

ESTIMACION DE COSTOS INDUCIDOS DERIVADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN RISARALDA

Cost estimates induced from quality of drinking water in Risaralda

RESUMEN

Se realizó un estudio para construir un modelo de valoración de costos ambientales para la calidad del agua potable en municipios del Departamento de Risaralda. Por medio de este trabajo, se pudo establecer que la contaminación del agua por coliformes fecales es una variable significativa, aunque no la única, para explicar la morbilidad por enfermedad diarreica aguda (EDA). Se comprobó además que las deficientes condiciones de tratamiento y desinfección afectan la salud de los pobladores de los municipios del departamento, especialmente para la población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) o población más vulnerable.

A partir de los modelos construidos, se logró estimar que un aumento en 1% en la contaminación por coliformes fecales presentes en el agua para consumo, puede ocasionar costos ambientales cercanos a los 100 millones de pesos en el departamento de Risaralda, mientras que los costos ambientales totales para EDA en el departamento se encuentran en el orden de los \$6900 millones como un límite inferior de los costos ambientales reales.

PALABRAS CLAVES: agua, ambiental, coliformes, contaminación, costos, enfermedad diarreica aguda.

ABSTRACT

A study to construct a model for assessing environmental costs to the quality of drinking water in towns in the department of Risaralda. Through this work, were able to establish that contamination of water by fecal coliforms is a significant variable, although not the only explanation for the prevalence of infectious acute diarrhea (IAD). It was found that the poor conditions of treatment and disinfection affect the health of the residents of the municipalities in the department, especially for people with unsatisfied basic needs and most vulnerable population.

Based on the models constructed, which was estimated at a 1% increase in fecal coliform contamination in water consumption can cause environmental costs close to 100 million pesos in the department of Risaralda, while IAD total costs environment for the department are in the order of \$ 6900 million as a lower limit of the real environmental costs.

KEYWORDS: acute diarrhea, coliform, costs, environmental, pollution, water.

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Salud expidió la resolución 00412 de febrero 25 del año 2000 estableciendo normas técnicas y guías de obligatorio cumplimiento para el desarrollo de acciones de protección específica, detección temprana y la atención de enfermedades de interés en salud pública. En el artículo 10, adopta guías de atención de enfermedades de interés en salud pública en concordancia con el acuerdo No. 117 del Consejo Nacional de Seguridad Social en Salud; y dentro de las cuales están definidas en el literal d) Enfermedad

Diarreica Aguda/Cólera. Estas son unas de las enfermedades que deben tener prioridad en la atención, manejo y control, dado el alto riesgo que conllevan para la salud de la población infantil, además de las secuelas que puedan dejar en su futuro desarrollo. También, en su conjunto se corresponde con las enfermedades intestinales infecciosas y hace parte del Sistema de Monitoreo y seguimiento a indicadores de desarrollo sostenible del Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

CLAUDIA LORENA RAMIREZ VASCO

Administradora de Empresas Agropecuarias, Especialista en Gestión Ambiental Local
Grupo de Investigación Gestión Ambiental Territorial
Universidad Tecnológica de Pereira
claudialrvasco@yahoo.com

CLAUDIA PATRICIA RIOS MILLAN

Administradora del Medio Ambiente, Especialista en Gestión Ambiental Local
Grupo de Investigación Gestión Ambiental Territorial
Universidad Tecnológica de Pereira
claudianallim@gmail.com

TITO MORALES PINZON

Administrador del Medio Ambiente, M. Sc. Investigación Operativa y Estadística
Grupo de Investigación Gestión Ambiental Territorial
Profesor Asistente
Universidad Tecnológica de Pereira
tito@utp.edu.co

De otro lado, es bien conocido que una inadecuada calidad del agua puede provocar la aparición o el agravamiento de intoxicaciones, dermatitis, enfermedades gastrointestinales en algunos casos severas, ya sea por el consumo directo de la misma (para beber, cocinar o bañarse) como por la ingestión de productos contaminados por ella. De acuerdo con la Contraloría Departamental de Risaralda [1], cada año se hacen inversiones importantes en el componente agua potable y saneamiento básico y aun la comunidad y las instituciones se preguntan sobre los costos de no hacer tales inversiones y más aun la efectividad de las mismas respecto a la respuesta en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Hasta el momento no se han hecho mayores esfuerzos en esta vía, que den valor económico a los planes y programas ambientales expresados como inversión pública en medio ambiente y particularmente en el componente de agua potable.

