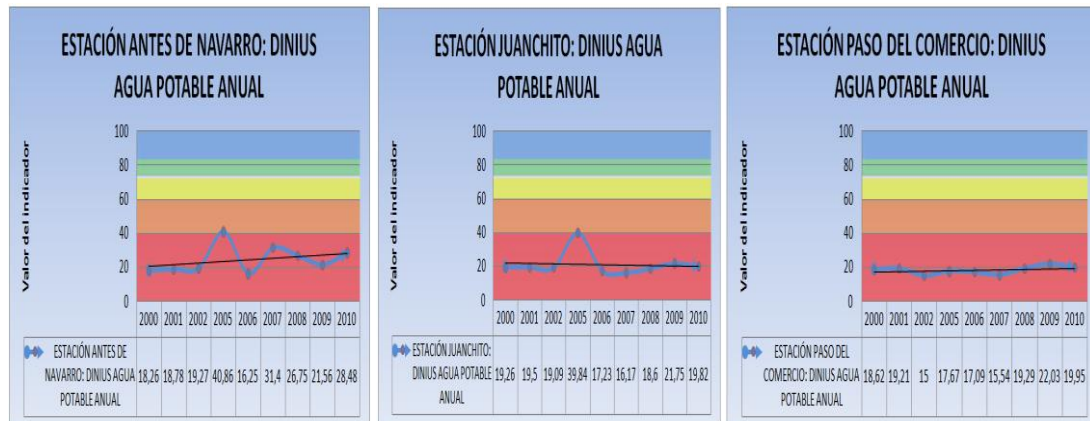
Los datos disponibles en la tabla 4 de la matriz NAMEA, permitieron estimar y agrupar el gasto en protección del recurso hídrico efectuado en el municipio de Santiago de Cali por parte de la autoridad ambiental DAGMA y CVC desde el año 2008 hasta el 2010, aclarando que la inversión presentada por el DAGMA está hasta septiembre 30 de este último año. Además, se establecen los costes ambientales de las demás regiones que son jurisdicción de la CVC a partir del año 2007 hasta el 2010. Por tanto, se tiene que para Santiago de Cali la tendencia presentada en los costes ambientales para el agua es claramente creciente, tal cual se muestra en la gráfica 6.

Gráfica 6. Costes ambientales anuales del agua para Santiago de Cali (DAGMA - CVC)



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 7. Comportamiento de la calidad del agua en las estaciones antes de Navarro, Juanchito y paso del Comercio



Fuente: Elaboración propia

No obstante, con base en los indicadores estimados en el recurso hídrico de Santiago de Cali y la tendencia mostrada para los periodos evaluados (2005 - 2010), se establece que bajo estos criterios, la gestión efectuada para este periodo no se ve reflejada en el comportamiento físico-químico del recurso hídrico del municipio, ya que presenta una tendencia decreciente en calidad, y ascendente en contaminación para cada uno de los ríos en los distintos puntos de monitoreo (Ver [ANEXO XI.b](#)).

Dicho impacto puede observarse en el comportamiento de la gráfica 7 presentada anteriormente para el DINIUS AP calculado en las estaciones del río Cauca, en este caso las estaciones ubicadas antes de Navarro, Juanchito y Paso del Comercio, representan la zona urbana de Santiago de Cali, mostrando el nivel más alto de contaminación para el índice calculado, notándose una clara disminución en su paso por el perímetro urbano de la ciudad. Sin embargo, cabe mencionar que el río igualmente es impactado por los diferentes vertimientos domésticos e industriales generados en la región, los cuales van directamente al río o por medio de canales y descargas hacia los afluentes tributarios.

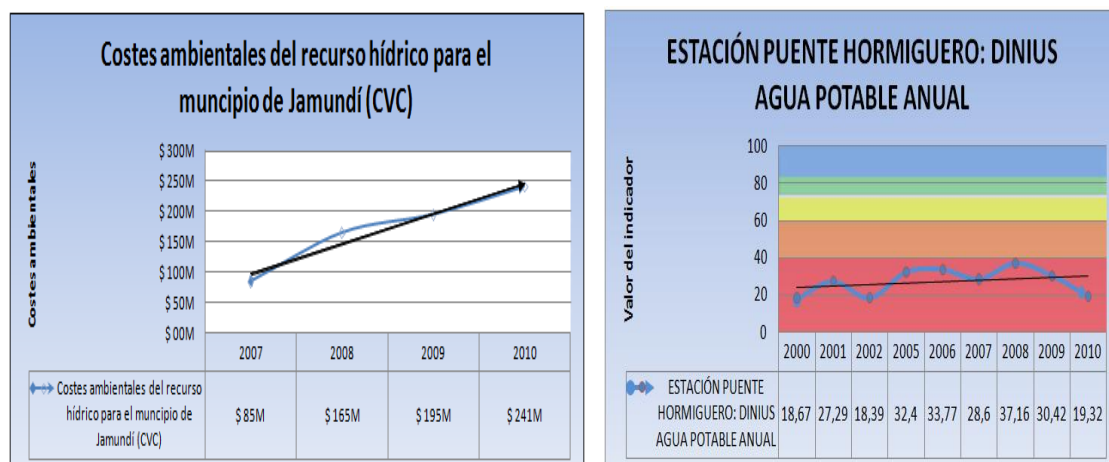
b. Jamundí

Los datos presentados en la tabla 4, permiten establecer el comportamiento de los costes ambientales del recurso hídrico de Jamundí. Se obtuvo que en este municipio se

presenta una inversión con una tasa de crecimiento anual del 41%, evidenciándose en los recursos asignados año a año, la variación de gasto en el año 2008 presentó un incremento del 95% con relación al 2007, posteriormente, en el año 2009 aumenta en el 18% y para el año 2010, se presenta un incremento del 23% en comparación con el año 2009. La evolución del gasto para este municipio se puede observar en la gráfica 8.

Sin embargo, los indicadores calculados para el periodo evaluado en las dos cuencas hidrográficas que atraviesan este municipio el río Jamundí y el río Claro (Ver [ANEXO XI.b](#)), mostraron valores muy bajos de calidad, y muy altos de contaminación, evidenciándose a partir de estas estimaciones un decrecimiento en la calidad año tras año de estas dos cuencas hidrográficas, el cual puede evidenciarse en la gráfica 9 del DINIUS AP para la estación puente el Hormiguero del río Cauca, ya que presenta periódicamente, un decaimiento de la calidad de sus aguas, en contraste con el aumento del gasto efectuado por la CVC para los periodos disponibles.

Gráfica 8. Costes del recurso hídrico para Jamundí **Gráfica 9. DINIUS AP Est. Puente Hormiguero.**



Fuente: Elaboración propia.