El objetivo de este trabajo es realizar una estimación de costos inducidos derivados de la calidad del agua potable en municipios del departamento de Risaralda.

2. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión de información disponible en instituciones de control y seguimiento a la calidad de agua potable en municipios de Risaralda. A partir de esta revisión se seleccionaron aquellos con mayor cantidad de registros históricos. Se emplearon bases de datos que contienen observaciones para el periodo 2002-2007. Además, se hizo un análisis temporal en el que se compararon los cambios en las tasas de mortalidad o morbilidad de los municipios en un momento dado del tiempo y que se relacionan con niveles de calidad ambiental.

Se construyó una base de datos con la información recolectada en las instituciones relacionadas con tema de calidad de agua para consumo humano, como son la Secretaría de Salud del departamento de Risaralda, Departamento Nacional de Estadísticas (DANE) y Contraloría Departamental de Risaralda [2], [3] y [4]. Esta base se estructuró en una serie histórica de que comprende los años 2002 a 2007, proyectada a 2009 y que soporta los análisis y las estadísticas necesarias para el desarrollo del estudio. La variable principal analizada corresponde a las estadísticas sobre Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) tanto en población infantil con edades menores a 5 años como en la población mayor a 5 años, como referente del impacto de la calidad del agua potable en la salud humana.

Como técnicas se empleó el análisis de correlación para identificar relaciones significativas mediante el coeficiente de correlación de Pearson y se construyeron modelos de regresión lineal para explicar la variable

dependiente morbilidad por EDA (absoluta y relativa en forma de tasa) a partir del grupo de variables que mostraran correlación con ella y que son de interés para propósitos de este estudio.

Como variables independientes se seleccionaron las siguientes: Coliformes fecales y totales presentes en agua potable, Frecuencia de muestras contaminadas por Coliformes (fecales y totales), Tasa de escolarización, Población con necesidades básicas insatisfechas (NBI), Acueductos rurales con sistema de desinfección, Acueductos rurales reportados, Acueductos rurales con desinfección continua reportados, Viviendas rurales sin acueducto reportados, Viviendas rurales sin pozo séptico reportados, Inversión en agua potable y saneamiento.

Finalmente, se realizó la estimación del valor económico de reducciones de daños a la salud por deterioro hídrico y particularmente del agua para consumo humano, siguiendo la propuesta de Margolis H. 1996 [5] para la función dosis-respuesta y al método de los costos de tratamiento. Ambos procedimientos permitieron observar la respuesta de la variable dependiente EDA ante cambios en la contaminación.

Una vez definida la relación entre morbilidad y contaminación expresada en términos de calidad del suministro de agua por contaminación con coliformes fecales, se valoraron los costos asociados con dicha contaminación. Para realizar estas estimaciones, en primer lugar, se calculó el número de casos por enfermedad diarreica aguda (EDA) según urgencias, consulta externa y hospitalizaciones. Una vez obtenido este dato, conforme al comportamiento de atención en el Hospital Universitario San Jorge (Pereira), se estimó la proporción de casos por hospitalización y por urgencias. A partir de estos datos, se calculó el costo total de atención por urgencias (costo atención*el costo de consulta), así como el costo total de hospitalización (egresos hospitalarios* costo promedio de cada día de hospitalización), e igualmente, el costo de medicamentos (cantidad de consultas*costo promedio de medicamentos) asumiendo que cada consulta requiere fórmula médica.