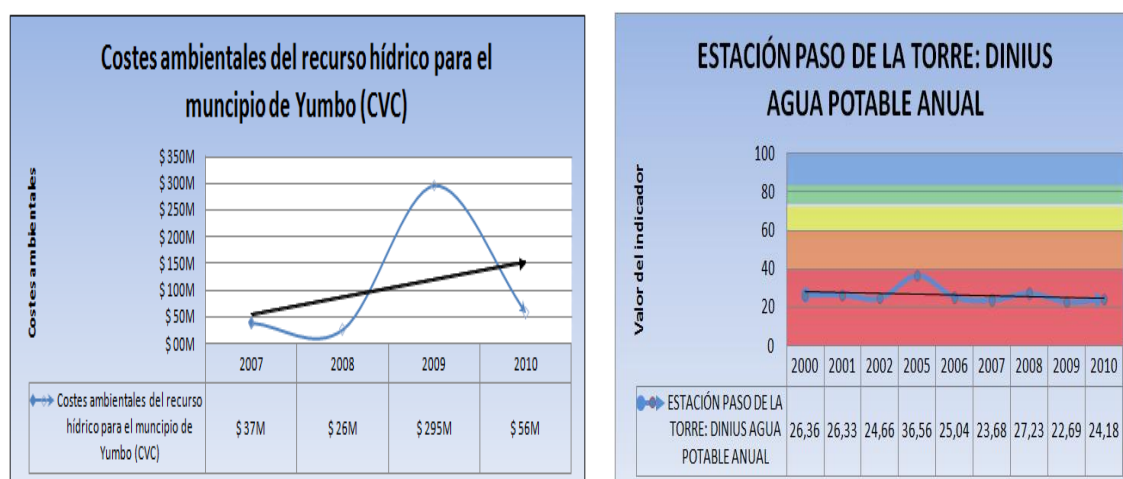
c. Yumbo

La inversión realizada en el municipio de Yumbo presenta una tasa de crecimiento del 15% anual, se caracteriza el gasto efectuado en el periodo 2009 debido a que sobrepasa en el 60% a la realizada para la suma de los demás años, la tendencia en el aumento de

la asignación de recursos para el proteger el agua de la región se puede observar en la gráfica 10.

Paralelamente, las estimaciones tanto de los índices de calidad como de contaminación efectuados para ese periodo en los principales afluentes del municipio (Arroyohondo – Yumbo), muestran valores muy pobres en cuanto a calidad y muy elevados en contaminación que disminuyen e incrementan año tras año respectivamente (Ver [ANEXO XI.b](#)), pudiéndose evidenciar este impacto con el cálculo del DINIUS mostrado a continuación en la gráfica 11 para la estación de monitoreo Paso de la Torre del río Cauca, ya que se presenta una tendencia decreciente en los valores de calidad para los periodos evaluados.

Gráfica 10. Costes del recurso hídrico para Yumbo Gráfica 11.DINIUS AP Est. Paso de la Torre



Fuente: Elaboración propia.

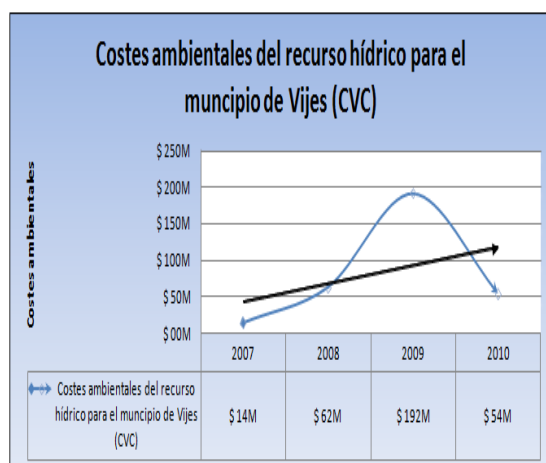
d. Vijes y Yotoco

Vijes presenta una tasa de crecimiento anual en la inversión para la protección del recurso hídrico del 54%, y al igual que para el municipio de Yumbo, el año 2009 presenta variaciones significativas en la inversión sobrepasando el total agregado de los otros años estudiados, en la gráfica 12 se presenta la tendencia del gasto para esta región.

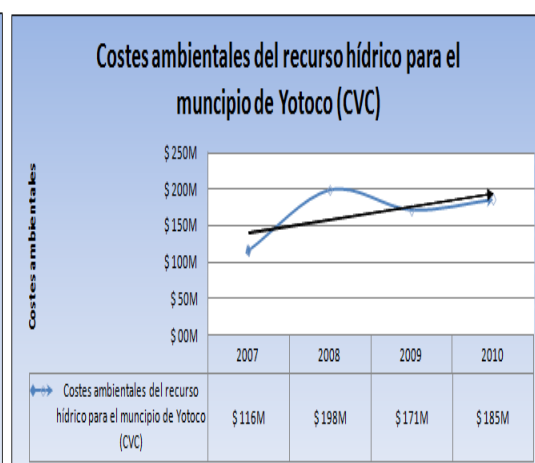
Ahora bien, la información suministrada por la Autoridad Ambiental CVC, no permitió establecer el nivel de calidad y contaminación de los afluentes que atraviesan el municipio (río Vijes y Bitaco), y por tanto, no se puede inferir hasta qué punto la gestión de esta institución vista desde los indicadores ya mencionados ha sido eficiente.

La tendencia del comportamiento en la inversión para protección del recurso hídrico mostrada en el municipio de Yotoco es muy similar a la presentada para los otros, aquí con los datos obtenidos se estima una tasa de crecimiento del gasto del 17% anual. Se tiene además que la variación del gasto del 2007 al 2008 fue del 71%, posteriormente esta disminuye en el 14%, y para el año 2010, se tiene un incremento del 8% con relación al año 2009, en la gráfica 13 se puede observar cómo la asignación de recursos para el recurso hídrico presenta una tendencia creciente año tras año.

Gráfica 12. Costes del recurso hídrico para Vijes



Gráfica 13. Costes del recurso hídrico para Yotoco



Fuente: Elaboración propia.

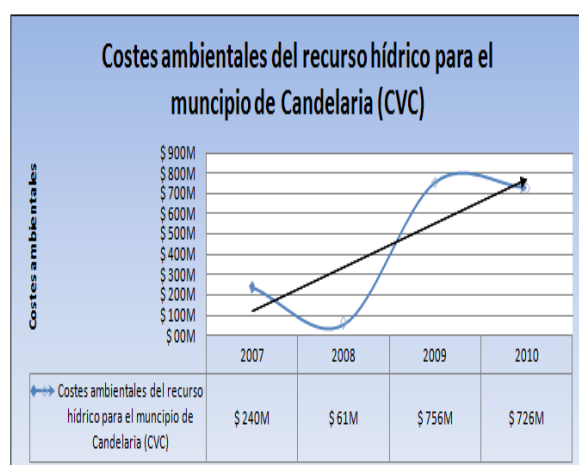
Entre tanto, debido a que el área de estudio llega solo hasta la estación ubicada en el municipio de Yotoco, y para este punto no existe desembocadura de afluentes provenientes de la jurisdicción del mismo municipio, no se evalúa el río Yotoco, y por ende, solo se muestra la inversión hecha en los recursos hídricos del municipio para los últimos 4 años.