Mediante estos métodos, se valoró el impacto en la salud vinculado con determinada concentración de coliformes presentes en el agua así como el efecto sobre el cambio en la tasa de morbilidad, como respuesta ante un programa de tratamiento para mejorar la calidad del agua. Igualmente, la estimación de costos permitió identificar los gastos derivados de la atención por los daños a la salud que resultan de la contaminación.

Es importante tener en cuenta, sin embargo, que no siempre una mayor contaminación genera una mayor tasa de morbilidad, ya que por ejemplo las personas pueden tomar medidas individuales tales como hervir el agua, comprar agua tratada comercialmente o hasta evitar el contacto con ella, lo cual resulta independiente de la

acción o medida preventiva en cuestión. Esto siempre representa una gran “desventaja” en el caso particular de la contaminación hídrica, por la dificultad metodológica de aislar, en información secundaria, el efecto de estas medidas preventivas.

3. RESULTADOS

3.1 Efecto de la calidad del agua suministrada por los acueductos municipales

La calidad de agua para abasto público es un determinante en la salud de los pobladores y particularmente en Risaralda, donde se ha encontrado una relación estrecha entre la contaminación hídrica debida a coliformes y EDA.

En un estudio realizado por la Contraloría Departamental de Risaralda [2] y [3], se encontró que en el 95% de los acueductos de uso colectivo en el área rural existe una deficiente potabilización del agua, comprobando que solo en el 43% de los acueductos aplicaban cloro como desinfectante y que el 57% de la población rural de los municipios de La Celia, Santuario, Balboa y Belén de Umbría es la más expuesta a este problema.

Contrario a lo anteriormente expuesto, en las áreas urbanas se encuentran coberturas del 90% en casi todas ellas, con plantas de potabilización, sin embargo, se evidenció que por lo menos en el 65% de las plantas de tratamiento se carece de planeación en cuanto a reparaciones, mantenimiento y optimización de sus infraestructuras. Igualmente se atribuye la presencia de EDA especialmente a factores como hacinamiento y consumo de agua cruda principalmente en centros poblados de las veredas del departamento asociado a los altos niveles de desnutrición infantil (cerca del 45%) como factor que incrementa la vulnerabilidad a enfermedades transmitidas por bacterias y virus [3].

En los años de estudio, las tasas por EDA son mayores a las encontradas en la media nacional, que dan cuenta una media de 127 casos por cada 1000 habitantes [6]. Se encuentra que los municipios con mayor tasa son en el año 2005 La Virginia (975,2), Pueblo Rico (866,8) y Guática (574,7); en el año 2006 Pueblo Rico (983,6), La Virginia (700,3), Mistrató (836,6) (Tabla 1).

Adicionalmente, de acuerdo con reportes realizados por la Secretaría de Salud del Departamento, para el mismo periodo, en contravía de lo esperado, se aumentaron en 2000 los casos de enfermedades relacionadas con la utilización de agua con condiciones no deseables desde el punto de vista microbiológico [6].

Municipio	2005	2006
Apia	363,2	500,3
Balboa	288,7	447,2
Belén de Umbría	351,2	453,8
Dosquebradas	195,8	306,9

Municipio	2005	2006
Guática	574,7	529,3
La Celia	165,8	649,0
La Virginia	975,2	700,3
Marsella	301,2	256,0
Mistrató	391,8	836,4
Pereira	295,1	314,8
Pueblo Rico	866,8	983,6
Quinchía	255,7	168,0
Santa Rosa de Cabal	291,0	433,9
Santuario	501,7	508,9
Total	308,6	364,0

Tabla 1. Tasa de morbilidad total por EDA, datos significativos. Departamento de Risaralda 2002-2006 (tasa por 1000 habitantes). Fuente: Secretaría de Salud Departamental, a partir de los informes sobre indicadores de salud [7] y [8].

La situación sigue siendo preocupante ya que en 2007, se siguió presentando contaminación en las fuentes abastecedoras de los municipios de Risaralda, aunque se espera que a partir de la nueva reglamentación para el sector de agua potable expedida por el Gobierno Nacional se logren mejores resultados. Particularmente, el decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, dando como una de las herramientas más importantes de gestión el Mapa de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano, mientras que la resolución 2115 de 2007, da las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano [9].

Municipio	Fuente abastecedora acueducto municipal	Contaminación bacteriológica
Apia	Qda. Aguilinda	Presenta
Balboa	Río Peñas Blancas	Presenta
Belén de Umbría	Qda. Santa Emilia	Presenta
Guática	Qdas. Samaria/Pira	Presenta
La Celia	Qda. Verdúm	Presenta
La Virginia	Río Totuí	Presenta
Marsella	Qdas. La Nona/El Maní	Presenta
Mistrató	Qda. Arrayanal	Presenta
Pueblo Rico	Río Negro	Presenta
Quinchía	Qdas. Sinaí/El Pensil	Presenta
Santa Rosa de Cabal	Campoalegrito/San Eugenio	Presenta
Santuario	Río San Rafael	Presenta
Total	16 Fuentes	16 Fuentes presentan

Tabla 2. Evidencias de contaminación bacteriológica en fuentes abastecedoras de los municipios de Risaralda. Fuente: CARDER, E.S.P., Contraloría Departamental de Risaralda, 2.007. En Informe Ambiental 2007-2008, Contraloría de Risaralda [9].

En el periodo de análisis, se pudo observar que los valores más altos en casos de EDA y sus Tasas respectivas se presentan en los municipios con mayor población. Sumado a esto, existen otros factores que han sido reportados en informes ambientales de la Contraloría Departamental que deterioran la salud. Esto se ve reflejado principalmente en indicadores de contaminación como coliformes fecales encontradas en

muestreos realizados en las redes de los municipios (Figura 1), asociado a la presencia de acueductos con agua no potable y otros indicadores más globales tales como la población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) [10] y la presencia de acueductos rurales muchos de los cuales presentan deficiencias tanto en tratamiento como en cobertura.

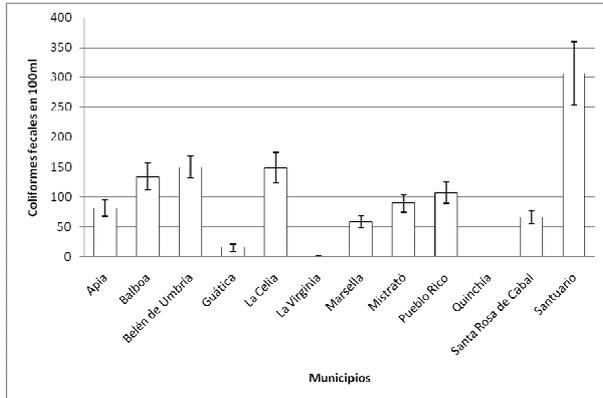


Figura 1. Coliformes fecales estimados en municipios de Risaralda. Elaboración propia a partir de datos de Secretaría de Salud Departamental para los años 2002 – 2006.

3.2 Análisis de correlación entre EDA y las variables evaluadas

La tasa de EDA se correlacionó positivamente y $r > 0,5$ con % de muestras de agua no aptas por coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) presentes en de acueductos de municipios, población con necesidades básicas insatisfechas (NBI), tasas de escolarización, viviendas rurales sin sistemas sépticos y viviendas sin acueducto (Tabla 3). De acuerdo con Prieto, et. al. [11], Se puede deducir que existe una baja efectividad en la cloración del agua.

Como era de esperarse, la población NBI se encuentra relacionada con la tasa por EDA, mostrando que entre mayor proporción de esta población se encuentre en los municipios del departamento mayor es la tasa de morbilidad por EDA.