e. Candelaria y Florida y Pradera

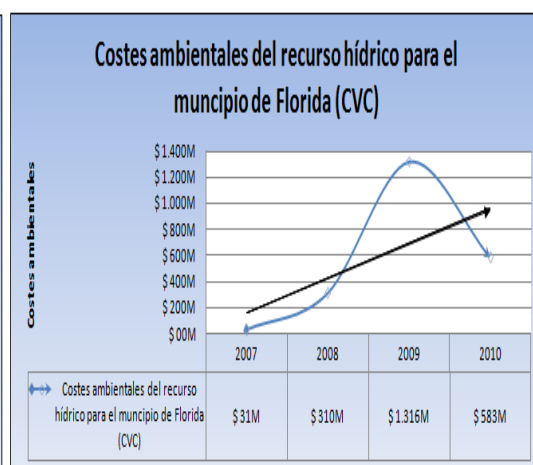
Para el municipio de Candelaria se presenta una tasa de crecimiento anual del 44% en el gasto asignado para la protección del recurso hídrico. Cabe destacar que para esta región se presenta una de las asignaciones de recursos más altos para los municipios que son jurisdicción de la CVC. La evolución del gasto para el periodo estudiado se puede observar en la gráfica 14, en la cual se puede vislumbrar una tendencia claramente creciente.

Posteriormente, la asignación de recursos para la red hídrica de la región perteneciente al municipio de Florida, tiene una tendencia creciente hasta el año 2009, ya que para el periodo 2010 esta decae en el 55%, periodo igualmente significativo en la destinación de recursos para los periodos evaluados. Dicho comportamiento se puede observar en la gráfica 15.

Gráfica 14. Costes del recurso hídrico para Candelaria



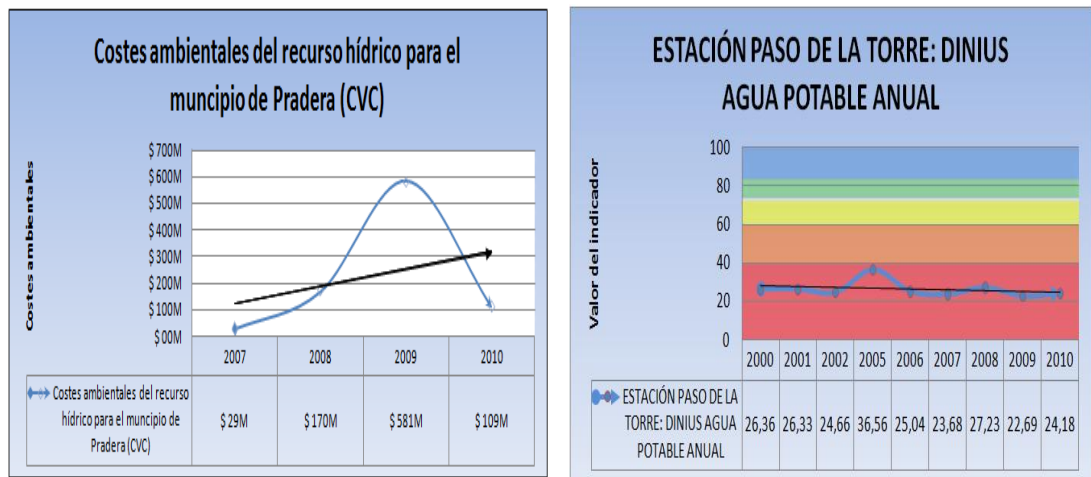
Gráfica 15. Costes del recurso hídrico para Florida



Fuente: Elaboración propia.

En pradera se presenta una tasa de crecimiento anual del 55% en la inversión destinada para los afluentes de su área. Se destacan los gastos efectuados en el año 2009, ya que presentaron un incremento significativo con relación a los demás periodos, dicho comportamiento es observable en la gráfica 16.

Gráfica 16. Costes del recurso hídrico para Pradera Gráfica 11.DINIUS AP Est. Paso de la Torre



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, las fuentes hídricas que tienen incidencia sobre estos municipios son; los ríos Parraga y Fraile en Florida y Candelaria, y el río Bolo el cual es un subtributario del río Guachal, tiene influencia sobre Pradera. Los datos estimados permitieron encontrar que para el periodo evaluado, las variaciones estimadas a partir de los indicadores de calidad y contaminación arrojan un comportamiento negativo (Ver [ANEXO XI.b](#)), puesto que el río Parraga presenta los más altos niveles de contaminación, y los más bajos de calidad para el periodo evaluado. Después se tiene que el río Fraile cuenta únicamente con índices favorables para el indicador ICOMI, el restante presenta valores medios y altos de contaminación, y bajos y muy malos de calidad. Paralelamente, el río Bolo presenta índices bastante negativos, pues sólo la primera estación presenta algunos niveles medios y bajos de contaminación, el restante cuenta con valores muy malos para ambos criterios evaluados.

El impacto sobre el río Cauca de estos ríos tributarios, se puede establecer en la estación Paso de la Torre, que de igual manera a los indicadores presentados para cada afluente, presenta un comportamiento similar, el cual puede verse en la grafica 11 presentada anteriormente.

f. Palmira

Este municipio en términos de gasto para el recurso hídrico de la zona, presenta una tendencia creciente en los primeros tres periodos evaluados, luego; para el año 2010 se presenta una disminución del – 42% con relación al año 2009. En la gráfica 17 se muestra la tendencia descrita.

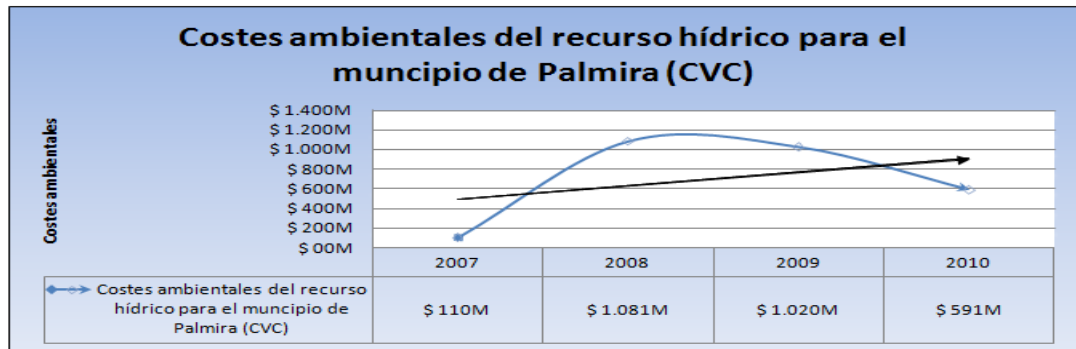
Ahora bien, este municipio tiene como influencia los ríos Palmira, Amaime y Guachal como principales afluentes (los dos primeros más representativos que el tercero), obteniéndose que las estimaciones de los distintos índices de calidad y contaminación (Ver [ANEXO XI.b](#)), presentó valores muy bajos en calidad y muy altos de contaminación, principalmente en los puntos de muestreo que hacen parte de las zonas planas (zona urbana y corredor vial Cali - Palmira) para el río Palmira, (corredor vial Palmira- Buga) río Amaime.