Adicional a lo anteriormente expuesto, es de resaltar otras relaciones no esperadas con bajo coeficiente de correlación pero significativo, que dan cuenta de aspectos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de orientar las acciones encaminadas al mejoramiento de la salud pública asociada a la calidad del agua para consumo humano. Se encontraron correlaciones negativas entre la tasa de EDA y número de viviendas sin acueducto y número de viviendas sin pozo séptico, relación que en teoría debería ser positiva, sin embargo, lo encontrado muestra que el saneamiento básico no mejora algunas de las condiciones determinantes en la presencia de EDA, muy posiblemente por falta de mantenimiento en algunas de las infraestructuras que prestan los servicios mencionados.

Variables	Coefficiente de Pearson (r)	Tipo de relación
% No apto por CT	0,43	+
% No apto por CF	0,35	+
Coliformes fecales	0,54	+
Porcentaje de población NBI	0,32	+
Tasa escolarización global neta Urbana	-0,27	-
Tasa escolarización global bruta Rural	0,33	+
Tasa escolarización global neta Rural	0,33	+
Viviendas sin sistema séptico	-0,30	-
Viviendas sin acueducto	-0,28	-
Tasa de escolarización Rural bruta 3-5	0,38	+

Tabla 3. Correlaciones significativa ($p < 0,05$) entre Tasa EDA total y las variables analizadas. Resultados obtenidos mediante el procedimiento Correlate Bivariate del Software SPSS 10.0

3.3 Modelo de regresión lineal y elaboración de la función dosis-respuesta para el municipio

A partir de los análisis de correlación obtenidos y del estudio del comportamiento de las variables analizadas, se elaboró la función dosis-respuesta partiendo de la base de datos elaborada para los bienios 2002-2003 y 2005-2006, se pudo realizar un análisis de elasticidad para valores estimados relacionando la contaminación del agua y algunas variables asociadas con la tasa de morbilidad total por EDA ($EDA < 5$ años y $EDA > 5$ años).

Se elaboraron dos modelos por regresión lineal que permiten hacer los análisis propuestos en el estudio. El primero de ellos incorpora la tasa de morbilidad total por EDA como variable dependiente contra las variables tasa de escolarización global neta, porcentaje de muestras contaminadas por coliformes fecales, porcentaje de población NBI y coliformes fecales. El segundo modelo relaciona la tasa de EDA con las variables presupuesto ejecutado per cápita, porcentaje de muestras contaminadas por coliformes fecales y la tasa de escolarización global neta.

Los modelos son de forma lineal con Y como variable dependiente y X_i como variables regresoras, siguiendo la forma de un modelo de regresión lineal múltiple (ecuación 1).

Ambos modelos (ecuaciones 1 y 2) fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$) y mostraron consistencia con todas las variables incluidas, además cumplen satisfactoriamente con los supuestos del análisis de regresión. La variable más débil en el modelo fue PTOE con un nivel de significancia $p < 0,068$, mientras que las demás variables observan valores $p < 0,05$.

Para el primer modelo (Ecuación 1), el R^2 es de 0,44 y no aparece evidencia de algún problema econométrico. Se

puede calcular el valor de la elasticidad correspondiente para respuesta de la tasa de morbilidad ante un cambio en la contaminación, en la tasa de escolarización y en el presupuesto per cápita ejecutado. Este modelo presenta una estimación de la elasticidad de la contaminación del agua por coliformes fecales para la Morbilidad por EDA de 1,71.

Para el segundo modelo (Ecuación 2) el R² es de 0,40 y el valor de la elasticidad correspondiente para respuesta de la tasa de morbilidad ante un cambio en la contaminación es de 1,53.

Donde:
 M: tasa de morbilidad total por EDA por 10.000 habitantes
 FCF: frecuencia de presencia de coliformes fecales en muestreo a municipios
 CF: coliformes fecales/100ml
 PNBI: porcentaje de población con Necesidades Básicas Insatisfechas
 EGN: Tasa de escolarización global neta
 PTOE: Presupuesto per cápita ejecutado en agua y saneamiento

$$Y = B_0 + B_1(X_1) + B_2(X_2) + B_3(X_3) + \dots + B_n(X_n) + E;$$

ecuación 1 (Modelo general).

$$M = B_0 + B_1(FCF) + B_2(CF) + B_3(PNBI) + B_4(EGN) + B_5(PTOE);$$

ecuación 2.

$$M = B_0 + B_1(FCF) + B_2(CF) + B_3(PNBI) + B_4(EGN);$$

ecuación 3.

Aun con las limitaciones referidas, en este trabajo se encontró que el valor de la asociación entre la morbilidad y la contaminación hídrica está entre 1,5 y 1,7. Es decir, un aumento de 1% en los niveles de CF/100ml, aumentaría en un valor medio de 1,6% la tasa de EDA de los municipios en Risaralda. El valor de la elasticidad es alto (3 veces mayor) comparado con estudios realizados en este campo como Nigenda, et al. [12] y Ortiz, et al.[13] en otros medios como aire.

3.4 Costos ambientales inducidos por calidad de agua potable en Risaralda

Para estimar los costos ambientales asociados a un cambio en la calidad ambiental se ha acudido a estimaciones para tiempo promedio de hospitalización, costo promedio por día de hospitalización, porcentaje de casos que requieren hospitalización, porcentaje de casos por urgencia sin hospitalización y porcentaje de casos por consulta externa. Los cálculos se realizaron para Tasa de EDA total partiendo del modelo que presentó estadísticamente los mejores ajustes (Tabla 4).

Tiempo promedio estancia hospitalización (días)	3,5
Costo promedio día hospitalización y formula	\$ 225.871
% de casos con hospitalización	5%
% casos urgencia	70%
% casos consulta externa	25%

Tabla 4. Estimaciones base para el cálculo de costos ambientales proyectado a 2009.

A partir de las estimaciones de costos, se calculó los costos evitados por disminución de contaminación por coliformes fecales, estimando que un aumento en 1% en la contaminación incrementaría los costos ambientales estimados en 111,4 millones de pesos al año según la población proyectada del DANE al año 2009 [14] en el departamento de Risaralda, con un valor total estimado de 6935 millones de pesos (Tabla 5), valores similares a los estimados para el año 2008 por Ramírez, C. y Ríos, C. [15]. Como es de esperarse en los municipios donde se presentan el mayor número de casos el efecto sería mayor.

Municipio	Costo marginal (millones \$)		Costo total (millones \$)
	2008*	2009	
Apia	2,4	2,9	182
Balboa	1,0	1,0	63
Belén de Umbría	4,4	3,1	187
Dosquebradas	19,2	14,9	932
Guática	2,9	2,2	139
La Celia	1,9	0,8	52
La Virginia	7,6	8,4	521
Marsella	1,9	2,2	139
Mistrató	3,8	3,5	216
Pereira	48,7	53,3	3.325
Pueblo Rico	4,1	3,4	214
Quinchía	1,9	2,8	176
Santa Rosa de Cabal	10,5	10,3	644
Santuario	2,7	2,3	146
Total	113,1	111,4	6.935

Tabla 5. Costos ambientales estimados (millones \$) por la variación en 1% de Coliformes Fecales
 * Datos estimados por Ramírez, C. y Ríos, M. 2008 [15]

4. CONCLUSIONES

La contaminación del agua por coliformes fecales es una variable significativa, aunque no la única, para explicar la morbilidad por enfermedad diarreica aguda (EDA). Se puede afirmar que las deficientes condiciones de tratamiento y desinfección afectan la salud de los pobladores de los municipios del departamento de Risaralda, especialmente para la población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) o población más vulnerable. Parece evidenciarse la relación entre pobreza, contaminación y salud.

Los modelos de regresión lineal permitieron hacer los análisis propuestos en el estudio y permiten afirmar que la tasa de EDA es una variable que puede ser explicada por la tasa de escolarización global neta, porcentaje de muestras contaminadas por coliformes fecales, porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) y coliformes fecales.