En el punto de muestreo ubicado sobre el río Guachal se presenta una situación muy similar, debido a que este afluente recibe las aguas de los ríos Palmira, Bolo, Fraile entre otros, los cuales vienen con cargas de contaminantes y sedimentos, además de encontrarse en una zona altamente intervenida por el hombre.

Dichos índices varían de un punto a otro de forma mayoritariamente descendente lo cual da muestra de la muy posible acción de las distintas actividades antrópicas que se dan sobre estas cuencas, además; se tiene que los ríos Guachal y Palmira tienen como influencia la estación de monitoreo Paso la Torre del río Cauca, comportamiento sustentado anteriormente.

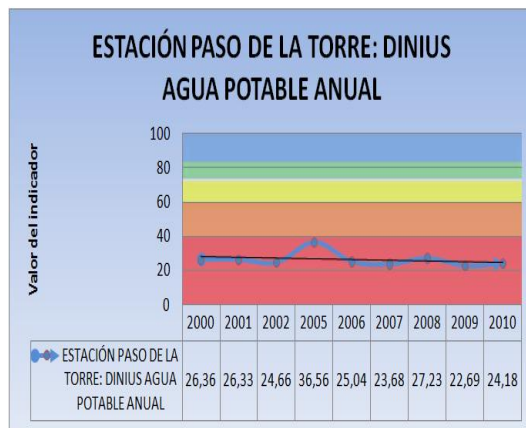
Entre tanto; el río Amaime presenta influencia sobre la estación del río Cauca ubicada en Vijes el cual con base en el comportamiento establecido en la gráfica %& para esta estación con base en el DINIUS, se presenta una tendencia decreciente en sus niveles de calidad y contaminación.

Gráfica 17. Costes del recurso hídrico para Palmira

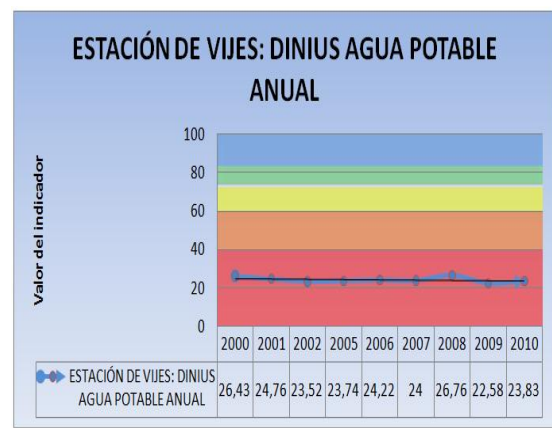


Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 11. DINIUS AP Est. Paso de la Torre



Gráfica 18. DINIUS AP Est. Vijos



Fuente: Elaboración propia.

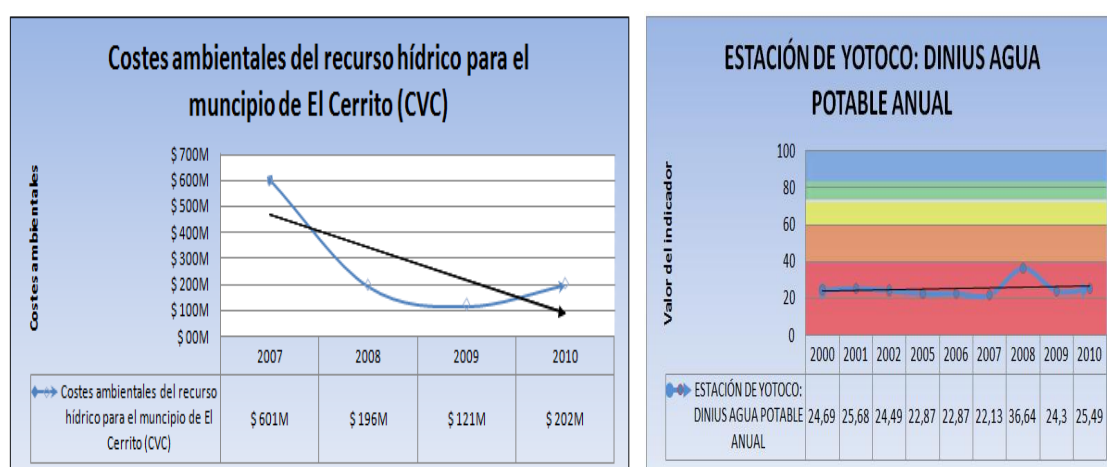
g. El Cerrito

Para la el municipio El Cerrito, sus cuenca hidrográfica y demás fuentes hídricas, se presenta una inversión con una tasa negativa anual del – 31. El gasto presenta variaciones descendentes, siendo las inversiones de los periodos 2007 y 2010 las más bajitas en el periodo evaluado. Dicho comportamiento se puede observar en la gráfica 19.

Entre tanto; el comportamiento en los distintos muestreos para el afluente de este municipio, presenta índices de contaminación en aumento y los índices de calidad cada vez más bajos a medida que se acercan a las zonas urbanas y de alta intervención

antrópica (Ver [ANEXO XI.b](#)), mostrando una tendencia decadente año tras año, lo cual se puede ver reflejado en los índices estimados y mostrados en la gráfica 20 para la estación de Yotoco. Sin embargo, a partir del criterio para determinar la eficacia en la asignación de recursos, se podría afirmar que el comportamiento físico – químico del río El Cerrito es consecuente, ya que se nota una tendencia lineal decreciente con relación al gasto en protección, y así mismo este se ve reflejado en los indicadores de calidad del río.

Gráfica 19. Costes del recurso hídrico para El Cerrito Gráfica 20. DINIUS AP Est. Yotoco



Fuente: Elaboración propia.

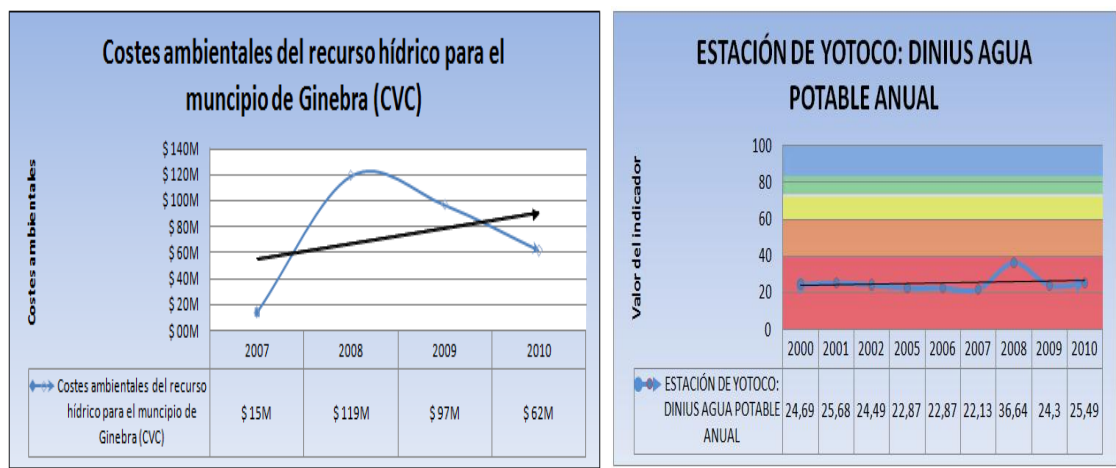
h. Ginebra

En el municipio de Ginebra presenta una variación del gasto entre los periodos 2009 y 2010 negativa con un cambio del – 35%, además el año en el que se efectuaron mayores inversiones, fue en el 2008, y que los recursos asignados en este municipio presentan una tendencia creciente para la protección de las fuentes hídricas, dicho comportamiento se puede observar en la gráfica 21.

En contraste, los índices de calidad y contaminación en el río Guabas y de acuerdo a los puntos de muestreo (Ver [ANEXO XI.b](#)), los cuales en su totalidad están ubicados en dicho municipio y se encuentran en el área montañosa, estos presentan los valores más bajos de contaminación y valores medios a malos de calidad, mostrando que a pesar de que existe impacto del hombre sobre el afluente, este es el que presenta los mejores

valores de calidad con relación a los demás afluentes en estudio. Los cuales pueden ver reflejados en los indicadores estimados en la estación de monitoreo ubicada en Yotoco (Gráfica 20), ya que presenta mínimas mejoras con relación a su comportamiento físico y químico año tras año, sin dejar de estar en un punto crítico de calidad.

Gráfica 21. Costes del recurso hídrico para Ginebra **Gráfica 20. DINIUS AP Est. Yotoco**



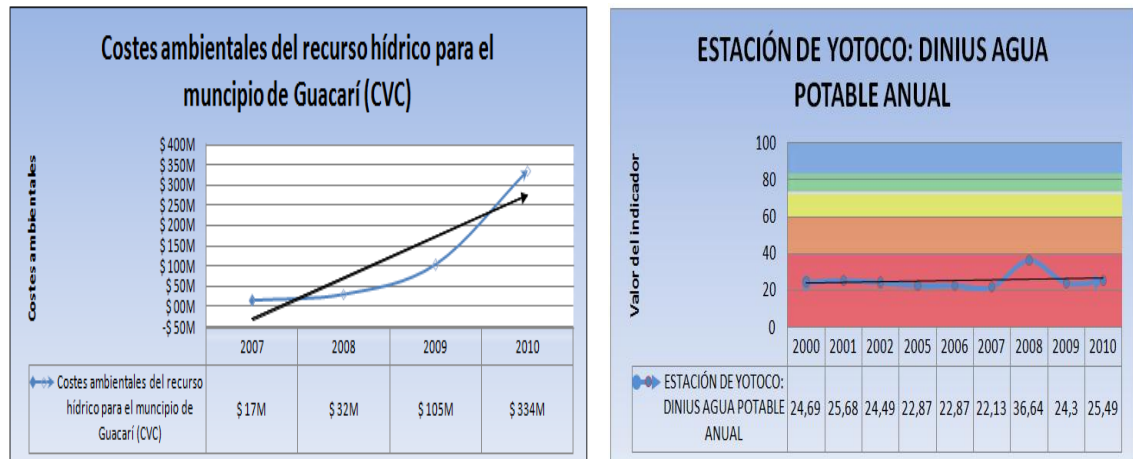
Fuente: Elaboración propia

i. Guacari

Las inversiones efectuadas por la autoridad ambiental CVC para el municipio de Guacarí presentan una tendencia creciente, ya que las variaciones en la inversión año a año son positivas. En el año 2008 estas se incrementaron en el 88%, posteriormente, para el año 2009 y 2010 los cambios porcentuales con relación al incremento de la inversión sobre la zona, sobrepasan el 100% para cada periodo. Dicho comportamiento se puede notar en la gráfica 22.

Lo cual, bajo el criterio establecido no se ve evidenciado en los indicadores estimados (Ver [ANEXO XI.b](#)), y por el contrario; en el río Guabas a la altura del último muestreo realizado después de actividad azucarera, se presentan los peores y más elevados valores de contaminación, así mismo valores medios y bajos de calidad (Gráfica 20), evidenciando un impacto considerable en el recurso hídrico de la zona. Al igual que el anterior municipio, este afluente desemboca en la estación Yotoco.

Gráfica 22. Costes del recurso hídrico para Guacarí Gráfica 20. DINIUS AP Est. Yotoco



Fuente: Elaboración propia.

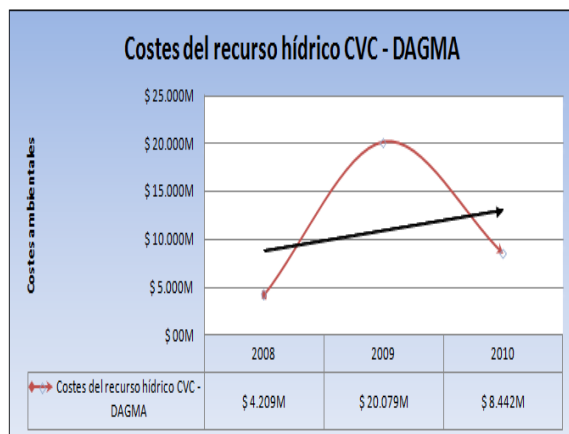
11.3.1 La eficacia en la asignación de recursos

Con base en las tendencias del gasto presentadas anteriormente para la protección del recurso hídrico de las autoridades ambientales (Gráfica 23) y del sector empresarial que hizo parte de la investigación (Gráfica 24) para la zona de estudio, las cuales son crecientes para todos los periodos evaluados, y teniendo en cuenta el comportamiento año a año de cada afluente con relación a sus indicadores físico químicos, de los cuales se observó un deterioro en el 100% de las estaciones y puntos de monitoreo (Gráfica 25), se determina que la asignación de recursos para proteger, mitigar impactos y preservar la red hídrica estudiada, no ha sido eficiente para ninguno de los periodos evaluados, puesto que por el contrario, se observa que a medida que transcurren los años, se destinan más recursos, pero a su vez, este aumento no se ve reflejado en los índices de calidad y contaminación de los ríos, tributarios y subtributarios.

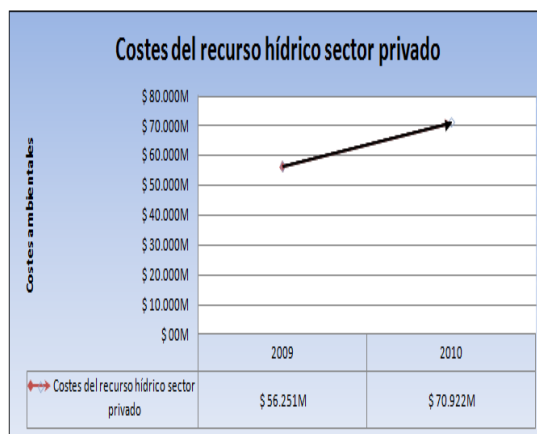
Se tiene pues, que tanto el sector público como el sector privado presentan una tendencia creciente en la asignación de recursos para proteger las fuentes hídricas de la zona de estudio, no obstante; para cada año se presenta un índice de calidad situado en casi el 100% de las estaciones, en un rango de 0 a 40, en el cual el recurso hídrico se encuentra excesivamente contaminada, sustentándose nuevamente que la destinación de

recursos para proteger, mitigar y preservar los afluentes del tramo la Balsa – Yotoco del río Cauca, no han sido eficientes.

Gráfica 23. Costes del recurso hídrico público

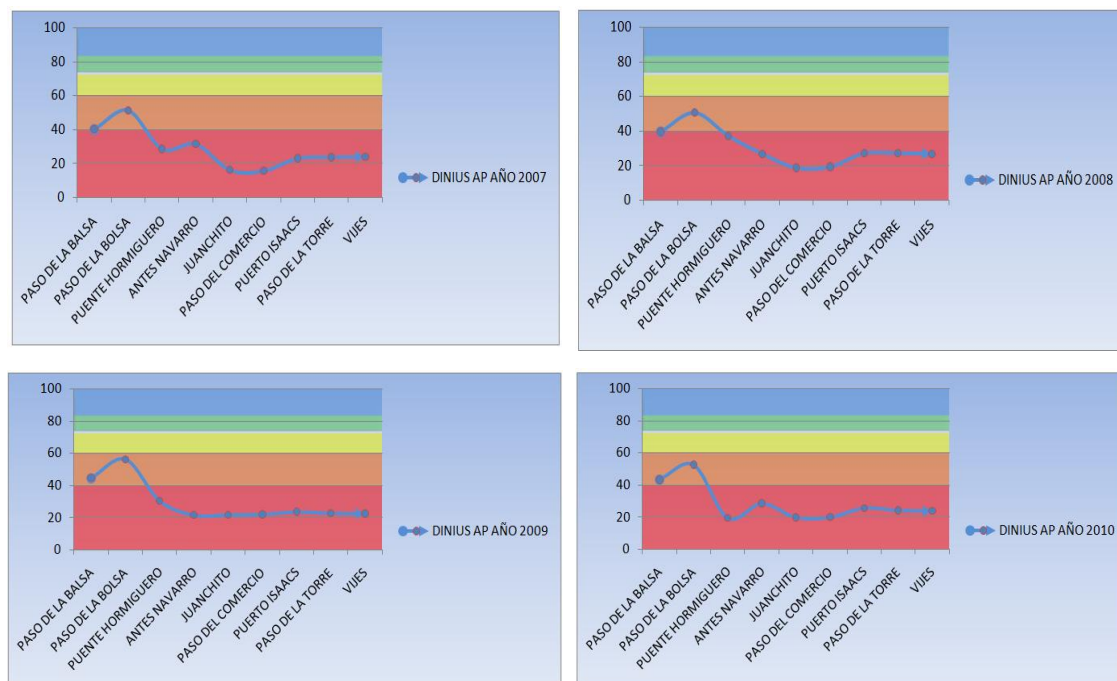


Gráfica 24. Costes del recurso hídrico privado



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 25. DINIUS AP para los años del 2007 al 2010.

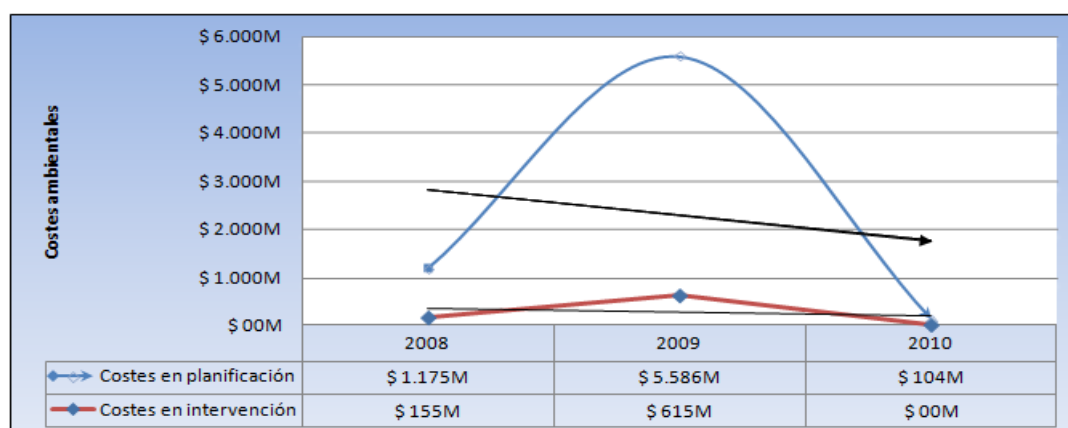


Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar, que gran parte de los recursos destinados por la autoridad ambiental DAGMA para Santiago de Cali con el propósito de proteger el agua de la zona, se destina para gastos de funcionamiento y en procesos de gestión, los cuales constan de

actividades de diagnóstico, identificación, diseño de propuestas de intervención, administración del recurso hídrico y uso del territorio, y en el mejoramiento de la oferta ambiental, representan en promedio, el 92% del total ejecutado para cada periodo, por lo que los recursos invertidos, están siendo destinados en su mayoría, en procesos de planificación, más no de intervención sobre los recursos hídricos de Santiago de Cali, este comportamiento se puede observar en la gráfica 26.

Gráfica 26. Costes en planificación vs Costes en intervención del agua para Santiago de Cali DAGMA



Fuente: Elaboración propia.

Nota: El cálculo efectuado para el 2010, se hace hasta el 30 de septiembre.

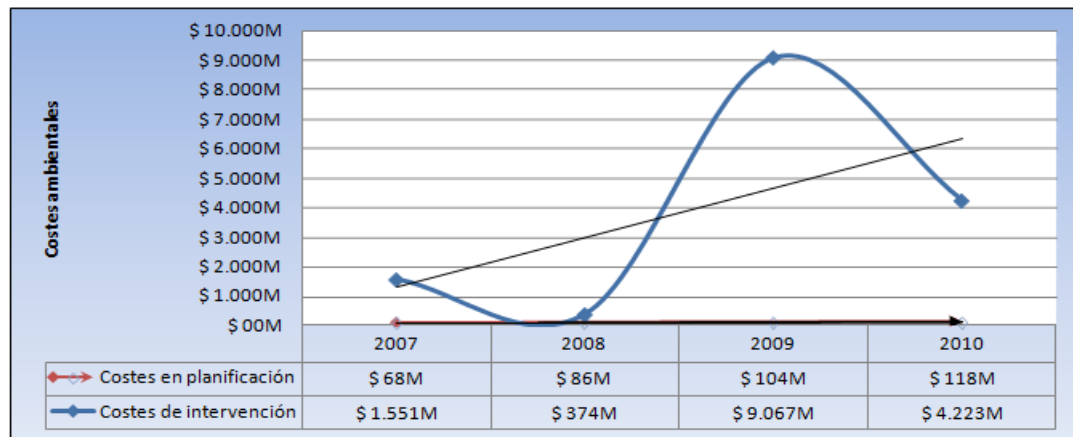
De la anterior gráfica, se puede deducir lo planteado anteriormente, ya que los recursos destinados para la administración, planificación y formulación están muy por encima a los destinados en proyectos de intervención sobre las cuencas hidrográficas de la ciudad, sustentado en el deterioro sufrido en el 100% de la red hídrica año tras año.

Por último, se tiene que las inversiones ejecutadas en proyectos de intervención para la protección del recurso hídrico de Santiago de Cali efectuado por la CVC, es mayor al comportamiento expresado anteriormente para el DAGMA, ya que los gastos en procesos de gestión y planificación tienen en promedio una participación sobre el total ejecutado del 6% anual. Dicho comportamiento se observa en la gráfica 27.

No obstante, aunque la mayoría de los recursos ejecutados por la CVC son para proyectos de intervención sobre la red hídrica de la ciudad, estos no han sido eficientes,

ya que la calidad y contaminación de los afluentes, tiene un proceso de calidad decreciente, y de contaminación creciente para cada periodo evaluado.

Gráfica 27. Costes de intervención vs costes de planificación - CVC



Fuente: Elaboración propia

11. CONCLUSIONES

Este trabajo corrobora la hipótesis de la investigación, dado que los recursos destinados por las diferentes instituciones de orden público y privado que intervienen en la zona de estudio, y que hicieron parte del estudio, no han sido eficaces a pesar que estos han venido incrementándose sustancialmente año tras año, observándose contrariamente, de acuerdo con los resultados obtenidos sobre indicadores tanto de calidad como de contaminación, un deterioro año a año en el 100% de los afluentes, evidenciándose en índices muy bajos de calidad y muy altos de contaminación año tras año, presentándose una clara tendencia negativa para los años venideros.

Cabe aclarar, que esta investigación es una subestimación de los costos ambientales destinados para el recurso hídrico, ya que hizo falta la identificación y participación de un sin número de instituciones de carácter público y privado que intervienen en la zona, no obstante, la falta de información pertinente con relación al control y seguimiento empresarial, no permitió establecer la relación que tienen estas actividades productivas

con el comportamiento fisicoquímico de los afluentes, puesto que la información solicitada a las empresas, no contó con una participación total, y además; las autoridades ambientales que intervienen en la zona, no cuentan con un registro total de vertimientos que permita dimensionar y espacializar el nivel de contaminantes descargados directa e indirectamente al sistema hídrico de la zona de estudio. Con lo cual se agravarían las conclusiones.

12. RECOMENDACIONES

La autoridad ambiental que interviene en la zona urbana de Santiago de Cali, debe ejecutar políticas públicas que incidan más en el proceso de intervención sobre los afluentes de la ciudad, ya que la tendencia mostrada en la mayor parte de los recursos ejecutados, es destinada para procesos administrativos, de diagnóstico y a gastos de funcionamiento, equivalentes a más del 90% en promedio, de lo ejecutado para los últimos tres periodos. Por su parte, las políticas públicas efectuadas para las regiones que hacen parte de la jurisdicción de la autoridad ambiental CVC, a pesar de presentar grandes inversiones en proyectos de intervención sobre el agua, el comportamiento mostrado en los índices estimados, arrojan una tendencia negativa periodo tras periodo, haciendo necesario una evaluación más detallada del un ente de control, a los proyectos ejecutados sobre las fuentes hídricas de la región.

La solicitud de información permanente y constante conforme a las disposiciones legales sobre el medio ambiente, permitiría generar una serie de datos que posibilite la toma de decisiones sobre el manejo y la gestión del mismo, ya medida que esto suceda; se puede establecer con mayor claridad, las presiones socioeconómicas sobre los afluentes, enriqueciendo cada vez más la elaboración de sistemas de cuentas ambientales mucho más completos; permitiendo implementar mejores mecanismos de control ambiental por parte de las instituciones competentes.

13. REFERENCIAS

ANTÓN, L. M. (2008): “El desarrollo sostenible y el nuevo pensamiento de la complejidad: Un modo de pensar la sostenibilidad”, http://www.revistafuturos.info/futuros20/des_pens.htm.

ARIAS, F. A. (2006): “Desarrollo sostenible y sus indicadores”, *Sociedad y Economía*, 11, 200 - 229.

AZQUETA, D., DELACÁMARA, M., TIRADO, S. (2004): *Contabilidad Nacional y Medio Ambiente*. Madrid: FUNCAS.

AZQUETA, D. (2002): *Introducción a la economía ambiental*. Madrid: McGraw-Hill.

AZQUETA, D. (2007): *Introducción a la economía ambiental*, vol. 2. Madrid: McGraw-Hill.

BRONIEWICZ, E. (2008): *Application of environmental protection expenditure account*, Queen's University Belfast, Poland.

CABALLERO, C. (2004): *Cuentas Económico Ambientales Integradas*. Copenhagen, 20-21.

CAMPOS, P., CASADO, M. (2004): “Cuentas Ambientales y Actividad Económica”, *Limitaciones de la Contabilidad Ambiental y Posibles Extensiones*. Madrid: Consejo General de Colegios de Economistas de España, Pp. 61.

CASTAÑEDA, O. (2003): “Las cuentas pendientes; El patrimonio natural y el sistema de cuentas nacionales”, *UNMSM*, AÑO VIII, N° 23.

CELESTINO, F. (2008): “Las cuentas satélite del agua”, Instituto Nacional de Estadística (INE), 8 - 10.

CEPAL (NU) (2005). *Cuentas ambientales: conceptos, metodologías y avances en los países de América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. SERIE 30.

Comité Nacional De Hidrología y Meteorología (2002): “*Capital hídrico y usos del agua*”, Costa Rica, <http://www.aguayclima.com/pdf/capitalhidricousosdelagua-costa%20Rica.pdf>.

Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA (2004), *Integración de la Economía y el Medio Ambiente*, 123 - 157.

CONSTANTINO, C. FALCITELLI, F. (1997): “Metodología per l’implementazione del conto satellite delle spese per la protezione dell’ambiente (EPEA) per l’Italia”. Rome. <http://www.sis-statistica.it/files/pdf/atti/CIMe0905p53-56.pdf>.

Corporación Regional del Valle del Cauca, CVC. (2007): *Balances oferta - demanda de agua superficial de las cuencas hidrográficas del Valle del Cauca*.

Corporación Regional del Valle del Cauca, CVC. (2007): *El río Cauca en su valle alto*. Colombia: Programa editorial Universidad del Valle.

Colombia (1997), Constitución Política, Bogotá. Legis

Contraloría General De Santiago De Cali, CGSC (2007), *Diagnóstico del Municipio de Santiago de Cali*.

Contraloría General De La República, CGR (2006), *Los quince años de la constitución ecológica de Colombia*; Desarrollo del control fiscal. Bogotá D.C.

CUELLAR, B. (2003): “*Economía ambiental y economía ecológica: dos aproximaciones desde la ciencia económica a los problemas ambientales*”, 1, 1 - 14.

CULLINO, R. (1996), *An estimate of environmental and defensive expenditures*, en I. MUSU y D. SINISCALCO (eds.), *National Accounts and the Environment*, Kluwer Academic Publishers.

DE HAAN, M., P.R BOSCH., S.J. KEUNING (1993), *Integrated Indicators in a national accounting matrix including environmental accounts (NAMEA)*, National accounts occasional paper No. NA - 060, Central Bureau voor de Statistiek, Heerlen/Voorburg.

Departamento Nacional De Planeación, DNP (2007), *Agenda Interna para la productividad y la competitividad*, Documento Regional Valle del Cauca. Bogotá D.C.

Departamento Administrativo Nacional De Estadística, DANE (2003), *Metodología de la Cuenta Satélite del Medio Ambiente*, Bogotá D.C.

Departamento Administrativo Nacional De Estadística, DANE (2009), *Encuesta Ambiental Industrial*, Bogotá D.C.

Departamento Administrativo Nacional De Estadística, DANE (2007), *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas*. Revisión 3.1 adaptada para Colombia, CIIU Rev. 3.1 A.C. Bogotá D.C.

Departamento Nacional De Planeación, DNP (2009), *Programa para el saneamiento, manejo y recuperación ambiental de la cuenca alta del río cauca*, Documento Conpes 3624, Bogotá DC.

ESCOBAR, J. Luis (2006): *El valor económico de la calidad ambiental urbana: Un análisis espacial aplicado en Cali*. Santiago de Cali: Programa Editorial Universidad del Valle.

EUROSTAT (2002^a). SERIEE. *Environmental Protection expenditure accounts. Compilation guide*. Luxembourg: Office of Official Publication of the European Communities.

EUROSTAT (2002^a). SERIEE. *The European System for the Collection for the Economic Information on the Environment - 1994 Version*, Luxembourg: Office of Official Publication of the European Communities.

FERNÁNDEZ, M., POLO, C. (2001): “Una nueva matriz de contabilidad social para España: la SAM - 90,” en *Estadística Española*, Madrid, vol. 43, 148, 281 - 311.

FERNÁNDEZ, N., RAMOS, G., SOLANO, F. (2010): *Una herramienta para la valoración de la calidad del agua*; ICATest v1.0.0.44. Universidad de Pamplona. Colombia.

FÉLIX, L. (2004): “La necesidad de disponer de un sistema de cuentas ambientales,” en *Cuentas Ambientales y Contabilidad Económica*. Madrid: Concejo General de Colegios de Economistas de España, 137 - 162.

FOLADORI, G. (2001): *La economía ecológica*. Capítulo 7, <http://www.gestioncultural.uabjo.mx/cuarto/desarrollo/17.pdf>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2011), *Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México*; Metodología. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2005), *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 1998-2003*, “La destrucción Ambiental, ¿Cómo Medirla?”. Fundación Este País. México.

Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales, IDEAM (2010), *Estudio Nacional del Agua 2010*. Bogotá D.C.

Instituto Nacional De Estadística, INE (2000), *Clasificación de actividades y gastos de protección Del medio ambiente (CAPA)*. España.

Instituto Nacional De Estadística, INE (2007), “*Encuesta del Gasto en Protección Ambiental,*” en Sistema de Recogida de Información Económica sobre el Medio Ambiente. España.

LEÓN, L. Vizcaíno. (2010), “Índices de Calidad del Agua (ICA), Forma de Estimarlos y Aplicación en la Cuenca Lerma-Chapala”, *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. México. 8532, 1 - 7.

LEIPERT, C. U. SIMMONIS (1989), *Environment Protection Expenditures*. The German example, en A. G. VLAVIANOS-ARVANITIS (ed.), *BIOPOLITICS - the Bio-Environment - Volume II*, Ed. Second BIO International Conference.

LÓPEZ, P. Roberto., DEL AVELLANO, J. Miguel. (2008), “Encuesta sobre Gasto y Gestión Ambiental,” en Simposio de Desarrollo de las Estadísticas del Medio Ambiente: Fuentes, Alcances y Usos.

LORA, E. (2008): *Técnicas de medición económica, Metodología y aplicaciones en Colombia*, Alfaomega, 4^{ta} edición; Bogotá D.C.

CHANG, M. (2001): *La economía ambiental*. Capitulo 6, http://estudiosdeldesarrollo.net/coleccion_america_latina/sustentabilidad/Sustentabilidad9.pdf.

MARTINEZ, A. (1998), *Curso de Economía Ecológica*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Oficina Regional para América Latina y el Caribe (PNUMA), Red de Formación Ambiental, No. 1, 1 - 132. México D.F.

MAYA, A. Olga., LARRAHONDO, V. Sandra. (2001): “Cuentas de Patrimonio Natural en las Cuencas de los Ríos Nima-Amaime”, Universidad del Valle, CIDSE.

Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial, MAVDT (2010), *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PIGRH)*. República de Colombia.

MURCIA, A. Diego. (2009): “Metodología de la cuenta satélite del medio ambiente,” Departamento Administrativo Nacional De Estadística, DANE Colombia.

Naciones Unidas, NU (2002), *Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SCAEI)*, Manual de Operaciones, Nueva York.

Organización De Los Estados Americanos, OEA (1993), *Cuentas Ambientales y de Recursos Naturales para Políticas de Desarrollo*. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente.

ORTÍN, Á. Pedro., SALES DE AGUIAR, T. Raquel. (2002), Gastos e Inversiones Medioambientales en las Empresas Españolas: *La Influencia de Diferentes Regulaciones*. Universidad Autónoma de Barcelona UAB, Cerdanyola del Vallès, 08193. España.

PÉREZ, Z. Amelia., San Martín, G. Enrique. (2005), “Recursos hídricos y contabilidad verde”. Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED, Senda del Rey, 11. Madrid.

PONCE DE LEÓN, Eugenia. (1997), “Evolución y perspectivas de la legislación ambiental en Colombia”, en seminario internacional “desarrollo sostenible”, diario *El Espectador*, CEI, PNUD, Ministerio del Medio Ambiente.

QUADRI DE LA TORRE, G. (2002), “Metodologías de Estimación del Gasto Ambiental”, Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental, SEMARNAT, 1 - 70. México.

RAMIREZ, A., RESTREPO, R., CARDEÑOSA, M. (1999), *Índices de Contaminación para la caracterización de aguas continentales y vertimientos. Formulaciones*, Ciencia Tecnología y Futuro. Vol. 1, No 5, 89 - 99. Colombia.

Ramírez, A., Restrepo, R. y Viña, G. (1997), *Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales, Fórmulas y aplicación*, Ciencia, Tecnología y Futuro, Vol. 1, No. 3, 135 - 153. Colombia.

SANCHEZ, G. PÉREZ. (2002), *Desarrollo y medio ambiente: Una mirada a Colombia*. Fundación universitaria autónoma de Colombia. Rev. *Economía y Desarrollo*, Vol. 1, No 1. 79 - 98. Colombia.

STEURER, A. (2000), "*Towards an Environmental Accounting Framework for the EU*," in *Green National Accounting in Europe*, Fondazione Eni Enrico Mattei. 4 - 7, Milan.

Weber, J.L. (1993): "Tener en cuenta la Naturaleza", en J.M. Naredo y F. Parra (eds.): *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Madrid, Siglo XXI, pp. 106 ss.