Se encontró una elasticidad de 1,6 para contaminación por coliformes fecales, indicando que un incremento o disminución en un 1% de la contaminación ambiental por estos microorganismos produciría un aumento o disminución en 1,6% de la tasa de EDA.

Se estima que un aumento en 1% en la contaminación por coliformes fecales presentes en el agua para consumo, acarrearía costos ambientales estimados por valor de 111,4 millones de pesos al año para la base poblacional del año 2009 en el departamento de Risaralda.

Los costos ambientales totales para EDA en el departamento se encuentran en el orden de los 6900 millones de pesos/año (estimado para el 2009) como un límite inferior de los costos ambientales reales, ya que solo fueron incluidos los costos por hospitalización.

El modelo propuesto, constituye solo una aproximación y puede ser perfeccionado a partir de mejores estimaciones de las variables consideradas en el estudio, sin embargo, puede ser de gran utilidad para los tomadores de decisiones y organismos de control que desean evaluar efectos de inversiones en el sector agua potable y saneamiento como de la gestión ambiental local.

Aunque en los últimos años se ha mejorado la disponibilidad de información en algunas instituciones, se pueden evidenciar deficiencias en las bases de datos existentes y carencia de series históricas homogéneas para la elaboración de este tipo de estudios.

Es necesario para evaluar con mayor grado de detalle y ajuste, contar con los registros adecuados procurando levantar información comparable, periódica y que esté disponible al público en general. Igualmente, los estudios de caso, metodológicamente bien construidos, son una buena alternativa.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Contraloría de Risaralda. Control Fiscal Ambiental. Resultados de la gestión ambiental en Risaralda 2004/2007.
- [2] Contraloría de Risaralda. Informe Ambiental 2003/2004.
- [3] Contraloría de Risaralda. Informe Ambiental 2005/2006.
- [4] Contraloría de Risaralda. Informe Ambiental 2006/2007.
- [5] Margolis H. Dealing with Risk. Why the public and the experts disagree on environmental issues. Chicago: University of Chicago Press, 1996.
- [6] Instituto Municipal de Salud. Revista Epidemiológica. Pereira, volumen 4 No 1 de junio de 2001.
- [7] Secretaría de Salud de Risaralda. Indicadores de salud 2005.
- [8] Secretaría de Salud de Risaralda. Indicadores de salud 2006.
- [9] Contraloría de Risaralda. Informe Ambiental 2007/2008.
- [10] Departamento Nacional de Estadísticas (DANE) 2005. Resultados Censo General 2005, población NBI.
- [11] Prieto PA, Martín C J-A, y Marie GC. La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba. Rev Panam Salud Pública 2000; 7(5):313-318.
- [12] Gustavo Nigenda, Enrique Cifuentes y Pierre A. Duperval. Estimación del Valor Económico de Reducciones en el Riesgo de Morbilidad y Mortalidad por Exposiciones Ambientales. Instituto Nacional de Ecología de México. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental. 2002. 137 p.
- [13] Ortiz Q. Carlos H., Escobar M. Jaime y Garcia M. Diego. Contaminación atmosférica y salud: estimación de una función dosis-respuesta para Cali. 1995. 21p.
- [14] Departamento Nacional de Estadísticas (DANE). 2005. Proyecciones municipales de población 2005-2011 sexo y grupos de edad.
- [15] Ramírez V. Claudia L., Ríos M. Claudia P. Evaluación de la gestión ambiental local en el departamento de Risaralda: aplicación del método de costos evitados o inducidos sobre la calidad del agua potable. Trabajo de Grado. Universidad Tecnológica de Pereira, 2008. 111 p.

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos expresar nuestros agradecimientos a las instituciones que facilitaron la información que hizo posible esta investigación: Contraloría de Risaralda, Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), Secretaría de Salud de Risaralda. Igualmente agradecemos el apoyo de la Universidad Tecnológica de Pereira y el proyecto de investigación "Desarrollo de un modelo para optimizar el control y seguimiento a los actos administrativos en el uso y aprovechamiento de recursos naturales para la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER".