



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN ECONOMÍA
FACULTAD DE ECONOMÍA

CONSUMO DE AGUA Y TOMA DE DECISIONES
ESTUDIO DE CASO
CIUDAD DE LOJA - ECUADOR

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTORA EN ECONOMÍA CON ESPECIALIDAD EN ECONOMÍA DE
LOS RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE

PRESENTA:
PRISCILLA MASSA SÁNCHEZ

TUTOR:
DR. LUIS MIGUEL GALINDO PALIZA
FACULTAD DE ECONOMIA

MÉXICO D.F., NOVIEMBRE DE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tutor de Tesis

Dr. Luis Miguel Galindo Paliza

Sinodales

Dr. Roberto Escalante

Dr. Américo Saldívar

Dr. Héctor Bravo

Dr. Fernando Rello

Dedicatoria

A mi padre Joel José†, por ser fuente inagotable de amor y motivación

A Leonardo J. y Fernando I., por su bella presencia

Agradecimiento

Dejo constancia de mi profundo agradecimiento a:

Autoridades de la *Universidad Nacional Autónoma de México* (UNAM), particularmente de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía; ya que, en alianza con la *Universidad Nacional Agraria La Molina* (UNALM) de Perú, me brindaron la oportunidad de realizar estudios de doctorado y alcanzar este objetivo académico tan importante.

Doctor Luis Miguel Galindo Paliza, mi Tutor de Tesis, por su apoyo y orientación en el desarrollo del presente trabajo.

Doctor Roberto Escalante Semerena, por su apoyo, paciencia y motivación.

Doctor Américo Saldívar Valdez, por su constante y oportuno apoyo.

Doctores Fernando Rello y Héctor Bravo, por haber revisado el presente trabajo y emitido importantes recomendaciones.

Índice

Introducción	7
Capítulo 1: Sostenibilidad, recurso hídrico y política ambiental.....	16
1.1. El desarrollo sostenible	16
1.2. Sostenibilidad fuerte y débil	22
1.3. Externalidades.....	26
1.4. El recurso hídrico en el contexto del desarrollo sostenible	27
1.5. La política ambiental en Ecuador	32
1.6. Institucionalidad ambiental.....	37
1.7. Instrumentos fiscales	45
Capítulo 2: Estructura, composición y funcionamiento del sistema hídrico en Ecuador	52
2.1. Contexto general.....	52
2.2. El agua como un derecho humano fundamental.....	58
2.3. Situación del agua en Loja.....	63
2.3.1. Administración del servicio de agua potable	65
2.3.1.1. La Unidad Municipal de Agua Potable de Loja.....	66
2.3.2. Tarifas de agua potable en la ciudad de Loja	69
2.3.2.1. Análisis comparativo de las tarifas de agua potable	74
2.3.3. Calidad del agua potable en la ciudad de Loja.....	77
Capítulo 3: Consumo de agua potable en Loja: un análisis empírico con cointegración y vectores autorregresivos (VAR)	79
3.1. La evidencia empírica	80
3.2. La demanda de agua	81
3.3. El modelo VAR con cointegración	83
3.4. Estimación del modelo de consumo de agua en la ciudad de Loja (1964 – 2007)	89

3.5.	Escenarios de consumo y disponibilidad de agua, año 2015	94
3.6.	Escenarios de consumo de agua considerando incrementos en los precios, año 2025	97
3.7.	Escenarios de consumo y disponibilidad de agua, año 2025	100
3.8.	Distribución de consumo de agua potable. Distintos escenarios, año 2025.	102
	Capítulo 4: Conclusiones y comentarios generales.....	104
	Capítulo 5	108
	Recomendaciones de política pública	108
	Capítulo 6: Bibliografía	111
	Anexos.....	120

Introducción

El agua se ha convertido en uno de los temas más intensamente discutidos en las últimas décadas; los países, su población, formuladores de políticas y quienes toman decisiones, prestan cada vez mayor atención al tema del agua, ya sea para distribuirla, protegerla o conservarla. La búsqueda de políticas sostenibles, en relación con el recurso agua, es una prioridad en las agendas nacionales e internacionales (Lundqvist, 1998; Gleick, 2000). La falta de coherencia en las políticas, la ausencia o ineficacia de la aplicación de instrumentos económicos y de marcos legales, la duplicidad de competencias y funciones entre instituciones, son los principales problemas que se deben enfrentar para que exista una administración eficiente del recurso agua y se tomen decisiones adecuadas a nivel político.

Indicadores relacionados con el consumo de agua, tales como: en el año 2050 alrededor del 40% de la población mundial probablemente sufrirá escasez de agua (Gadgil, 1998; Kuylenstierna *et al.*, 1998; United Nations, 2002; Hamdy *et al.*, 2003), las personas pobres destinan gran parte de su tiempo e ingresos para conseguir agua segura y satisfacer sus necesidades básicas; la acelerada escasez y competencia por el agua, su cantidad, calidad y distribución, amenazan los avances en la erradicación de la pobreza, en la salud pública y la producción de alimentos; la pobreza persiste donde el agua escasea (Ward, 2007) destacan la relevancia del tema. La administración adecuada del recurso y la responsabilidad de los ciudadanos son entonces la clave para enfrentar los problemas sociales, económicos y

ambientales que sufren muchos países en la actualidad y que serán mucho más graves si no se toman las decisiones adecuadas a nivel político.

En el caso de Ecuador, en las cuencas y microcuencas que abastecen de agua a la población de las ciudades, la presión sobre el recurso se da principalmente por el aumento de la frontera agrícola, desordenados asentamientos humanos, prácticas turísticas inadecuadas, construcción de obras de infraestructura en zonas frágiles, actividades extractivas; consecuentemente, ha disminuido la superficie de bosque natural, aumentado los niveles de erosión, disminuido la cantidad y calidad de agua (VALLEJO, 2008).

Si bien existen importantes avances respecto a la gestión, administración y legislación del recurso hídrico, falta mucho por hacer en aspectos de gestión y política pública para alcanzar su sostenibilidad.

Área de estudio

La provincia de Loja está ubicada al sur del Ecuador, tiene una superficie aproximada de 11.100 km² equivalente al 4% de la superficie del país; cerca de la mitad del territorio es de topografía accidentada, conformada por rocas, peñones y terrenos muchas veces de difícil acceso; también se encuentran pequeños valles que tienen alturas inferiores a los 1.300 metros sobre el nivel del mar, uno de los más extensos es el valle Catamayo.

Con una temperatura promedio de 16°C, variados niveles de pluviosidad y orografía, en la provincia de Loja se puede apreciar una serie de microclimas: tropical seco, subtropical húmedo, subtropical seco y templado andino.

Los recursos naturales renovables se encuentran en un avanzado estado de degradación, pues las actividades que los seres humanos realizan sobre el suelo, vegetación y agua han provocado alteraciones en los ecosistemas.

Cuatro sistemas hidrográficos drenan la Provincia de Loja, al norte la cuenca del río Jubones, al Noroeste se encuentran los afluentes de la margen izquierda del río Puyango; al Este se encuentra la cuenca alta del río Santiago, en la que está ubicada la ciudad de Loja; en el centro y sur de la provincia se encuentra la cuenca Catamayo-Chira.

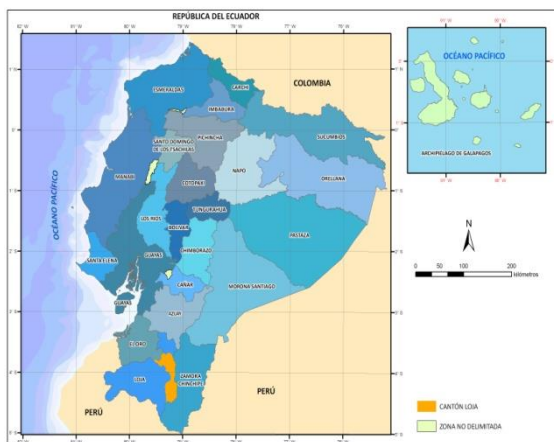


Figura 1: Mapa político del Ecuador.

Fuente y elaboración: Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), 2012.

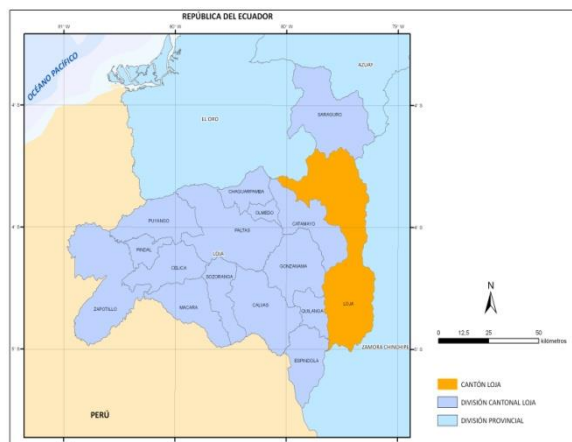


Figura 2: Mapa político de la provincia de Loja.

Fuente y elaboración: Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), 2012.

El presente trabajo de investigación se realiza en la ciudad de Loja, capital de la provincia y cantón del mismo nombre, a una altura de 2.100 metros sobre el nivel del mar, cuenta con

170.280 habitantes (INEC, 2010) ¹; el clima es templado, con temperaturas que fluctúan entre los 16 y 21°C.

Haciendo un poco de historia, tenemos que el servicio de agua potable en la ciudad de Loja comienza en el año 1964 con el tratamiento del recurso proveniente de la fuente de abasto Pizarros; entre 1964 y 1970 se amplía la cobertura y se abastece a la ciudad con agua proveniente de la fuente de abasto El Carmen; estos dos afluentes se incluyeron por su cercanía con la ciudad. Debido a la creciente demanda, en 1982, se incorporaron como fuentes de abasto Jipiro I, en 1992 Jipiro II; en 1996 Motupe, en 1997 Curitroje y finalmente la fuente de abasto Shucos en 2006, esta última inició sus operaciones como plan emergente.

En el periodo comprendido entre 1950 y 2006, la población de la zona urbana del cantón Loja ha tenido una tasa de crecimiento de 4.05% (INEC, censos y proyecciones de población y vivienda 1950, 1982, 1990 y 2001); lo que ha ocasionado un incremento en la demanda de agua potable. Por ello, el Gobierno Nacional Autónomo Descentralizado Municipal de Loja (GADM)² identifica y construye nuevas fuentes de abasto que están

¹ Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

² En el artículo 53 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) consta que los gobiernos autónomos descentralizados municipales son personas jurídicas de derecho público, con autonomía política, administrativa y financiera. Estarán integrados por las funciones de participación ciudadana; legislación y fiscalización; y, ejecutiva previstas en este Código, para el ejercicio de las funciones y competencias que le corresponden.

La sede del gobierno autónomo descentralizado municipal será la cabecera cantonal prevista en la ley de creación del cantón.

cada vez más alejadas de la ciudad, lo que repercute en elevados costos de conducción, operación y mantenimiento.

Los caudales que provienen de las fuentes de abasto Pizarros, El Carmen, Jipiro I y Jipiro II ingresan a la planta de tratamiento Pucará con la que se abastece al 58.58% de la población. Las otras plantas de tratamiento -Motupe (fuente de abasto Motupe), Curitroje (fuente de abasto Curitroje) y Carigán (fuente de abasto Carigán)-, abastecen al 13.08% de la población.

De acuerdo con los datos presentados en el cuadro No.1, 119.036 habitantes (que corresponden al 70% de la población de la ciudad de Loja) tienen acceso al servicio de agua potable, mientras que 51.244 habitantes (30% de la población) no tienen acceso a este servicio que administra el GADM - Loja.

Fuente de abasto	Año de puesta en marcha	Longitud de la conducción (metros)	Planta de tratamiento	No. de usuarios registrados en el Municipio	Número de habitantes beneficiados
Pizarros	1964	4521	Pucará	24.403	97.612
El Carmen	1964 – 1970	4960			
Jipiro I	1982	7914			
Jipiro II	1992	7914			
Motupe	1996	4888	Motupe	595	2.380
Curitroje	1997	13200	Curitroje	3.571	14.284
Shucos	2006. Como plan emergente.	36722	Carigán	1.190	4.760

Cuadro No. 1: Descripción del servicio de agua potable, con el que se abastece a los usuarios³ de la ciudad de Loja.

Elaboración propia a partir de información proporcionada por la Unidad Municipal de Agua Potable y alcantarillado de Loja. 2006.

Problema de la investigación

Actualmente en la ciudad de Loja, la disponibilidad de agua para consumo humano, es decir agua potable, tanto en cantidad como en calidad es un tema de preocupación; debido principalmente, a que la red de distribución es insuficiente para cubrir la demanda actual y una elevada cantidad de agua (40% aproximadamente) se pierde por fugas en la red de distribución.

Con estos antecedentes, el problema central radica en que no se conocen estudios que ayuden a los tomadores de decisiones a enfocar escenarios de futuro, y a argumentar la aplicación de correctivos necesarios orientados a la solución de los problemas que se

³ Se considera Usuario a toda persona natural o jurídica registrada en el Gobierno autónomo descentralizado municipal y que es beneficiaria del servicio de agua potable.

presentan con el consumo de agua; es por esta razón que surgió la siguiente pregunta orientadora del presente trabajo de investigación:

¿Es posible orientar, con fundamentos económicos, la toma de decisiones en el presente y así controlar el consumo de agua futuro en la ciudad de Loja?

Esta pregunta orientó la investigación de manera general, derivando las siguientes preguntas específicas:

1. ¿Es posible analizar el uso del agua en el contexto del desarrollo sostenible?
2. ¿Es posible analizar la demanda de agua como la de cualquier otro bien?
3. ¿Es posible definir escenarios del consumo de agua para los años 2015 y 2025, así como también sus implicaciones y consecuencias?
4. ¿Para controlar la demanda de agua, es posible orientar la toma de decisiones mediante políticas de incremento en el precio del recurso?

Con la respuesta a estas interrogantes, este trabajo permite reducir el grado de incertidumbre, simulando escenarios de la demanda de agua potable para la ciudad de Loja y elaborando una propuesta que permita solucionar el problema en el futuro.

Objetivo general

Aportar evidencia sobre el consumo de agua en la ciudad de Loja, con la finalidad de orientar con fundamentos económicos la toma de decisiones en el presente, y controlar el consumo de agua en el futuro.

Objetivos específicos

1. Analizar el uso del agua en el contexto del desarrollo sostenible
2. Analizar la estructura y funcionamiento del sistema hídrico en el Ecuador
3. Estimar un modelo econométrico que permita identificar la relación existente entre las variables consumo de agua, ingreso, población y precios relativos
4. Definir escenarios de consumo de agua en la ciudad de Loja, para los años 2015 y 2025, sus implicaciones y consecuencias.
5. Recomendar aspectos de política pública que permitan controlar el consumo de agua en el futuro.

Enfoque de la investigación

El agua tiene un papel crucial en la ubicación, función y crecimiento de las ciudades, asimismo el uso del recurso tiene consecuencias importantes sobre el medio ambiente, por lo que en el presente trabajo se analiza en forma cuantitativa y cualitativa el comportamiento de la demanda de agua con un enfoque económico, social, ambiental e institucional.

Así, este trabajo se inicia con un marco conceptual relacionado con la sostenibilidad, profundizando en temas relacionados con el recurso hídrico en el contexto del desarrollo sostenible y la política ambiental ecuatoriana. En el segundo capítulo se analiza la estructura y funcionamiento del sistema hídrico en el Ecuador, haciendo énfasis en la administración del recurso, tarifas y calidad a nivel nacional y Local. En el tercer capítulo se presenta un análisis empírico del consumo de agua potable en la ciudad de Loja, mediante vectores autorregresivos (VAR). Asimismo, se presentan varios escenarios de consumo y disponibilidad de agua para los años 2015 y 2025. En los capítulos cuarto y quinto, se presentan las conclusiones, comentarios generales y algunas recomendaciones de política pública que pueden considerarse al momento de tomar decisiones referentes al consumo de agua en la ciudad de Loja. Finalmente en el capítulo sexto, se recogen la bibliografía y anexos.

Capítulo 1: Sostenibilidad, recurso hídrico y política ambiental

Siendo el agua un recurso esencial para el desarrollo económico y social de los países, en su administración se deben considerar las necesidades de la población y del sistema económico, el mejoramiento de la calidad del recurso y las interrelaciones con los ecosistemas. Por esto, en este primer capítulo se presenta un marco referencial de conceptualización del desarrollo sostenible, haciendo énfasis en las implicaciones que sobre los recursos naturales tienen las actividades humanas. Por su importancia, también se contextualiza el uso del recurso hídrico en el desarrollo sostenible, y se revisa la política ambiental ecuatoriana y sus instrumentos fiscales.

1.1. El desarrollo sostenible

A la luz del criterio de varios autores (Constanza 1999 y Kates, et al, 2001) se analiza desde diferentes perspectivas lo que el desarrollo sostenible implica, en términos conceptuales y prácticos. Así, tenemos que dentro de la rama de la Economía Ecológica⁴ y entendiendo que la sostenibilidad es la forma de contacto entre el sistema de la economía humana y el ecosistema global, la definición quizás más conocida dentro de esta disciplina, es la dada por Constanza (1991), quien menciona que la sostenibilidad es aquella relación entre los sistemas económicos humanos y los sistemas ecológicos (más dinámicos, pero los

⁴ La Economía Ecológica es definida como la “ciencia y gestión de la sostenibilidad” (Constanza, 1991; 1999. Kates *et al*, 2001) en la que sostenibilidad integra relaciones físicas y ecológicas entre el medio natural y la actividad humana.

cambios son normalmente más lentos), en esta relación i) la vida humana puede continuar indefinidamente, ii) los individuos pueden prosperar, iii) las culturas humanas pueden desarrollarse; pero en la que los efectos de las actividades humanas permanecen dentro de unos límites, de manera que no destruyan la diversidad, la complejidad y la función de los sistemas ecológicos soporte de la vida. Desde esta perspectiva, no solamente se valora la actividad humana y su impacto ambiental en los ecosistemas, sino también el equilibrio y la armonía de los mismos.

Autores como Pearce y Turner (1990), se centran en la base física de una economía y en la definición del capital natural; consecuentemente el desarrollo sostenible implica el mantenimiento a lo largo del tiempo del *stock* agregado de capital. Para Hediger (1999), el desarrollo sostenible plantea un reto para el cambio global y local que ha de conjugar los requisitos interdependientes de la eficiencia económica, la equidad social y la estabilidad ecológica. Esta definición incluye los elementos básicos implícitos en la mayoría de las definiciones.

Como se puede apreciar, para el término *desarrollo sostenible* existen varias definiciones; sin embargo, la más difundida es la enunciada por la Comisión Brundtland “El desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias”. Debido a su amplitud este enunciado es utilizado “muchas veces en sentidos totalmente opuestos al que pudiera parecerlos” (Norgaard, 1988). De esta definición se desprenden interesantes problemas metodológicos que obligan a definir *a priori* el horizonte temporal, las preferencias de las generaciones futuras, las

necesidades básicas a satisfacer y la coherencia interna de sostener un desarrollo que actualmente no es equitativo entre las naciones (Page, 1996).

Cuando se hace referencia al horizonte temporal, el problema fundamental es decidir cómo utilizar un recurso a lo largo de un periodo de tiempo en el futuro, esto debido a la dificultad de contar con mercados organizados en diferentes periodos de tiempo, ya que la percepción de las futuras realidades es muy imperfecta. El grado de incertidumbre es enorme cuando se desconoce el contexto económico, social, ambiental, cultural y tecnológico del tiempo futuro, en el que repercutirán las decisiones que se tomen en el presente, así como también cuando se desconocen las necesidades de los consumidores futuros. Además, hay que reconocer que las generaciones futuras “heredan” el capital construido y un conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos, que se acumulan con cada generación. En planteamientos intergeneracionales es necesario considerar esto, ya que influye en el bienestar de las generaciones futuras.

El enfoque intergeneracional también es controvertido por el énfasis que pone en la solidaridad con el futuro, sin considerar las actuales condiciones sociales y económicas de los diferentes países; la desigualdad y la pobreza demandan solidaridad primero con la generación presente.

Actualmente, el libre acceso a gran parte de los recursos no renovables conduce a situaciones críticas por la presencia de externalidades negativas (la tragedia de los

comunes⁵) debido a que no existe un control adecuado del uso de estos recursos ni se consideran sus impactos en el largo plazo. La economía ecológica considera que el *laissez faire* conlleva a fallas de mercado en el uso de los recursos naturales, produciéndose daños ecológicos y desigualdades en la distribución de los recursos, debido principalmente a las externalidades (Pigou 1920; Coase 1960) y en concreto a las derivadas del acceso a los recursos comunes (Hardin 1968; Perrings, 1987).

Esta situación se complica si consideramos que existe desconocimiento de los niveles de stock o reservas existentes para el futuro, así como los efectos irreversibles de algunas actividades humanas, lo que lleva muchas veces a acaparar cantidades de recursos mayores a las que realmente se consumirán, bajo la certeza de que se dispondrá del mismo en periodos posteriores. A lo anteriormente mencionado, se suma la preferencia por el crecimiento económico frente a la protección de los recursos naturales por parte de las instituciones tradicionales.

Norgaard (1990) evidencia su escepticismo respecto a las posibilidades de que enfoques derivados del modelo neoclásico puedan ayudar a definir formas de operación consistentes en la interrelación desarrollo-ambiente, esto se fundamenta en que las políticas convencionales apoyadas en el enfoque neoclásico hacen énfasis en que los criterios de eficiencia económica convencionales no son adecuados para tratar los problemas intertemporales de la sostenibilidad. Esto se debe a que estos criterios no aseguran el

⁵ Hardin (1968) hace referencia a los efectos sobre los recursos de libre acceso provocados por la sobre explotación o abuso en la disposición de los mismos (aplicado a los recursos pesqueros e hídricos).

supuesto de no negatividad de los niveles de consumo o utilidad, por lo que resulta necesario conceder más importancia al bienestar de las generaciones futuras. Toman (1995) define una función de bienestar social intergeneracional, para describir la sostenibilidad como "el mantenimiento de niveles aceptables de bienestar a lo largo del tiempo".

Trabajos como los de Howard y Norgaard (1990, 1992, 1993) y Norgaard y Howard (1991), consideran la utilidad como función de los niveles de consumo y preferencias de los agentes; es decir, que la consecución de niveles de consumo sostenibles depende de los gustos y preferencias de la sociedad. Howarth y Norgaard (1992) y Howarth y Norgaard (1993) enfocan el análisis hacia la contaminación como externalidad y la preocupación de cada individuo por la utilidad de la próxima generación. En ambos se evidencia que la internalización de las externalidades ambientales o intergeneracionales no asegura la equidad intergeneracional.

Howarth (1992), considera que el establecimiento de una regla para asegurar la equidad intergeneracional se puede solucionar mediante la llamada "cadena de obligación" entre generaciones. Page (1977) habla de "autoaltruismo" al decir que el bienestar de un individuo en el presente "depende" del consumo actual y de las generaciones futuras; mientras que Pearce *et al* (1989) defienden que las generaciones futuras sean compensadas por los daños provocados por las acciones de la generación actual. Para ello es necesario legar a las generaciones futuras un stock de capital (natural y construido) al menos igual al actual.

Daly y Cobb (1993), consideran que si se parte de la visión del proceso económico como un subsistema abierto de un sistema total finito cerrado, resultará difícil de evitar el interrogante del tamaño que debe tener el subsistema en relación con el sistema total. Esta pregunta se puede explicar considerando dos aspectos: 1) Un subsistema económico infinitesimalmente pequeño en relación con el sistema total, de modo que la escala se vuelve irrelevante porque es insignificante; 2) La economía tiene la misma extensión que el sistema total. Si la economía lo incluye todo, no se planteará la cuestión de la escala en relación con un sistema total.

Daly y Cobb (1993), señalan que debido a la relación complementaria entre el capital hecho por el hombre y el natural, la simple acumulación de capital hecha por el hombre presiona por la existencia de capital natural para abastecer un flujo creciente de recursos naturales. Cuando este flujo alcanza un punto que no puede mantenerse por más tiempo, surge la explotación no sostenible disminuyendo las existencias de capital natural. En la era de la economía del “mundo vacío”, los recursos naturales y el capital natural (sin contar los costos de explotación y cosecha) eran mercancías gratuitas; consecuentemente, el valor del capital hecho por el hombre no estaba bajo la amenaza de escasez de un factor complementario. En la actual era de la economía de un “mundo lleno”, este es un problema real y se satisface liquidando las existencias de capital natural para mantener el flujo de recursos naturales que sostienen el capital hecho por el hombre y el sistema económico en general.

1.2. Sostenibilidad fuerte y débil

Cuando hablamos de sostenibilidad es necesario diferenciar entre fuerte y débil. La sostenibilidad “débil” también denominada en sentido “amplio” o de “segundo orden”, parte de una perspectiva neoclásica de que el capital natural y el capital artificial son plenamente sustitutivos en un cierto plazo (Solow, 1993; Pearce, 1990; y Pearce y Atkinson (1993). La sostenibilidad en este caso consiste en conservar o aumentar el capital total agregado de una generación a otra (Solow, 1993), de manera que las generaciones futuras tengan la “opción de vivir tan bien como las predecesoras”. Una sociedad que si bien reduce su capital natural, aumenta por otra parte su capital artificial (compensando esta pérdida y manteniendo el capital total), es una sociedad que alcanza la sostenibilidad débil. En esta línea, para Pearce y Turner (1990) serían acciones sostenibles aquellas que a corto plazo pueden provocar daños ambientales, siempre que sean corregidos en los siguientes periodos de tiempo.

La sostenibilidad fuerte, llamada también sostenibilidad en “sentido estricto” o “de primer orden”, no acepta la premisa neoclásica de plena sustituibilidad entre tipos de capital, así como la adopción, por lo general, de enfoques más integradores de las realidades económico y ecológicas⁶. Daly y Cobb (1989) señalan que estamos frente a la sostenibilidad fuerte cuando no se disminuyen las funciones naturales sustento de la vida, por lo tanto, el bienestar futuro depende de la conservación del mismo, dado que sus funciones no pueden ser sustituidas por el capital manufacturado o artificial, ni por el

⁶ Nöel y O’Connor (1998) señalan que este enfoque concede gran importancia a la investigación aplicada a los ecosistemas y la disponibilidad de recursos naturales.

avance científico y tecnológico. Este tipo de sostenibilidad puede alcanzarse mediante la eficiencia económica y ambiental de los sistemas productivos y cambios en los patrones de consumo, que sin disminuir los niveles de bienestar si reduzcan el uso de recursos naturales no renovables. Bergh y Hofkes (1997) proponen la conservación de las especies, el establecimiento de unos estándares mínimos de seguridad para los impactos en la calidad ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales renovables. Es necesario reconocer que ni siquiera en los procesos naturales normales de cambio de los ecosistemas, es posible asimilar la idea de conservación plena del capital natural.

Una economía se encuentra en una senda “débilmente sostenible” si el desarrollo no disminuye de una generación a la siguiente; mientras que si la economía mantiene o aumenta sus disponibilidades de capital natural a lo largo del tiempo, se dice que es “fuertemente sostenible”. Este enfoque plantea que para evitar la disminución de capital total es necesario preservar el stock de capital natural, así como la calidad ambiental incluida en el mismo.

Bajo el concepto de sostenibilidad fuerte, son mayores las exigencias de restauración del daño o contaminación de los recursos naturales, pero es difícil aplicarla al tener que determinar el grado en que los recursos son críticos y no sustituibles.

Con estos antecedentes, la sostenibilidad aplicada a la gestión de los recursos hídricos implica la protección del capital natural formado por los sistemas hídricos, en el sentido de mantener la funcionalidad de las cuencas hidrográficas, las mismas que han sido afectadas

por actividades humanas. Desde una perspectiva sostenible, es necesario frenar el deterioro de este capital natural y restaurar la funcionalidad de los sistemas hídricos.

En las últimas décadas ha habido un crecimiento impresionante del consumo del agua, lo que ha producido (y sigue produciendo) una seria degradación de su calidad, debido a los vertidos de residuos contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, pesticidas, fertilizantes, etc.) muy superior a la capacidad de asimilación de los ecosistemas naturales. La Comisión Mundial del Agua⁷ ha alertado, respecto al drástico descenso de los recursos hídricos provocado por la deforestación y a la pérdida de nieves perpetuas. En ocasiones la lluvia ya no es retenida por la masa boscosa, ni tampoco en forma de nieve, lo que conduce a la erosión y desertización.

Por lo anteriormente señalado y por las funciones que cumple el recurso hídrico para la supervivencia de los seres humanos, no es posible sustituirlo por ningún tipo de capital que exista actualmente.

La eficiencia económica y ambiental no garantizan *per se* la sostenibilidad si no se añade el criterio de equidad *intrageneracional* e *intergeneracional*. Los informes de Naciones Unidas sobre Desarrollo Humano (UNDP, 1992; 2000) aportan información que justifica que la "crisis global" no es sólo ambiental, evidenciando la faceta social y humana del desarrollo sostenible. La inequidad social que caracteriza a Latinoamérica, incluso en

⁷ Vilches, A.; Gil Pérez, D.; Toscano, J. C.; Macías, O. (2009). «Nueva cultura del agua» [artículo en línea]. OEI. <http://www.oei.es/decada/accion06.htm> [consulta:15/10/ 2012].

países con índices aceptables de desarrollo humano, se refleja en limitaciones en el acceso al agua potable y al saneamiento, la solución a estos problemas depende principalmente de la voluntad política de los tomadores de decisiones, quienes no muestran ningún síntoma de altruismo respecto a las generaciones futuras.

La generación presente es titular de los derechos del agua, por lo tanto puede exigir que se respeten sus preferencias, aunque ahora, bajo el concepto de sostenibilidad esas preferencias deberían incluir el bienestar de las generaciones futuras.

En mayor o menor grado, todos los países deben trabajar por alcanzar los llamados Objetivos de Desarrollo del Milenio de Naciones Unidas⁸, en esta materia hasta el 2015. En

⁸ Son ocho los Objetivos de Desarrollo del Milenio, cada uno con sus metas e indicadores específicos, se basan en la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, suscrita por los dirigentes mundiales en septiembre de 2000, y representan un compromiso de la comunidad internacional de combatir la pobreza, el hambre, la enfermedad, el analfabetismo, la degradación del medio ambiente y la discriminación contra las mujeres.

OBJETIVO DEL MILENIO No. 7: GARANTIZAR LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE

Meta 7.C: Reducir a la mitad, para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento

Indicadores:

1. El mundo está en camino de cumplir con la meta sobre agua potable, aunque en algunas regiones queda mucho por hacer.
2. Se necesitan esfuerzos acelerados y específicos para llevar agua potable a todos los hogares rurales.
3. El suministro de agua potable sigue siendo un desafío en muchas partes del mundo.
4. Dado que la mitad de la población de las regiones en vías de desarrollo carece de servicios sanitarios, la meta de 2015 parece estar fuera de alcance.
5. Las diferencias en lo que respecta a cobertura de instalaciones sanitarias entre zonas urbanas y rurales siguen siendo abismales.
6. Las mejoras en los servicios sanitarios no están llegando a los más pobres.

casi todos los casos, al lado de sectores de población con estándares de calidad de vida similares a los del mundo desarrollado, prevalecen sectores, tanto urbanos, como rurales con marcada inequidad social en el acceso al agua. Algunas áreas ya enfrentan situaciones críticas de estrés hídrico: En el nordeste brasileño, en el Caribe colombo-venezolano, en la costa desértica del Pacífico peruano - chileno y en diferentes sectores de los siete países que atraviesa la Cordillera de los Andes, Guerrero (2005). Esto implica en muchos casos la necesidad de buscar fuentes abasto cada vez más lejos de los centros poblados.

Si bien América del Sur tiene la oferta hídrica *per cápita* más alta del mundo, su distribución espacial y temporal es desigual especialmente en áreas densamente pobladas.

1.3. Externalidades

Según Rosen (2002), cuando la actividad de un agente (una persona o una empresa) influye directamente sobre el bienestar de otro, de un modo que no aparece reflejado en los precios del mercado, el efecto recibe el nombre de *externalidad* (porque el comportamiento del agente afecta directamente al bienestar de otro agente que es “externo” a aquél). Varian (2002) considera que el mercado es capaz de lograr asignaciones eficientes en el sentido de Pareto cuando *no hay* externalidades. Si hay externalidades, el mercado no da lugar necesariamente a una asignación de los recursos eficiente en el sentido de Pareto. Sin embargo, el sistema jurídico o la intervención del Estado, pueden, hasta cierto punto, “reproducir” el mecanismo de mercado y, por lo tanto, lograr la eficiencia.

Si las interacciones e interdependencias de los sistemas ecológicos son tratadas como externalidades menores el mercado no las tomará en cuenta, consecuentemente continuará la sobre explotación y el sobre consumo de aquellos productos nocivos a la ecología y el ambiente, mientras que los productos ecológicamente benéficos son sub-producidos y sub-consumidos (Panayotou, 1995).

Si se hace referencia a un mercado del recurso agua, para que éste funcione de manera adecuada es necesario solucionar problemas relacionados con temas legales (derechos de propiedad) y los altos costos de captación, operación y conducción del recurso. Para conseguir una asignación eficiente del agua mediante mercados, la definición de los derechos de propiedad debe satisfacer las condiciones de especificidad, exclusividad, transferibilidad, integridad y exigibilidad (Lee y Juralev, 1998).

Adicionalmente, al momento de valorar externalidades, es complicado encontrar metodologías adecuadas que permitan identificar y valorar el impacto de los flujos de agua, ya que en general se cuantifica solamente la producción de la tierra y sus costos de operación. Desde el punto de vista económico, el problema radica en decidir quién debe tener derechos de propiedad sobre el agua y por tanto recibir una compensación por el agua contaminada, es decir, asignar eficientemente tales derechos.

1.4. El recurso hídrico en el contexto del desarrollo sostenible

El agua es considerada como un bien económico y también como un recurso limitado que es utilizado por los sectores económicos para la generación de bienes y servicios. En una

asignación económicamente eficiente, el beneficio marginal del uso de los recursos deberá ser igual para todos los sectores, con el fin de maximizar el bienestar social. Es decir, el beneficio de usar una unidad adicional del recurso en uno de los sectores debería ser el mismo que en otro sector. Si no es así, la sociedad se beneficiaría asignando agua al sector en donde los beneficios o retornos fueran más altos; la asignación del recurso hídrico debe basarse en la equidad y la justicia entre grupos económicos (Dinar y Letey, 1996).

Los criterios de asignación del agua son distintos en cada país, dependiendo de la situación legal e institucional vigente, la infraestructura hidráulica disponible y las cuestiones sociales, políticas y económicas. En varios documentos y declaraciones internacionales se hace referencia a la importancia que para el desarrollo sostenible tiene el recurso hídrico, entre ellos están las conclusiones del Grupo de Trabajo sobre Agua, Energía, Salud, Agricultura y Biodiversidad, (WEHAB, por sus siglas en inglés) (2002), en las que se evidencia que la problemática hídrica se debe más a la mala gestión del recurso que propiamente a la escasez del mismo.

La preocupación por el recurso hídrico se ha manifestado en diversos foros internacionales. Por ejemplo, la declaración de Nueva Delhi (1990) fue el resultado de la consulta mundial sobre el abastecimiento de agua potable y saneamiento ambiental, donde el objetivo fue promover la distribución más equitativa del recurso.

Por su parte, la declaración de Copenhague, formulada a partir de la Conferencia Mundial sobre desarrollo social de 1995, instó a los países participantes a dirigir sus esfuerzos para

garantizar el acceso de sus poblaciones al agua potable y al saneamiento básico, como un instrumento para vencer problemas sociales como la pobreza y la marginación.

La Declaración y Plataforma de Acción de Beijing fue acordada en el marco de la Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer, celebrada en 1995. Los asistentes prestaron especial interés a las repercusiones que el acceso insuficiente al agua potable y al saneamiento básico provocan a la salud de la mujer y su familia, especialmente en las áreas rurales pobres, por lo que en el punto 106 se recomendó como medida a adoptarse "...garantizar la disponibilidad y el acceso universal al agua apta para el consumo y el saneamiento e instalar sistemas eficaces de distribución pública lo antes posible..." (ONU, 1995).

La declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial, enunciada en la Cumbre Mundial sobre la alimentación, consideró al recurso hídrico como un medio de producción indispensable para mejorar el acceso a los alimentos. El plan de acción contiene sugerencias a los países relacionadas con el establecimiento de mecanismos jurídicos que permitan: la utilización sostenible y la conservación del agua, la promoción de la participación de la mujer para un acceso seguro y equitativo al recurso y el saneamiento del recurso, entre otras (FAO, 1996).

La Declaración mundial de Marrakech emitida como resultado del Primer Foro Mundial del Agua (1997), su aporte principal radica en la entrega de un mandato al Consejo Mundial del Agua (WWC, por sus siglas en inglés) para que iniciara un proceso de estudio, consulta y análisis que conduzca a una "visión global sobre el agua, la vida y el medio ambiente".

La Declaración Ministerial relacionada con Seguridad del Agua para el siglo XXI fue emitida durante el Segundo Foro Mundial del Agua celebrado en La Haya (2000). Se consideró relevante el acceso al agua segura y suficiente, así como el saneamiento, ya que constituyen necesidades básicas que garantizan la salud y el bienestar de las personas (particularmente de las mujeres) y de que la movilización y uso eficientes, además de la distribución equitativa en la producción de alimentos, coadyuvan a garantizar la seguridad alimentaria. Se destacó la importancia de proteger los ecosistemas, distribuir equitativamente el agua, manejar los riesgos y valorar económicamente los recursos.

La Declaración de Johannesburgo, llevada a cabo en Sudáfrica entre agosto y septiembre de 2002, en la que se hizo una reafirmación de los principios del desarrollo sostenible orientados hacia “una sociedad humanitaria, equitativa y generosa, consciente de la necesidad de respetar la dignidad de todos los seres humanos” (ONU, 2010), además se ratificaron los principales problemas ambientales abordados en reuniones anteriores: la pobreza y el deterioro de los recursos naturales. También se confirmó el compromiso de los estados hacia la consecución del fin común de la sostenibilidad anclada en el fortalecimiento de instituciones internacionales y multilaterales para liderar el cumplimiento de los objetivos planteados.

En el Segundo Foro Mundial del Agua se produjo el documento “Visión Mundial del Agua”, según el cual los objetivos para el año 2025 se resumen en: empoderamiento de las instancias de decisión a favor de las mujeres, hombres y comunidades, la producción de

mayores cantidades de alimento y el uso del agua en función de su conservación en cuanto a cantidad y calidad.

La Declaración del Milenio, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas, reunida en Nueva York (2000), contiene la decisión de los estados miembros de reducir a la mitad el porcentaje de personas que carezcan de acceso a agua potable o que no puedan costearlo, para el año 2015.

La Declaración Ministerial de Kyoto, formulada en el marco del Tercer Foro Mundial del Agua (2003), determinó que el agua constituye el elemento clave para fomentar el desarrollo sostenible, la erradicación de la pobreza y el hambre. Se estableció que la priorización de las cuestiones hídricas debe ser considerada como un requerimiento global urgente para todos los países.

La Declaración Ministerial de México, presentada a propósito del Cuarto Foro Mundial del Agua, celebrado en marzo de 2006, si bien constituye una reafirmación de la importancia del agua para el alcance de los objetivos del desarrollo sostenible, la erradicación de la pobreza y el hambre, la reducción de desastres asociados con la salud, el desarrollo agrícola y rural, la hidroenergía, la seguridad alimentaria y la igualdad de género; no se concluyó con la aceptación universal de que el agua sea un derecho humano fundamental.

Finalmente en los años 2003 y 2006, la ONU publicó informes sobre la situación del agua en el mundo, ambos coordinados por el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos.

1.5. La política ambiental en Ecuador

La política ambiental surge cuando el Estado busca conseguir un amplio conjunto de objetivos ambientales y sociales para mejorar el bienestar de la población; si bien la política y gestión ambiental pública no es una panacea para resolver las fallas del mercado, ha de coexistir con la política económica (Azqueta, 2002). Para esto es necesario modificar de alguna manera el comportamiento de productores y consumidores, por lo que es imprescindible que el Estado garantice la existencia y aplicación de políticas ambientales.

Ecuador posee condiciones naturales privilegiadas, está entre los 17 países megadiversos del mundo y es el más diverso por unidad de superficie, pero enfrenta problemas serios como la pérdida de hábitats naturales, especies amenazadas por destrucción de su hábitat, tráfico de especies, caza y pesca indiscriminadas. Además, la población ecuatoriana tradicionalmente ha utilizado la biodiversidad para su beneficio: como medicina, en la agricultura, en la actividad pecuaria, en sus ritos, costumbres y tradiciones (SENPLADES, 2009).

En los últimos años, la política pública ha estado enfocada en la reducción de la desigualdad existente en el país y el tema ambiental ha sido poco discutido; solamente en los años recientes la sociedad ha comenzado a sensibilizarse y preocuparse por el uso y cuidado de los recursos naturales. Sin embargo, los criterios ambientales tienen horizontes temporales de largo plazo que requieren ampliar el concepto de equidad, y de esta manera conseguir la inclusión de las generaciones presentes y futuras.

De la Garza (2005) indica que las instituciones son sistemas de reglas que definen el control sobre los medios de producción, el acceso a los recursos, a la información y el control estratégico; en Ecuador, las instituciones públicas se han visto afectadas por diversos aspectos: ineficacia, imposición de exigencias presupuestarias, dogmatismo ideológico, entre otras, los que se acentuaron especialmente a partir de los años ochenta, década en la que se dieron varias reformas macroeconómicas que tuvieron repercusiones legales y organizativas en las instituciones del país, incluidas las ambientales y actualmente se enfrentan los graves problemas que se describen a continuación:

Tema	Descripción
Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la calidad de aire por contaminación atmosférica asociada a las áreas urbanas, a la industria, a la minería y a la generación de energía.
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación de suelos y avance de la desertificación; continuo deterioro y pérdida de los ecosistemas boscosos y los humedales; degradación de los ecosistemas marinos y costeros. • Inadecuado uso del espacio, desequilibrio territorial y crecimiento urbano caótico.
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Altos índices de contaminación hídrica, por la disposición sin tratamiento de residuos líquidos domiciliarios e industriales. Agravamiento del stress hídrico.
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la diversidad biológica: esto se ve reflejado en la extinción de especies o en el creciente número de especies en situación de riesgo.
Desastres naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del nivel de vulnerabilidad ante eventos naturales extremos.
Gestión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Inadecuado manejo y disposición de residuos sólidos, domésticos e industriales. El caso de los peligrosos y patógenos hace de este tema uno de los desafíos principales de la gestión ambiental, que deberá ser abordada globalmente, incorporando las dimensiones locales, regionales y nacionales, por un lado, y la interrelación entre sus componentes operativos: reducción en origen, generación, recolección, transporte, transferencia, procesamiento y disposición final
Productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiente gestión de sustancias y productos químicos peligrosos. Su uso creciente, sin la existencia de medidas integrales para prevenir la contaminación, hace que los riesgos para la salud humana y las emergencias ambientales puedan presentarse en forma catastrófica
Orden ambiental Institucional	<ul style="list-style-type: none"> • Débil y superpuesto: producto del estado crítico de la persistencia de problemas ambientales durante décadas, y que se han convertido en problemas de carácter estructural.

Cuadro No. 2: Principales problemas ambientales del Ecuador

Fuente y elaboración: Geo Ecuador, Flasco 2008.

Estos problemas evidencian presencia de externalidades, debilidad institucional, contradicción y superposición de leyes y reglamentos. Las políticas ambientales han surgido como respuesta a urgencias procedentes principalmente de la contaminación producida por la expansión urbana e industrial, la deforestación, la erosión de los suelos, el deterioro de los recursos del mar y la contaminación producida por actividades hidrocarburíferas y mineras. En este ámbito, es difícil encontrar información relacionada con el cumplimiento y fiscalización de normas y regulaciones directas.

En base a la Conferencia de Río en 1992 y la suscripción del Convenio sobre diversidad biológica, el Estado ecuatoriano, impulsó la formulación de políticas orientadas a disminuir impactos ambientales y mantener oportunidades sociales y económicas. Estas políticas se relacionan principalmente con: a) Conservación, distribución y control de la contaminación del agua; b) Saneamiento básico de los asentamientos humanos y su hábitat, la regulación ambiental de la industria y de las ciudades; c) Prevención y control de la contaminación atmosférica; d) Manejo ambiental de sustancias y residuos peligrosos; e) Prevención y reducción de riesgos ambientales; f) Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; g) Conservación y restauración de suelos; h) Protección de especies en peligro de extinción y la biodiversidad (Flacso, 2008). Estas políticas reflejan las acciones que tienen como objetivo incidir en la preservación ambiental, prevención y control de la contaminación y la gestión de recursos naturales, esto en cuanto a responsabilidad de todos

los ciudadanos para alcanzar el desarrollo sustentable (TULAS, Libro I, “De la autoridad ambiental”, 2006)⁹.

Respecto a la inversión en temas ambientales, las estadísticas ambientales (INEC, 2010) indican que el 80% de las empresas ecuatorianas no registra gasto o inversión en temas de protección ambiental y no cuentan con un estudio de impacto ambiental; el 98% de las empresas no tienen sistemas de gestión ambiental. El 33,7% de las empresas realizan inversiones en protección ambiental en la adquisición de equipos e instalaciones para reducir las emisiones de contaminación, el 19,5% en consumo de energía y el 18,5% para el ahorro de agua. Con menor porcentaje de inversión empresarial están los equipos e instalaciones para reducir la generación de desechos (9,3%) y para reducir los ruidos y vibraciones (1,4%).

Los ingresos estatales más importantes provienen de la tributación (impuesto sobre el valor agregado, impuesto a la renta) de la venta de petróleo, venta de productos no petroleros tradicionales (banano, camarón, cacao, atún, café) y productos no petroleros no tradicionales (enlatados de pescado, flores, jugos y conservas de frutas, entre otros).

⁹ Texto unificado legislación ambiental secundaria (TULAS), Libro I: “De la Autoridad Ambiental”: Formular, promover y coordinar políticas de Estado, dirigidas hacia el desarrollo sustentable y la competitividad del país; Proteger el derecho de la población a vivir en un ambiente sano; y Asegurar la conservación y uso sustentable del capital natural del país; Dirigir la gestión ambiental integral, en el ámbito del distrito regional, promoviendo el uso sustentable y la conservación a través de políticas, normas e instrumentos de fomento y control de la calidad ambiental del país.

La inversión ambiental se reduce a 27 millones de dólares al año, entre 1994 y el 2003, lo que representa el 0,12% en promedio respecto al PIB, y apenas el 2% de la totalidad de la inversión que realiza el sector público ecuatoriano (Gutiérrez y Jiménez, 2005).

Los GADM destinan su inversión ambiental a actividades relacionadas con el tratamiento de aguas servidas y manejo de desechos sólidos. En el siguiente cuadro se puede apreciar que el rubro orientado a inversión ambiental es bajo, aunque su tendencia ha sido creciente, al pasar de 2,69 a 37,4 millones de dólares entre 1990 y 2002.

Año	PIB	Inversión total subnacional	Inversión ambiental subnacional	Inversión ambiental PIB (porcentaje)	Inversión ambiental /Inversión total (Porcentaje)
1990	10.559	77.760	2.690	0.03%	3%
1991	11.525	80.760	3.070	0.03%	4%
1992	12.430	99.540	1.650	0.01%	2%
1993	15.056	155.940	6.840	0.05%	4%
1994	18.572	210.930	7.960	0.04%	4%
1995	20.195	255.880	8.940	0.04%	3%
1996	21.267	256.940	9.710	0.05%	4%
1997	23.635 4%	297.340	11.350	0.05%	4%
1998	23.255	310.970	15.010	0,06%	5%
1999	16.674	226.710	9.210	0.06%	4%
2000	15.933	215.900	14.450	0.09%	7%
2001	21.024	528.880	26.830	0.13%	5%
2002	24.310	698.010	37.400	0.15%	5%
2003(a)	26.844	876.000	52.140	0.19%	6%

Cuadro No. 3: Gastos de inversión local en temas ambientales (1990-2003)

Fuente y elaboración: Gutiérrez y Jiménez, 2005.

Los gobiernos locales destinan el presupuesto ambiental principalmente a satisfacer necesidades de agua, saneamiento ambiental y manejo de desechos sólidos. Existen instrumentos económicos que sirven de base para financiar la prestación de servicios asociados a la calidad ambiental y conservación de recursos naturales; sin embargo, en el marco de la política ambiental es necesario profundizar en la aplicación de instrumentos legales, fiscales, financieros y de acuerdos voluntarios tanto a nivel nacional como local.

La importancia de la inversión ambiental subnacional en relación con la inversión total de las municipalidades y consejos provinciales del país es mínima. Por parte de los gobiernos autónomos descentralizados municipales y gobiernos provinciales se ha invertido un total de \$17,61 millones de dólares, 80% en el tratamiento de aguas servidas y el 20% en el manejo de desechos sólidos. (Gutiérrez y Jiménez, 2005).

1.6. Institucionalidad ambiental

En Ecuador, se evidencian esfuerzos encaminados a la conservación del ambiente: la Constitución de 2008 le otorga derechos a la naturaleza (Título II, Capítulo séptimo, Art. 71 - 74), el Plan Nacional para el Buen Vivir señala, como una de las estrategias, la “sostenibilidad, conservación, conocimiento del patrimonio natural y fomento del turismo comunitario”, y plantea el objetivo de “garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y saludable”. La relación entre estos preceptos y la política tributaria está respaldada en el artículo 300 de la Constitución, donde se hace explícita la necesidad de que el sistema tributario tenga como uno de sus objetivos la promoción de

comportamientos amigables con el ambiente: “(...) la política tributaria promoverá la redistribución y estimulará el empleo, la producción de bienes y servicios, y conductas ecológicas, sociales y económicas responsables”.

Históricamente, la institucionalidad ambiental ha sido centralista y el estado ha mantenido una relación vertical con la ciudadanía; al no concebir que temas como salud, educación, ordenamiento territorial, energía, vialidad, gestión de riesgos, urbanismo o producción, pudieran contener un eje ambiental, todas las instituciones del Estado central, de los gobiernos locales y del ámbito privado, han mantenido espacios desarticulados entre sí. La institucionalidad y por ende las competencias de la autoridad ambiental nacional se han visto involucradas en constantes disputas con otras instancias públicas de su mismo nivel. La dispersión de competencias y la falta de planificación, comunicación y acuerdos interinstitucionales han resultado en un manejo lento (PNBV, 2009-2013).

En el año 2007, se creó la Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES), con rango ministerial, quien cumple el rol de “...establecer objetivos y políticas estratégicas, sustentadas en procesos de información, investigación, capacitación, seguimiento y evaluación; orientando la inversión pública...” es una visión ideológica que aspira guiar el desarrollo pensando en el mediano y largo plazo y desde una perspectiva de racionalidad ambiental (Estatutos de la SENPLADES, 2010).

El Ministerio del Ambiente define las políticas ambientales y se encarga de planificar, controlar y evaluar la gestión ambiental. Las competencias de planificación y prestación de

servicios públicos de agua potable, en todas sus fases, las ejecutan los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas (COOTAD, 2011).

En este contexto, el rediseño jurídico e institucional ambiental se ha realizado sobre la base de las necesidades de la actividad económica y la relación entre el Estado y los gobiernos locales, es así que la Constitución (2008) establece como deberes primordiales del Estado defender el ambiente e impulsar el desarrollo sustentable. En el Artículo 23, numeral 6, consta la obligación de garantizar a las personas “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación (...)”.

En los artículos 83, 84 y 85 se hace referencia a los derechos colectivos de los pueblos indígenas y negros o afroecuatorianos. En la segunda sección “Del medio ambiente”, artículos del 86 al 91 se hace referencia a la protección ambiental, responsabilidades, objetivos y responsabilidad por daños ambientales.

El Artículo 248 establece el derecho soberano sobre la diversidad biológica y reservas naturales. Los artículos 229 y 233 determinan la responsabilidad específica de los gobiernos seccionales autónomos, respecto al goce de autonomía legislativa para dictar ordenanzas, o para la promoción y ejecución de obras en medio ambiente, riego y manejo de cuencas y microcuencas hidrográficas de su jurisdicción (Crespo, 2007). La Constitución procura dotar al manejo sostenible de los ecosistemas un marco jurídico e institucional adecuado y establece los derechos socio ambientales colectivos.

A partir del marco constitucional, la protección de los recursos naturales está sujeta principalmente a planificación, establecimiento de políticas estatales, imposición de sanciones penales, civiles o administrativas, así como también aplicación de instrumentos económicos fiscales y de mercado dentro de la política ambiental.

La protección de las áreas ecológicamente sensibles está mayormente definida en las leyes y regulaciones para cada categoría de área natural, que por ser bienes nacionales, son inalienables, imprescriptibles e inembargables.

En la actualidad las políticas ambientales se han plasmado en la “Estrategia ambiental” creada en 1999 con la finalidad de normar el accionar del Ministerio del Ambiente. En este documento se hace referencia a la facultad que tienen las instituciones sectoriales encargadas de la administración de los recursos naturales, para crear incentivos financieros, tales como créditos blandos, exención de impuesto, u otros. Sin embargo, no se ha desarrollado este tipo de instrumentos por parte del Estado y algunas iniciativas privadas han sido puntuales y esporádicas. Por ejemplo, el gobierno del presidente Correa ha creado el proyecto Socio Bosque, que provee un incentivo a campesinos y comunidades indígenas que se comprometen voluntariamente a la conservación y protección de sus bosques nativos, páramos y otras formaciones vegetales nativas. El incentivo es condicionado a la conservación y protección de dichos ecosistemas¹⁰.

¹⁰ El programa Socio Bosque es una iniciativa pionera que busca conservar 4 millones de hectáreas de bosque nativo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero por deforestación (REDD) y mejorar las

Respecto al recurso hídrico, en la Constitución (2008) en su Artículo 12 menciona que el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. En el Artículo 2 de la Ley de Aguas del Ecuador, el agua es considerada como un derecho humano fundamental, un bien nacional de uso público, está fuera del comercio y su dominio es inalienable, imprescriptible y no es susceptible de posesión u otro modo de apropiación.

Se otorgan derechos de uso y aprovechamiento pero no derechos de propiedad sobre determinados caudales, que puedan ser objeto de comercio; los derechos de aprovechamiento otorgados por la autoridad del agua son intransferibles (Ley de Aguas del Ecuador; artículo 5). Por esto, los derechos de propiedad sobre el agua no están definidos, es decir no es posible comercializar derechos de aprovechamiento, ni tampoco existen mercados ni instituciones que faciliten la compraventa de estos derechos; es el Estado Ecuatoriano quien tiene el derecho de propiedad sobre el agua y es quien asigna derechos de aprovechamiento, ya sea para consumo doméstico, consumo de animales, riego, usos industriales o generación de electricidad.

condiciones de vida de los pobladores con altos niveles de pobreza. El Gobierno del Ecuador entrega un incentivo económico anual por hectárea de bosque conservado a propietarios individuales o comunidades indígenas dispuestos a conservar voluntariamente su bosque nativo.

Actualmente, está en segundo debate en la Asamblea Nacional¹¹, el Proyecto de Ley que regula los recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, en la que se propone reformar la actual Ley de Aguas; en su Artículo 10 señala que el patrimonio hídrico de los ecuatorianos está constituido por las aguas en cualquiera de sus formas y estados: aguas superficiales, subterráneas, meteóricas, termales o minero-medicinales, minerales, atmosféricas, glaciares, marítimas, sagradas y virtuales; son también parte del patrimonio las fuentes, los cauces de corrientes naturales continuas y discontinuas, los lechos de los lagos y lagunas, humedales, los acuíferos, pozos y manantiales, las obras de encauzamiento y almacenamiento, y las demás que señala el Código Civil Ecuatoriano, que se hallen en el territorio nacional. En el artículo 11 se indica que los tipos de aguas señalados en el artículo 10 constituyen un bien nacional de uso público y comunitario de carácter estratégico del Estado Ecuatoriano. El dominio del Estado sobre el agua es intransferible, inalienable e

¹¹ La Constitución de la República del Ecuador, vigente desde el 2008, indica que la Función Legislativa se ejerce por la Asamblea Nacional, que se integrará por asambleístas elegidos para un periodo de cuatro años. La Asamblea Nacional es unicameral y tendrá su sede en Quito. Excepcionalmente podrá reunirse en cualquier parte del territorio nacional.

La Asamblea Nacional se integrará por:

1. Quince asambleístas elegidos en circunscripción nacional.
2. Dos asambleístas elegidos por cada provincia, y uno más por cada doscientos mil habitantes o fracción que supere los ciento cincuenta mil, de acuerdo con el último censo nacional de la población.
3. La ley determinará la elección de asambleístas de regiones, de distritos metropolitanos, y de la circunscripción del exterior.

imprescriptible. Las aguas no son susceptibles de posesión o de cualquier otra forma de apropiación o dominio.

Cuando se trata de agua potable, los usuarios pagan al gobierno autónomo descentralizado municipal un valor correspondiente a la conducción, tratamiento, distribución y administración del recurso; en lo que respecta al agua de riego e industrial, los usuarios pagan una tasa en función del caudal concesionado.

En el año 2006, la Corporación Naturaleza y Cultura Internacional en coordinación con el gobierno autónomo descentralizado municipal de Loja, realizó un estudio de valoración hídrica de las microcuencas que abastecen de agua a la ciudad, con el propósito de establecer una tasa ambientalmente adecuada. Las conclusiones del estudio indican que las tarifas se deben incrementar de acuerdo al siguiente detalle:

MICROCUENCA	COMPONENTE AMBIENTAL		Posible Incremento en la Tarifa (\$/m³)
	Valor de Productividad Hídrica de la Cobertura vegetal (\$/m³)	Valor de Protección y Recuperación del Área de importancia hídrica (\$/m³)	
El Carmen	0,01	0,002	0,012
		0,01	0,02
		0,04	0,05
San Simón	0,03	0,005	0,035
		0,014	0,044
		0,04	0,07
Curitroje	0,03	0,014	0,044
		0,063	0,093
Jipiro	0,01	0,0015	0,0115
		0,02	0,03
		0,02	0,03

Cuadro No. 4: Tabla de ajuste de Tarifas

Fuente y elaboración: Valoración del Recurso Hídrico en Microcuencas Abastecedoras de Agua para el Cantón Loja. Naturaleza y Cultura Internacional. Loja, Agosto 2006.

En el incremento se cuenta con tres datos debido a que se obtienen diferentes tarifas de acuerdo con las actividades identificadas como necesarias dentro de las microcuencas (control y vigilancia, cambio en los sistemas de producción y compra de terrenos).

Sobre la base de este estudio el gobierno autónomo descentralizado municipal de Loja, en el año 2007, emitió la *Ordenanza para la Protección de las Microcuencas y otras Áreas Prioritarias para la Conservación del Cantón Loja*, a través de este documento se oficializó la aplicación de una tarifa ambientalmente ajustada, el incremento está en función del consumo y varía entre de 3 a 7 centavos de dólar, de acuerdo al siguiente detalle:

RANGO DE CONSUMO (m³/mes)	VALOR SOBRE CADA m³ (\$/m³)
0 a 10	0,03
11 a 20	0,03
21 a 50	0,03
51 a 70	0,04
71 a 90	0,05
91 a 100	0,06
101 y más	0,07

Cuadro No. 5: Tarifa Residencial.

Fuente y elaboración: Ordenanza para la Protección de las Microcuencas y otras Áreas Prioritaria para la Conservación del Cantón Loja. 2007.

RANGO DE CONSUMO (m³/mes)	VALOR SOBRE CADA m³ (\$/m³)
0 a 10	0,07
11 a 20	0,07
21 a 50	0,07
51 a 100	0,07
101 y más	0,07

Cuadro No. 6. Tarifa comercial y tarifa industrial

Fuente: Ordenanza para la Protección de las Microcuencas y otras Áreas Prioritaria para la Conservación del Cantón Loja. 2007.

RANGO DE CONSUMO (m³/mes)	VALOR SOBRE CADA m³ (\$/m³)
0 a 10	0,05
11 a 20	0,05
21 a 50	0,05
51 a 100	0,05
101 y más	0,05

Cuadro No. 7: Tarifa oficial.

Fuente: Ordenanza para la Protección de las Microcuencas y otras Áreas Prioritaria para la Conservación del Cantón Loja. 2007

La aplicación de la ordenanza al gobierno autónomo descentralizado municipal de Loja a i) Elaborar y ejecutar anualmente un plan de inversiones que determine el destino de los fondos recaudados por su aplicación; ii) Generar y sistematizar información técnica permanente de las áreas de reserva, así como la instrumentación necesaria para determinar la calidad y cantidad de agua que proviene de las microcuencas abastecedoras.

1.7. Instrumentos fiscales

Es innegable que la actividad humana afecta el entorno natural en el que se desarrolla y sus consecuencias afectan el futuro, poniendo de manifiesto dilemas de justicia y equidad que van más allá del concepto de eficiencia en el uso de los recursos naturales.

Ante la importancia que tiene el manejo adecuado de recursos y la conservación de la naturaleza, es imprescindible que la política ambiental sea efectiva y que vincule al Estado con los sectores privados de la sociedad, y de esta manera alcanzar lo que en Ecuador se ha llamado el Buen Vivir.

En el diseño de la política pública, una de las limitantes es la disponibilidad de datos confiables, de calidad, homogéneos, consistentes y comparables. Esta situación es más complicada cuando se requiere información sobre recursos naturales o contaminación ambiental. Además de las políticas que lleva a cabo el Ministerio de Ambiente y algunos gobiernos autónomos descentralizados municipales, existe otro tipo de medidas complementarias que, salvo algunas excepciones recientes como la iniciativa Yasuní – ITT, aún no han sido consideradas.

Uno de los principales mecanismos de intervención del Estado en la economía es la política fiscal, que ofrece herramientas que se han probado efectivas para alcanzar algunos objetivos ambientales. En Ecuador, los instrumentos fiscales son fijados en la medida de las necesidades y sin criterios económicos, como por ejemplo las tasas para el cobro por el servicio de recolección de basura (Gutiérrez y Jiménez, 2005), que cubren solamente los costos mínimos de transporte y recolección.

En el cantón Quito, por ejemplo, la tasa de recolección de basura se cobra a través de la planilla de energía eléctrica, por tanto pagan únicamente los abonados a dicho servicio, actualmente corresponde al 10% de la planilla por consumo¹²; en el cantón de Guayaquil, la tasa de recolección de basura corresponde al 12% del valor de la planilla de energía

¹² Empresa eléctrica Quito. Pliego tarifario residencial, 2011.

eléctrica¹³. Hay que tomar en cuenta que quien no paga la planilla de luz tampoco lo hace por recolección de basura.

En el cantón Loja, el cobro de la tasa de recolección de basura se hace a través de la planilla de agua potable, actualmente corresponde al 14% del valor total¹⁴. Bajo estas circunstancias, usuarios que cuentan con el servicio de recolección de basura, no pagan por el servicio si no tienen agua potable.

En cuanto al servicio de recolección de basura, la provincia que mayor cobertura alcanza es Galápagos con un 84,2%; Quito alcanza un 66,34% y Guayaquil un 54,4%. En las zonas rurales los porcentajes son mucho menores, por ejemplo, en dichas áreas en la provincia del Guayas se alcanza apenas el 9,06%; esta deficiencia en el nivel de cobertura provoca altos niveles de contaminación en las fuentes de agua, especialmente en el Estero Salado, lugar de asentamiento de las zonas urbano-marginales de la ciudad de Guayaquil (Gutiérrez y Jiménez, 2005).

En ciudades como Quito, Guayaquil, Cuenca, Portoviejo, Manta y Loja se realizan actividades de reciclaje, porque sus tomadores de decisiones a nivel cantonal lo han considerado como prioritario.

¹³ Gobierno autónomo municipal de Guayaquil. Ordenanza complementaria de determinación y recaudación de la tasa para la recolección y disposición de desechos sólidos, 1996.

¹⁴ ¹⁴ Gobierno autónomo municipal de Loja. Departamento de comercialización. Planillas de agua potable. 2008.

Respecto a la administración del agua, se registran graves deficiencias, como por ejemplo el déficit en cobertura, cobro de bajas tarifas por servicio y consumo, y salvo excepciones en Quito, Cuenca y Loja existen programas de protección de las cuencas hídricas.

En relación con el cobro por servicios ambientales, existen importantes experiencias que en su mayoría han sido propuestas y financiadas con apoyo de la cooperación internacional, como es el caso de los cantones Pimampiro, El Chaco, Celica, Piñas, Quito y Cuenca (Yaguache, 2008).

Respecto al ingreso a los parques y áreas naturales del Ecuador, según el acuerdo ministerial del 16 de enero de 2012 firmado por la ministra del Ambiente, dicho ingreso es gratuito no solo para los visitantes ecuatorianos sino también para los extranjeros, excepto Galápagos. Sin embargo, el resto de servicios que se ofrecen en el interior de estas áreas sí tienen costo.

Impuesto ambiental a la contaminación vehicular

En Noviembre de 2011, se crea el Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IACV) que grava la contaminación del ambiente producida por el uso de vehículos motorizados de transporte terrestre. El sujeto activo de este impuesto es el Estado ecuatoriano y es administrado a través del Servicio de Rentas Internas. (Registro Oficial N° 583, 24 de Noviembre del 2011).

Este impuesto se crea con la finalidad de reducir las emisiones contaminantes; fomentar el uso de vehículos de menor cilindraje e incentivar el uso del transporte público. La base imponible de este impuesto corresponde al cilindraje que tiene el motor del vehículo, expresado en centímetros cúbicos, a la que se le multiplica las tarifas que constan en el siguiente cuadro:

No.	Tramo cilindraje	\$ / cc
1	Menor a 1.500 cc	0.00
2	1.501 – 2.000 cc	0.08
3	2.001- 2.500 cc	0.09
4	2.501 - 3.000 cc	0.11
5	3.001 - 3.500 cc	0.12
6	3.501 - 4.000 cc	0.24
7	Más de 4.000 cc	0.35

Cuadro No. 8. Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular
Fuente y elaboración: Registro Oficial N° 583, 24 de Noviembre de 2011

La estructura tributaria propone incentivar la adquisición de vehículos híbridos de bajo cilindraje, que generan menos emisiones nocivas, exonerando del Impuesto al Valor Agregado (IVA) e Impuesto a los Consumos Especiales (ICE), a los vehículos híbridos más accesibles para los ecuatorianos, de acuerdo al siguiente detalle:

Vehículos eléctricos e híbridos	Tarifa ICE	Tarifa IVA
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea de hasta USD 35.000	0%	0%
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 35.000 y de hasta USD 40.000	8%	12%
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 40.000 y de hasta USD 50.000	14%	12%
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 50.000 y de hasta USD 60.000	20%	12%
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 60.000 y de hasta USD 70.000	26%	12%
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 70.000	32%	12%

Cuadro No. 9. Tarifas IVA e ICE para vehículos híbridos

Fuente: Registro Oficial N° 583, 24 de Noviembre de 2011

Elaboración: Ministerio de Finanzas, 2012

Mejoramiento de la calidad de los combustibles

En el primer cuatrimestre de 2012, con una inversión de 160 millones de dólares, el Estado ecuatoriano mejoró el octanaje de las gasolinas sin incrementar los precios para el consumidor. La gasolina Extra elevó su calidad de 81 a 87 octanos y la gasolina Súper pasó de 90 a 92 octanos; además, se redujo el contenido de azufre a 650 partes por millón, en los dos tipos de gasolina.

El combustible Diésel Premium se distribuía solamente en Quito, Guayaquil y Cuenca, en el resto del país se vendía diésel de más baja calidad; actualmente, se distribuye y comercializa en todo el país. Para lograr esto el Estado ecuatoriano, hizo una inversión de 50 millones de dólares y no implicó incremento de los precios para el consumidor.

Plan Renova

El Plan Renova es un programa del Estado ecuatoriano que permite renovar el parque automotor mediante el proceso de chatarrización de vehículos viejos que prestan servicio de transporte público y comercial (Taxis, escolar, urbano, interprovincial, intraprovincial, de carga liviana y de carga pesada), y por lo que reciben un incentivo económico que permite acceder a vehículos nuevos de producción nacional a precio preferencial y mediante la exoneración de aranceles para vehículos importados (Agencia Nacional de Tránsito, 2012).

Impuesto ambiental a las botellas plásticas no retornables

El Impuesto Ambiental a las Botellas Plásticas no Retornables se establece con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental y estimular el proceso de reciclaje y modificar las conductas de los agentes económicos. El sujeto activo de este impuesto es el Estado y lo administra a través del Servicio de Rentas Internas.

Este impuesto se aplica al envasador o importador de bebidas alcohólicas, no alcohólicas, gaseosas, no gaseosas y agua, exonerando de este impuesto el embotellamiento de productos lácteos y medicamentos en botellas de plástico no retornables. Por cada botella plástica gravada con este impuesto, se aplicará la tarifa de hasta dos centavos de dólar de los Estados Unidos de América (0,02 USD), valor que se devolverá en su totalidad a quien recolecte, entregue y retorne las botellas, para lo cual se establecerán los respectivos mecanismos, tanto para el sector privado como, público para su recolección, conforme disponga el respectivo reglamento (Registro Oficial N° 583, 24 de Noviembre de 2011).

Capítulo 2: Estructura, composición y funcionamiento del sistema hídrico en Ecuador

En este capítulo se abordan temas referentes a la situación del recurso hídrico a nivel mundial, puntualizando en el caso ecuatoriano y presentando una revisión de la estructura, composición y funcionamiento del sistema hídrico. Así, se incluyen temas relacionados con el marco legal y administrativo del agua a nivel de país y en el cantón Loja; se incluye también un análisis de las tarifas y de la calidad del agua potable.

2.1. Contexto general

El agua es la clave de la vida en el planeta, es abundante y se puede encontrar en estado líquido, en forma de vapor o congelada, así el 70% de la superficie de la Tierra es agua, de ese porcentaje un 97.5% es salada y el restante es agua dulce. Del 2.55% de agua dulce, casi el 70% se encuentra concentrada en los hielos polares y témpanos; un 29% está almacenada en las profundidades de la tierra y el 1% restante en los ríos, lagos, pantanos, suelo, embalses, la atmósfera y en organismos vivos (CEDARENA, 2006).

La historia evidencia que el acceso al agua ha sido fuente de poder o motivo de conflicto, algunas civilizaciones llegaron al desarrollo de culturas hídricas muy avanzadas, siendo el agua en unos casos *amiga de la comunidad* y en otros casos *enemiga de la comunidad*. A pesar de la abundante cantidad de agua que existe en el planeta, la humanidad experimenta la denominada crisis del agua; sin embargo, el problema suele estar en la calidad antes que en la cantidad de agua disponible.

De acuerdo con cifras de las Naciones Unidas, más de 1.100 millones de personas no tienen garantizado el acceso a agua potable y 2.400 millones no disponen de servicios básicos de saneamiento; por esto, más de 10.000 personas mueren cada día, en su mayoría niñas y niños.

Por otra parte, si hoy en día tenemos en cuenta la disponibilidad de los recursos hídricos respecto a la población mundial, podremos ver situaciones como las siguientes: Asia tiene el 60% de la población y sólo el 36% del recurso hídrico; Europa posee el 13% de población y el 8% del recurso hídrico; en África vive el 13% de la humanidad y tan sólo se dispone del 11% del agua; en cambio, en América del Norte y Central reside el 8% de la población y ésta disfruta del 15% del recurso hídrico; y, finalmente, América del Sur tiene únicamente el 6% de la población del mundo, pero disfruta del 26% de los recursos hídricos (Fernández, 1999).

Si bien la escasez del agua también genera una creciente preocupación, las consecuencias económicas, ecológicas y de bienestar que provoca la crisis del agua deben analizarse en un sentido mucho más amplio. En países con crecientes asentamientos urbanos la calidad del agua es una seria inquietud, puesto que el deterioro de la calidad del agua inducida por la contaminación reduce la utilidad de la cantidad existente.

La escasez de agua ya sea cuantitativa (física), cualitativa (de calidad) o ambas se origina en un uso ineficiente y un manejo incorrecto del recurso, antes que en cualquier límite

físico real al aumento de la oferta. Este asunto clave de la crisis del agua nos da la pauta para pensar en que la crisis se pueda evitar mejorando el uso y manejo del agua.

Usualmente se trata la crisis del agua como si fuera un fenómeno hidrológico con un creciente desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua; pero en la realidad es mucho más que eso, puesto que también surge de problemas en las dimensiones económicas e institucionales de la explotación, distribución, uso y manejo de los recursos hídricos.

Pese a los estrictos límites físicos y biofísicos para aumentar la oferta, la demanda de agua está aumentando debido a un crecimiento cada vez más rápido de la población mundial y a una expansión en la escala de actividades económicas globales. La urbanización, la principal consecuencia del crecimiento demográfico y la expansión económica, ejerce serias presiones sobre las dimensiones cuantitativas y cualitativas de los recursos hídricos. De acuerdo con los datos del Banco Mundial, más de la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas y se estima que para el año 2030, el 60% de la población mundial vivirá en áreas urbanas¹⁵. Esto se convierte en un problema principalmente en los países en desarrollo, que ya están densamente poblados; ya que esto no sólo aumenta la tarea de brindar servicios de higiene y suministro de agua, sino que también aumenta los riesgos ambientales y de salud resultantes de la contaminación del agua con efluentes industriales y aguas negras urbanas.

¹⁵ <http://www.bancomundial.org/temas/cities/datos.htm>, visitado en marzo de 2013.

En muchos países en desarrollo se concentran los recursos en la tarea urgente de brindar agua, descuidando la inversión en programas de higiene o en tratamiento de aguas negras. Por ejemplo, en Latinoamérica más del 90% de las aguas residuales urbanas se colectan y se descargan directamente a ríos y mares (Nash, 1993). Esta situación no ha mejorado mucho actualmente. Además de las aguas residuales urbanas, los agroquímicos de la agricultura y los efluentes tóxicos de las industrias que requieren mucha energía contaminan el agua, lo que, a su vez, contribuye a la disminución de su disponibilidad para consumo humano.

De cualquier modo, la demanda de agua registra aumentos acelerados en las últimas décadas. La expansión de las necesidades de irrigación, consumo y uso industrial durante 1900-2000 tuvo como resultado un drástico aumento en el uso de la fuente de abasto de agua dulce en el mundo, de 500 a casi 4.000 km.³/año (Gleick, 1998)¹⁶.

Por otro lado, durante los años ochenta la demanda promedio de agua fue del orden de los 2.800 km³ anuales; sin embargo, el suministro anual fue de aproximadamente de 42.000 km³. A partir de estos datos, se observa que, en términos de cantidad, la oferta supera a la demanda y, por tanto, podría preverse que en un futuro no habría inconvenientes. En términos globales, el uso del recurso hídrico está distribuido en un 75% para la agricultura,

¹⁶ Se pueden encontrar muchas estimaciones disponibles, éstas varían entre 3.940 y 6.826 kilómetros cúbicos por año, dependiendo del experto y del año de estimación (Gleick 1998).

un 22% para industria y minería, y sólo un 4% para el consumo doméstico en las ciudades (Fernández, 1999).

La fuente de abasto global de agua ya es cercana al 54% del agua dulce accesible y podría alcanzar un 70% para 2025 (Postel, Daily, Ehrlich, 1996). Si se consideran las proyecciones demográficas para el 2100 y una provisión anual per cápita de 200 metros cúbicos para necesidades familiares y 800 metros cúbicos para irrigación (Falkenmark 1999: 360)¹⁷, la necesidad total de agua para uso humano en todo el mundo podría aumentar de 6.000 millones de metros cúbicos en el presente a 12.000 millones de metros cúbicos para 2100. Esto significa que la demanda global de agua, que representa el 50% del agua azul accesible de la actualidad, podría estar muy cercana a la barrera hídrica final hacia finales del siglo XXI, provocando un grave estrés hídrico... Pero en un escenario donde la fuente de abasto de 30% a 60% de los recursos de agua dulce accesibles se considera el límite práctico para el aumento de la oferta (Falkenmark y Lindh, 1993).

Por el papel clave del agua en el desarrollo socioeconómico, es importante considerar que los recursos hídricos apoyan el 40% de la producción mundial de alimentos mediante irrigación y el 20% de la producción global de pescado a través de la acuicultura (FAO

¹⁷ La demanda per cápita podría ser aún mayor en áreas con poca lluvia ya que la provisión de irrigación de 800 metros cúbicos por persona al año supone que sólo el 50% de toda la irrigación necesaria para la producción de alimentos proviene de irrigación artificial, mientras que el resto proviene de humedad del suelo resultante de la precipitación (Falkenmark 1999: 360). Además, en vista de la fuerte demanda de evaporación y las pérdidas por percolación, la cantidad de agua (en forma de humedad del suelo) necesaria para producir la dieta anual per cápita puede ser de hasta 2.000 metros cúbicos. Esto es particularmente probable que se aplique a países tales como India y China, los cuales tienen una gran porción del área irrigada y de la población del mundo (FAO 1996:5).

1996). Los recursos hídricos también ayudan a generar 640.000 megavatios de energía, lo que constituye el 20% del suministro energético global (Gleick, 1998). Las contribuciones económicas directas de los recursos hídricos pueden ser todavía más elevadas en el ámbito regional. Por ejemplo, la irrigación contribuye al 70% de la producción de alimentos en China y al 50% en la India (FAO 1996).

La decreciente inversión en el sector agua y el deterioro físico de la infraestructura del agua empaña su existencia y sostenibilidad. En vista de los estrechos vínculos entre la situación financiera, la salud física, la calidad del servicio y el desempeño económico del sector agua, el proceso global de desarrollo económico depende decisivamente del desempeño del sector agua (INCAE, 2007).

Entonces, la crisis del agua es un resultado del creciente desequilibrio entre la necesidad de consumirla y la capacidad de satisfacer esa necesidad. Las decisiones políticas desempeñan un papel clave en el manejo de la necesidad de agua y en mejorar el aumento del suministro y las capacidades de gestión.

Cada vez más, se reconoce que la crisis del agua es principalmente el resultado de políticas inapropiadas y gestión inadecuada; por lo tanto, la agenda de reforma incluye aspectos institucionales, legales, administrativos y de políticas de la explotación y el manejo del recurso hídrico. Muchos países ya han emprendido importantes reformas en su sector agua y muchos van a emprender pronto esas reformas (Saleth y Dinar 2000).

La perspectiva tradicional del agua como un bien gratuito se está reemplazando con una perspectiva del agua como un bien económico y social. Esto significa que la fijación de precios del agua y otras políticas relacionadas se deben cambiar y mejorar con el fin de reflejar esa nueva perspectiva. Es necesario crear, fortalecer o actualizar mecanismos de distribución y resolución de conflictos en la esfera política y legal.

2.2. El agua como un derecho humano fundamental

Ecuador es un país con agua suficiente en términos nacionales y con cuatro veces más agua que el promedio *per cápita* mundial; el problema es que está mal distribuida, que la contaminación crece y que las fuentes de agua se destruyen de manera acelerada (Gaybor, 2008).

De acuerdo con información proporcionada por el Foro de Recursos Hídricos, el Estado entregó 2.240 metros cúbicos por segundo de agua en 64.300 concesiones. El 74.28% de ese caudal se registran en el sector eléctrico, con 147 concesiones. El riego con 31.519 concesiones tiene asignado el 19.65% del caudal. En cuanto a las concesiones para uso doméstico, el número es de 21.281, pero representan apenas el 1.22% del caudal concesionado.

Muchas de las grandes empresas, como por ejemplo las bananeras, los ingenios azucareros o las camaroneras que pagan sumas muy pequeñas por el agua utilizada llegan incluso -al margen de las disposiciones legales- a beneficiarse sin realizar pago alguno por el uso del agua.

El consumo de agua creció por el aumento de la población en las últimas décadas y también por el incremento de actividades productivas excesivamente demandantes de agua, que están orientadas al mercado externo. La acelerada explotación del agua (y su creciente contaminación) y de la mano de obra en el medio rural, sumadas a la concentración de los recursos hídricos y de la tierra, constituyen la base de la acumulación del capital (Acosta, 2008).

El 28 de septiembre de 2008, los ecuatorianos votaron SÍ a la consulta popular en la que se aprobó la nueva constitución elaborada por los assembleístas en Montecristi, en la que quedó establecido que el *agua es un derecho humano fundamental*. En la Constitución no solamente se impide la *privatización del agua*, sino que explícitamente propicia su *desprivatización*, incluyendo la redistribución del líquido vital.

En la Constitución de 2008, en el Artículo 3 se establece: “Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes”.

A partir de esta definición se establecieron cuatro aspectos fundamentales:

1. El agua es un derecho humano
2. El agua es un bien nacional estratégico de uso público
3. El agua es un patrimonio de la sociedad
4. El agua es un componente fundamental de la naturaleza, la misma que tiene derechos propios a existir y mantener sus ciclos vitales.

En el Artículo 12, se expresa que “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

Asimismo en el Artículo 411 se expresa “...se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua”. Respecto al precio del agua, en el Artículo 314 se dispone que “los precios y tarifas de los servicios públicos serán equitativos, y se establecerá su control y regulación”.

Con este nuevo marco constitucional se dio inicio a una serie de reformas en torno a la gestión del agua, el primer paso fue la creación de la Secretaría Nacional del Agua en junio del 2008, con el objeto de planificar y organizar la gestión del agua en el país. Así, el escenario de los recursos hídricos presenta un dilema, a pesar del gran potencial hídrico del Ecuador -ya que la vertiente del Pacífico cuenta con una disponibilidad de agua 6,7 veces más que la dotación crítica y en la vertiente amazónica incluso de 65 veces- existe una problemática compleja: más del 60% de los ríos por debajo de 2.000 metros presenta índices de contaminación no aptos para consumo humano; ha disminuido la disponibilidad de caudales superficiales y se han sobreexplotado los acuíferos ante la demanda creciente de usos del recurso; además, falta información hídrica actualizada, ya que se otorga un mayor número de concesiones que lo disponible; y se sufren los efectos visibles del cambio

climático, reduciéndose la superficie de los glaciares en un 33% cada 50 años, según datos de la Empresa Municipal de Agua Potable de Quito (EMAPQ, 2008)¹⁸.

A pesar de registrarse esfuerzos importantes como los mencionados en párrafos anteriores, la falta de una política coherente e integral del Estado frente a los recursos hídricos ha sido uno de los principales agravantes. Los subsectores han desarrollado sus propias iniciativas y políticas dispares, contradictorias y descoordinadas entre sí. La eliminación y debilitamiento de las principales instituciones rectoras del manejo hídrico como el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos (INERHI), el Consejo Nacional de Recursos Hídricos y el Instituto Nacional de Meteorología (INAMHI) durante la década de los noventa, provocaron el desmantelamiento de las redes de monitoreo con la reducción del 30% de las estaciones meteorológicas desde 1990 hasta el 2005, la falta de información sistematizada y actualizada en el ámbito nacional, la ausencia de liderazgo para coordinar y planificar –el último balance hídrico se realizó en 1989-, y la inexistencia de una autoridad hídrica única capaz de realizar control y fiscalización. Así, la historia evidencia que en la institucionalidad hídrica no se toma en cuenta la voz ni las necesidades de los usuarios, así como tampoco hay capacidad de gestión para el cumplimiento de metas y objetivos. Frente a la demanda creciente de usos de agua y la debilidad institucional, la inequidad en el acceso al agua se presenta como un potencial conflicto.

¹⁸ Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, dependencia municipal encargada de la gestión del agua en el Distrito Metropolitano de Quito, desde la captación en las fuentes hasta el manejo de las aguas residuales urbanas pasando por todo el proceso de conducción, potabilización, distribución y recolección de las aguas servidas.

En este contexto, también es importante considerar que algunos procesos locales han sido capaces de desarrollarse, entre los que están el Fondo del Agua para Quito (FONAG)¹⁹ y la Mancomunidad de la Cuenca del Río Jubones²⁰

En mayo de 2008, el gobierno reorganiza el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, creando mediante el Decreto Ejecutivo N° 1088 la Secretaría Nacional de Agua. Esta institución tiene como objetivos a) Ejercer la rectoría nacional en la gestión y administración de los recursos hídricos, b) Desarrollar la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, con una visión ecosistémica y sustentable, c) Fomentar en las políticas sectoriales, criterios de preservación, conservación, ahorro y usos sustentables del agua para garantizar el derecho humano al acceso mínimo al agua limpia y segura, mediante una administración eficiente que tome en consideración los principios de equidad, solidaridad y derecho ciudadano al agua, d) Promover la protección de las cuencas hidrográficas dando énfasis a la conservación de páramos y bosques nativos, para preservar los acuíferos y la buena calidad del agua en sus fuentes.

Desarrollar políticas, estrategias y normas para prevenir, controlar y enfrentar la contaminación de los cuerpos de agua, e) Promover la gestión social de los recursos hídricos, f) Mitigar los riesgos generados por causas hídricas.

¹⁹ El Fondo del Agua para Quito (FONAG) mantiene un fideicomiso de alrededor de seis millones de dólares como capital de inversión, esto permite financiar la ejecución de programas y proyectos relacionadas con el manejo de las cuencas hidrográficas que abastecen de agua a la ciudad de Quito.

²⁰ La Mancomunidad del Río Jubones nace como una alternativa válida de gestión que permite a los 37 gobiernos locales mancomunados, construir y concertar planes, programas, proyectos y presupuesto para la gestión integrada de los recursos hídricos.

2.3. Situación del agua en Loja

Las fuentes principales de abastecimiento de agua para consumo humano en la ciudad de Loja son de origen superficial, no obstante, se conoce que antes de 1950 las viejas casonas se abastecían de agua de pozos, y que actualmente muy pocas los conservan en sus patios o huertas.

El tema de las aguas subterráneas no ha sido estudiado a profundidad, no se conoce su calidad ni volumen, pero parece ser una fuente potencial interesante para el futuro.

La cobertura física de la red de agua potable es del 50% del área urbana, existiendo además un 10% de redes instaladas pero que por deficiencias en su construcción aún no funcionan; el Plan Maestro de Agua Potable prevé en un periodo de cinco años, lograr una cobertura del 100%. Además, existen sistemas de potabilización para sectores periféricos de la ciudad, administrados por la comunidad.

El servicio de agua potable en Loja comienza en el año de 1964 con el tratamiento del recurso proveniente de la fuente de abasto Pizarros; entre 1964 y 1970 se amplía la cobertura y se abastece a la ciudad con agua proveniente de la fuente de abasto El Carmen; estos dos afluentes se consideraron por su cercanía a la ciudad. Debido al aumento de la demanda en 1982 se incorporó la fuente de abasto Jipiro I y en 1992 Jipiro II; cuya infraestructura se amplió y modernizó entre los años 1988 y 1993; actualmente trata 583 l/s.

En 1996 entran en funcionamiento dos pequeñas plantas de tratamiento, localizadas en Motupe y Pucacocha, que conjuntamente proveen 20 l/s a los barrios del norte de la ciudad. En 1997 comienza a funcionar la planta de tratamiento Curitroje-Chontacruz, localizada en el sector suroccidental de la ciudad, la misma que sirve a los barrios del sector occidental. Esta planta se abastece de la quebrada Curitroje, localizada en el sector suroriente de la ciudad. El caudal que esta planta aporta es de 48 l/s.

Cuando se concluya el Plan Maestro de Agua Potable de la ciudad de Loja, entrará en funcionamiento la planta de tratamiento Carigán, con una capacidad inicial de 500 l/s. En el año 2006 comenzó a operar una mínima parte como plan emergente, con un caudal aproximado de 200 l/s.

A medida que la demanda del recurso aumenta, el gobierno autónomo municipal busca otras fuentes de abasto, las cuales son cada vez más alejadas de la ciudad, lo que repercute también en elevados costos de conducción, operación y mantenimiento.

El material del 65% de las redes de distribución es asbesto cemento (AC) y el 35% es de PVC. El número de conexiones domiciliarias municipales en la ciudad es de 25.035 con un consumo promedio mensual de 734.318,00 m³ de agua potable y un promedio de consumo por usuario de 27.49 m³/mes.

El gobierno autónomo municipal cubre el 70% de la demanda de agua potable de la ciudad de Loja; además se cuenta con 3.790 conexiones de los sistemas de agua comunitarios de la

ciudad de Loja, que representan el 10,57% de cobertura. En total, el 80.57 de la población de la ciudad de Loja cuenta con agua potable.

Como se puede apreciar, la infraestructura actual es insuficiente para abastecer a una ciudad como Loja. Sin embargo, existen otros problemas que obligan a racionar el agua, según la Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (UMAPAL) y obedecen a:

1. En época de lluvias, la alta turbiedad del agua cruda que ingresa a la planta de tratamiento Pucará, causada por la erosión y el manejo inadecuado de las cuencas abastecedoras.
2. En épocas de estiaje el caudal de agua cruda que llega a la planta se reduce hasta un 60%, consecuentemente se raciona el recurso en la ciudad.
3. Las pérdidas del recurso en las unidades de conducción, planta de tratamiento, reservas y redes de distribución alcanzan un 40%, las conexiones clandestinas 5%, y los consumos no planillados 15% (servicios e instalaciones municipales que no constan en el padrón de usuarios) lo que totaliza un 60% del caudal total.

2.3.1. Administración del servicio de agua potable

La organización político-administrativa del Estado ecuatoriano reconoce dos ámbitos de gobierno: el régimen seccional autónomo y el régimen dependiente del Ejecutivo. En el primero, las autoridades – a nivel provincial- cantonal y parroquial – son electas en forma democrática y, en el segundo en los mismos niveles son designadas por el presidente de la República.

El gobierno autónomo municipal de Loja orienta su accionar hacia: dotación de sistemas de agua potable y alcantarillado, construcción, mantenimiento, aseo y reglamentación del uso de caminos, calles, plazas, parques y demás espacios públicos, recolección, procesamiento o utilización de residuos, control de alimentos, ordenamiento territorial y control de construcciones, fomento turístico; planifica, organiza y regula el tránsito y transporte terrestre. Además tiene bajo su responsabilidad los aspectos referidos a la educación, la preservación y conservación de los bienes patrimoniales culturales y naturales, construcción y mantenimiento de instalaciones deportivas y de recreación; protección del ambiente y levantamiento del catastro urbano y rural.

Según el Artículo 55, del Código Municipal de la Administración²¹, la estructura interna del gobierno autónomo municipal de Loja cuenta con los siguientes niveles administrativos: legislativo, ejecutivo, asesor, apoyo, operativo y descentralizado.

2.3.1.1. La Unidad Municipal de Agua Potable de Loja

Sustituyendo a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja, en 1999, se crea la Unidad Administrativa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Loja, UMAPAL, esto conforme a los artículos 11 y 21 del Código Municipal de la Administración vigente. Entre sus funciones específicas constan las siguientes:

²¹ Recopilación Codificada de la Legislación Municipal de Loja. 2002

- Proveer, mantener y administrar los servicios públicos de agua potable y alcantarillado de la ciudad y de las parroquias del cantón Loja.
- Planificar, gestionar y ejecutar proyectos prioritarios para el cantón Loja en las áreas de agua potable y alcantarillado.
- Autorizar y supervisar la instalación de redes de distribución de agua potable y de drenaje de aguas servidas y pluviales.
- Aprobar los proyectos de canalización en urbanizaciones nuevas y la supervisión y recepción de los trabajos.
- Recaudación de tarifas y tasas por la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.
- Realizar el plan operativo anual.

Para cumplir con sus funciones, la UMAPAL cuenta con 291 empleados y trabajadores.

El gobierno autónomo municipal de Loja clasifica a los usuarios del servicio de agua potable en las siguientes categorías, según el artículo 34:

1. Categoría Residencial: Son los inmuebles destinados exclusivamente para vivienda.
2. Categoría Comercial: Son los predios destinados a actividades comerciales tales como: estaciones de servicio, lavanderías de ropa, piscinas, hosterías, restaurantes, discotecas, almacenes, terminales terrestres, clínicas, escuelas, colegios privados y similares.
3. Categoría Industrial: Pertenecen a esta categoría los predios en donde se desarrollan actividades productivas como: fábricas de cerveza, bebidas gaseosas,

embotelladoras, mecánicas, camales, fábricas de embudidos, lavadoras de vehículos y otras similares.

4. Categoría Oficial: Se encuentran todas las dependencias del sector público y las que prestan servicios con finalidad social o pública.
5. Categoría Oficial Media: Están las instituciones de asistencia social y educacional gratuitas como: hospitales, dispensarios médicos, asilos, etcétera. La tarifa se aplicará previa petición de la entidad beneficiaria, las mismas que corresponderán al 50 % de la categoría oficial.

UNIDAD	2004			2005		
	Ingresos (Dólares americanos)	Gastos (Dólares americanos)	Superávit/déficit (Dólares americanos)	Ingresos (Dólares americanos)	Gastos (Dólares americanos)	Superávit/déficit (Dólares americanos)
Agua	5660626,59	4737238,27	923388,32	3.048.602,68	2.799.767,10	248.835,58
Alcantarillado	526.671,24	840.845,57	-314174,33	638.110,19	493.606,06	144.504,13
Total	6.187.297,83	5.578.083,84	609213,99	3686712,87	3.293.373,16	393.339,71

UNIDAD	2006			2007		
	Ingreso (Dólares americanos)	Gasto (Dólares americanos)	Superávit/déficit (Dólares americanos)	Ingreso (Dólares americanos)	Gasto (Dólares americanos)	Superávit/déficit (Dólares americanos)
Agua	3898880,98	3.894.506,42	4.374,56	3.100.167,07	1.546.915,44	1.553.251,63
Alcantarillado	1.103.584,26	764.496,86	339.087,40	498.207,38	332.036,56	166.170,82
Total	5.002.465,24	4.659.003,28	343.461,96	3.598.374,45	1.878.952,00	1.719.422,45

Cuadro No. 10. Detalle de ingresos y gastos de la UMAPAL

Elaboración propia con base en datos proporcionados por la Dirección Financiera I. gobierno autónomo municipal de Loja. 2007.

Como se puede apreciar en los cuadros anteriores, los ingresos para el Gobierno Municipal por concepto de la venta del servicio de agua potable son bastante significativos, un tercio del total de su presupuesto, sin embargo, el 30% de éste se destina al pago de remuneraciones, situación que se explica debido a que la municipalidad presta los servicios a la ciudadanía de manera directa.

2.3.2. Tarifas de agua potable en la ciudad de Loja

Las tarifas por concepto de agua potable en la ciudad de Loja se reajustarán máximo dos veces al año con la aplicación de una fórmula polinómica general, cuyas variables con sus subíndices serán definidos por el departamento de Comercialización de la UMAPAL.

En el Artículo 34 del Código Municipal de Servicios Públicos se considerará las variables de la fórmula para el análisis de recaudaciones, llegando más adelante a discrepar acerca del grado de eficiencia de este método.

Para el reajuste de las tarifas de consumo de agua potable se tomará en cuenta las siguientes variables:

$$Pr = P_0 (P1_{B_0} + P2_{C_0} + P3_{D_0} + P4_{E_0} + P5_{F_0} + P_X)$$

Variables	Significado
Subíndice 0	Precios y valores de los componentes de la fórmula correspondiente a operación y mantenimiento del año anterior.
Subíndice 1	Precios de los componentes de la fórmula a la fecha del análisis tarifario.
Pr	Nuevo costo del m ³ de agua potable.
Po	Costo del m ³ de agua potable facturado con tarifas actuales.
P1	Mano de obra (empleados y trabajadores).
P2	Energía eléctrica
P3	Combustibles.
P4	Productos químicos
P5	Depreciación de activos fijos.
Px	Mantenimiento de obras urbanas.
B1	Sueldos y salarios expedidos por la ley, vigentes en la fecha del reajuste tarifario, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales.
B0	Sueldos y salarios expedidos por la ley, vigentes en la fecha del reajuste tarifario, tarifas que se encuentran en aplicación más remuneraciones adicionales y más obligaciones patronales.
C1;D1;E1	Precios de energía, combustible y productos químicos vigentes a la fecha en que se está realizando el reajuste tarifario.
C0;D0;E0	Precios de energía, combustible y productos químicos vigentes a la fecha de la última revisión o reajuste tarifario cuyos valores se encuentren aplicando.
F1	Valor de la depreciación de los activos fijos de la UMAPAL a la fecha en que se está realizando el reajuste tarifario.
F0	Valor de la depreciación de los activos fijos de la UMAPAL a la fecha de la última revisión o reajuste tarifario.
X1	Índice de precios al consumidor a la fecha que se está realizando el ajuste tarifario.
X0	Valor similar considerado en la última revisión o reajuste tarifario.

Cuadro N° 11. Fórmula polinómica para el reajuste de las tarifas de consume de agua potable.

Elaboración propia a partir de información existente en la “Recopilación Codificada de la Legislación Municipal de Loja”, 2002.

Los coeficientes antes mencionados serán calculados en base al costo total anual de los diferentes componentes y la suma de los diferentes indicadores debe ser igual a la unidad:

$$P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + \dots Px = 1$$

En el Artículo 35 del Código Municipal de Servicios Públicos se describen los cargos adicionales, valor que será calculado de acuerdo con la categoría, adicionándole un valor por concepto de “costo de emisión”, calculado de la siguiente forma:

COSTO DE EMISIÓN = 1.10 (costo formato + costo procesamiento)

Donde:

1.10 = factor de incremento por concepto de transporte, de formatos, desperdicios y por cambios, altas y bajas del procesamiento de las planillas de consumo.

Costo Formato = costo unitario de fabricación del formato utilizado para la impresión de la planilla de consumo.

Costo Procesamiento = costo unitario de procesamiento de computadora de cada planilla de consumo, personal involucrado en digitación y procesamiento de cada planilla.

Además, existe dentro del cobro de la tarifa de agua potable un aporte que conformará un fondo denominado “Aporte Planes Maestros”, constituirá el 20% del valor líquido del consumo en el mes según lo establece el Artículo 36 del código antes mencionado.

En el Artículo 37 del mismo Código Municipal de Servicios Públicos, se toma en cuenta la tasa de alcantarillado, indicando que se aplicará un porcentaje al valor de la planilla de consumo de agua mensual, esto dependerá de la categoría y tarifas vigentes, así: a los usuarios que pertenecen a la categoría residencial se les cobrará el 25%, a los usuarios de

la categoría comercial el 50%, a los usuarios de la categoría industrial el 75%, a los usuarios de la categoría oficial el 40% y a los usuarios de la categoría oficial media el 20%. Para determinar las tarifas de agua potable, se aplica en primera instancia la fórmula polinómica general, la misma que fue descrita anteriormente, además cada categoría se encuentra dividida en rangos según los metros cúbicos que se consuman, siendo el rango de 0 a 10 la base a pagar y dándose un incremento en los diferentes rangos por cada metro cúbico consumido a partir de la base. Las figuras 3 y 4 permiten visualizar la evolución de las tarifas de agua en la ciudad de Loja, así como también la evolución del incremento en sus tarifas.

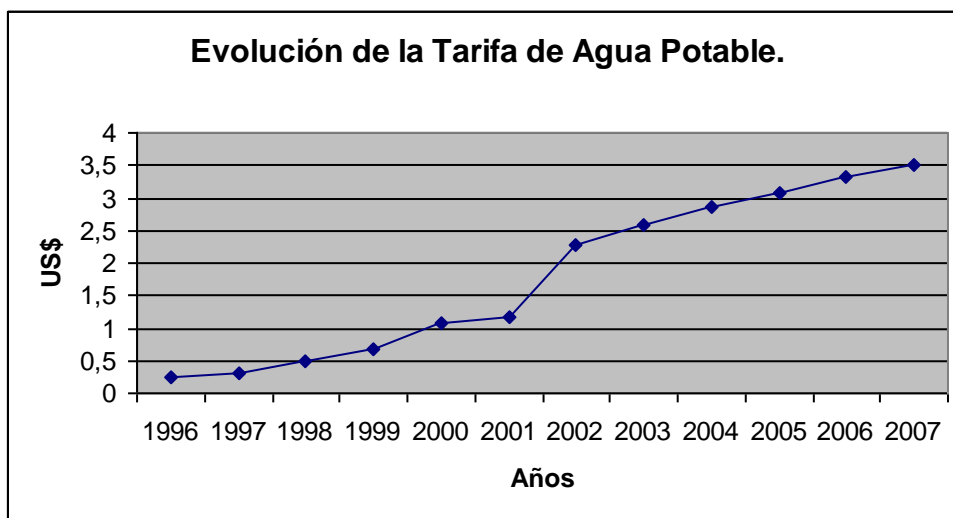


Figura No. 3: Evolución de la Tarifa de Agua Potable de la Ciudad de Loja.

Elaboración propia en base a información de comportamiento de incrementos tarifarios (mes).

Departamento de Comercialización. gobierno autónomo municipal de Loja

Para realizar el análisis de la evolución tarifaria se ha tomado en cuenta el valor económico en cada uno de los años del consumo promedio de agua potable antes mencionado, que es

de 27.49 m³/usuario/mes. Cabe recalcar que éste es el consumo neto dentro de la planilla, habiendo otros rubros antes indicados que no han sido tomados en cuenta para el respectivo análisis.

Se puede observar un incremento paulatino de la tarifa en el periodo 1996 – 2001, en el año 2002 se presenta un significativo incremento de más de un dólar por consumo total para luego registrarse incrementos menores.

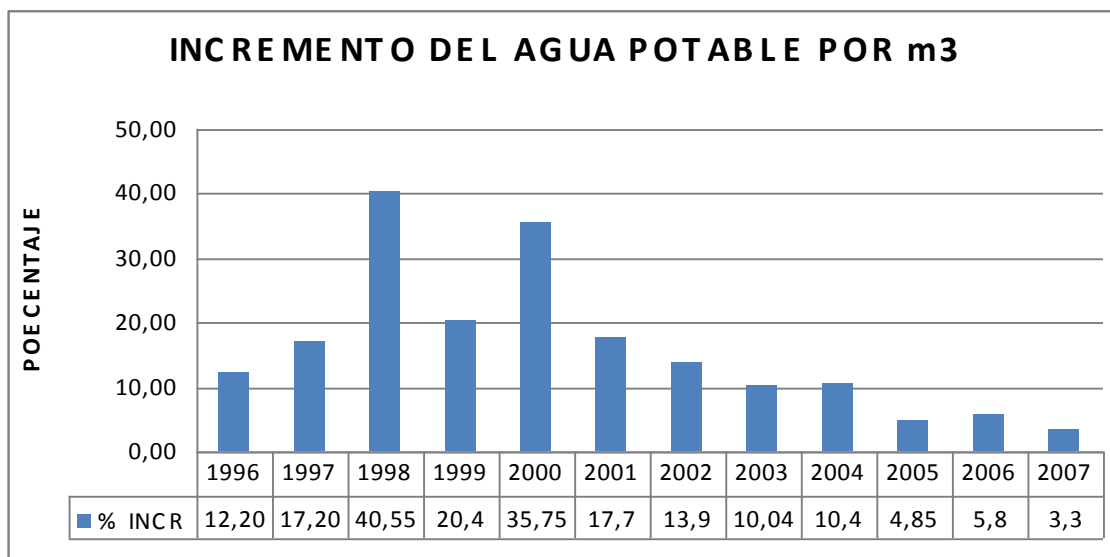


Figura No. 4: Incrementos tarifarios de las diferentes categorías en el servicio de agua potable de la ciudad de Loja.

Elaboración propia en base a la Tabla de Comportamiento de Incrementos Tarifarios. UMAPAL, 1996 - 2007.

Analizando el incremento de las tarifas en las categorías de agua potable, los niveles más altos se registran en los años 1998 (40.55 %) y 2000 (35.75%); llegando prácticamente a

duplicarse en relación con el resto de los años analizados. En el año 2007 se registra el menor incremento debido a que sólo se toma en cuenta el primer semestre.

En la mayoría de los periodos se registran incrementos semestrales regulados por el departamento de comercialización, excepto en los años 1996, 2003, 2004, en los que se registran incrementos anuales.

2.3.2.1. Análisis comparativo de las tarifas de agua potable

En las siguientes tablas se presenta información básica acerca de las tarifas de agua potable en las principales ciudades del Ecuador y de Sudamérica:

Ciudad	País	Usuarios Totales N°	Costo Promedio* US\$/20 m3/ mes	Consumo Promedio* m3/usuario/mes	Costo por m3 US\$
Sao Paulo	Brasil	7406857	19,69	13	0,51
Santiago	Chile	1529367	11,03	24	0,36
Bogotá	Colombia	1386950	24,03	15	1,03
Espíritu Santo	Brasil	648867	18,29	14	0,43
Cali	Colombia	436799	19,74	15	0,78
La Paz	Bolivia	229114	4,55	14	0,31
Panamá	Panamá	199707	6,4	46	0,3
Valparaíso	Chile	82308	16,19	13	0,75
Cochabamba	Bolivia	56148	7,4	17	0,31
Ambato **	Ecuador	36486	-	26,66	0,42
Ibarra**	Ecuador	24984	-	25,26	0,29
Quito****	Ecuador	419845	7,76	34,16	0,27
Cuenca***	Ecuador	78000	6	30	0,2
Loja*****	Ecuador	26710	2,44	23,55	0,21

Cuadro No. 12. Análisis Comparativo de la tarifa residencial de Agua Potable.

* Factura Residencial

Fuentes: Asociación de Entes Reguladores de las Américas. 2003. Las Tarifas de Agua Potable y Alcantarillado en América Latina.

** Valoración del Recurso Hídrico en Microcuencas Abastecedoras de Agua para el Cantón Loja, Naturaleza y Cultura, Loja, Agosto 2006.

*** www.etapa.net.ec/Agua/agua_pot_tar.aspx

**** www.emaapq.com.ec

***** Departamento de Comercialización. Gobierno autónomo municipal de Loja.

Elaboración: propia

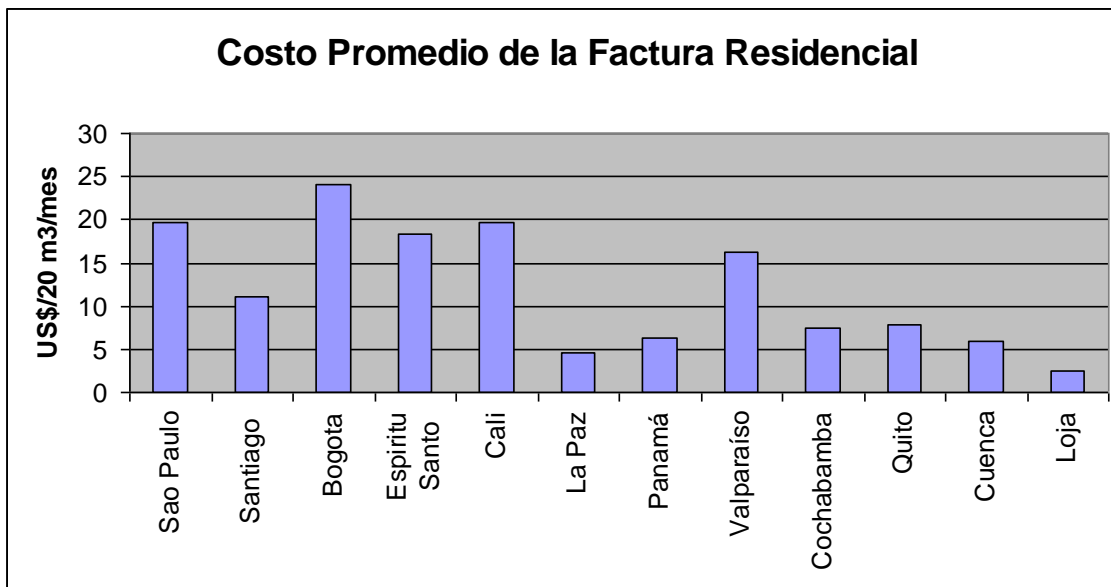


Figura No. 5. Tarifa residencial promedio

Elaboración propia con base en la información presentada en el Cuadro No. 12

En la gráfica anterior se describe el costo promedio en dólares americanos por el consumo de 20 m³ de agua potable*, estos valores están exentos de impuestos administrativos, costos de alcantarillado y otros rubros que suelen incluirse en las planillas de agua potable, observándose así que la ciudad de Loja posee el valor más bajo (\$ 2.44), seguido por La

* Se ha tomado el valor de 20 m³ debido a que es el valor promedio de consumo en las ciudades analizadas.

Paz (\$ 4.55). A nivel de Latinoamérica la ciudad de Bogotá posee el mayor costo (\$ 24.03) por el servicio de agua potable de las ciudades analizadas.

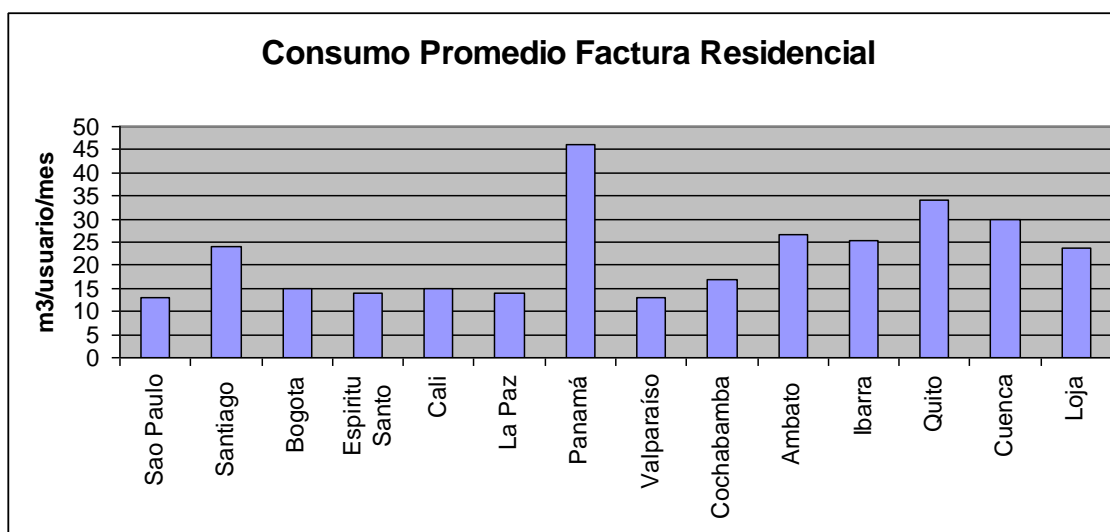


Figura No. 6: Consumo promedio en la factura residencial por consumo de agua potable.

Elaboración propia con base en la información presentada en el Cuadro No. 12.

En la figura No. 6 se observa que la ciudad de Panamá posee el mayor consumo promedio de agua potable. A nivel nacional las ciudades tomadas en cuenta para el análisis se encuentran dentro de niveles altos de consumo, tal es el caso de Quito que consume 34 m³/usuario/mes y el caso más bajo es el de Loja que llega a consumir en la categoría residencial 24 m³/usuario/mes, ubicándose en el sexto lugar de consumo al igual que Santiago, a pesar de que el costo por el agua potable es el más bajo. A nivel latinoamericano la ciudad de Sao Paulo se encuentra dentro del consumo promedio más bajo al igual que Valparaíso, en estas ciudades el costo promedio de la factura está entre las más altas de la región.

A manera de conclusión se puede mencionar que en la mayoría de los países, los reguladores del proceso tarifario ejercen un control paralelo sobre los parámetros de cobertura y calidad, que son los principales determinantes de las necesidades de inversión, y por ende del nivel tarifario. En general, se controlan tanto los niveles de inversión, como los parámetros de calidad y cobertura. De acuerdo a información del Banco Mundial, en Colombia se controla solamente el nivel de inversión y no los parámetros de cobertura y calidad, mientras que en Perú se controlan los parámetros de cobertura y calidad pero no los niveles de inversión. En Panamá y Uruguay, no se ejercen controles sobre ningunas de estas variables.

2.3.3. Calidad del agua potable en la ciudad de Loja

Como se ha planteado anteriormente, la calidad del agua cruda en Loja, por tratarse de fuentes superficiales, se ve afectada por contaminantes provenientes de la actividad humana que se desarrolla en las fuentes de abasto; esto es: ganadería, tala de bosques, labores agrícolas e incendios forestales, además de la erosión por el arrastre de sedimentos en épocas de fuertes lluvias (marzo-abril). La contaminación biológica y física eleva los costos operativos en las plantas de tratamiento, debido al uso de insumos para lograr altos estándares de calidad.

Los procesos de potabilización que se desarrollan en las plantas de tratamiento incluyen fases de coagulación/floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Para controlar el desarrollo efectivo de los diferentes procesos, se realizan análisis físicos, químicos y microbiológicos, en los laboratorios de la UMAPAL.

El análisis más importante es el microbiológico, que se realiza al agua cruda, durante el tratamiento, y también al agua procesada. Adicionalmente, se realizan muestreos diarios en diferentes puntos de la ciudad, para confirmar la ausencia de microorganismos patógenos en la red de distribución de agua potable.

Capítulo 3: Consumo de agua potable en Loja: un análisis empírico con cointegración y vectores autorregresivos (VAR)

Como se ha visto en los capítulos anteriores de este trabajo de investigación, el consumo de agua es un factor fundamental para la existencia de vida, por lo que se considera también como un elemento esencial para alcanzar un desarrollo económico sustentable. Sin embargo, las condiciones en las que se aprovecha este recurso actualmente, implican un deterioro de las fuentes de abasto y de los sistemas de distribución, lo que se refleja principalmente en el limitado acceso de las personas a cantidades suficientes de agua y con la calidad adecuada para su consumo. Por esto es necesario identificar las principales variables que se asocian con su consumo y así poder realizar simulaciones y proyecciones sobre el consumo de agua potable, lo que permitirá incorporar propuestas de regulaciones y de política pública.

Hasta inicios de la década de los '70, el tema de abastecimiento de agua en las ciudades, se trataba principalmente mediante políticas orientadas hacia la oferta (Baumann, 2005), lo que conllevaba la construcción/ampliación de la infraestructura necesaria para obtenerla y distribuirla a la población. Sin embargo, la disponibilidad cada vez más escasa del recurso, el cambio del clima, que traía consecuencias sobre la precipitación o la sequía, el aumento de la población en las ciudades, el uso del recurso para riego, la preocupación sobre temas ambientales, etc., hicieron que se considere el análisis de la disponibilidad de agua desde la demanda. Por lo tanto, si bien la infraestructura es importante para abastecer de agua a una

población, lo es también el uso adecuado del recurso mediante la aplicación de políticas de precios.

En este contexto, el enfoque desde la demanda precisa conocer la manera en que reacciona el consumidor frente a políticas de precios, es necesario también conocer los factores que influyen en el consumo de agua en las zonas urbanas, por lo tanto es importante saber la manera en que varía el consumo en función de ingreso real, la población y los precios relativos.

En Ecuador, desde la Secretaría Nacional del Agua se han hecho estudios desde la oferta, tales como: disponibilidad de agua superficial por habitante, estado de las cuencas hidrográficas, balance hídrico del Ecuador Continental, también se encuentran estudios relacionados con la caracterización hidrogeológica, gestión y monitoreo de aguas subterráneas. Desde la demanda no se ha realizado estudios a nivel de país ni de zonas de planificación; no obstante, por iniciativa de organizaciones nacionales e internacionales no gubernamentales y en coordinación con 14 gobiernos autónomos municipales (que representan el 6,33% del país) se han realizado estudios de valoración económica, con la finalidad de ajustar las tarifas y establecer fondos para conservación y manejo de las cuencas y microcuencas hidrográficas abastecedoras.

3.1. La evidencia empírica

Para la realización de este trabajo y con el fin de obtener los mejores resultados, se utilizó la información estadística disponible en la Unidad Municipal de Agua Potable, aunque en

algunos casos se presenta escasa y en otros con ciertos problemas de consistencia. Ha sido importante la revisión de metodologías y resultados de investigaciones previamente elaboradas²².

La base de datos utilizada en este análisis incluye información anual para el periodo 1964 – 2007, del *consumo general* de agua en la ciudad de Loja. No se dispone de series anuales por categoría de consumo de agua (residencial, comercial, industrial, oficial y oficial media), por lo que fue difícil trabajar con estos datos.

3.2. La demanda de agua

El consumo de agua puede ser aproximado por los usos de ésta fuera del cuerpo de agua, que en principio puede modelarse como la demanda de cualquier otro bien. La teoría económica convencional considera que la demanda de agua es una función de las preferencias de los agentes sujetas a una determinada restricción presupuestal (Varian, 1984; Deaton y Muellbauer, 1980). En términos formales, esto puede representarse como:

$$(1) \quad \max U = U(X)$$

Sujeta a la siguiente restricción presupuestal

$$(2) \quad Y = \sum^i p_i x_i$$

²² Véase por ejemplo Galindo y Montesillo (1999). La Demanda de agua Potable en México: Estimaciones Preliminares, Investigación Económica, Vol. LIX, num 227 enero-marzo, México, 1999.

Donde U representa la utilidad del consumidor, X el vector del conjunto total de bienes disponibles, Y es el ingreso total y p_i los precios del total de mercancías.²³ La solución al problema de maximización del consumidor permite especificar la función de demanda, denominada de tipo marshalliana, para el caso de los usos del agua como:

$$(3) \quad q_i = f(y, p_i)$$

Donde q_i representa la cantidad demandada del bien i , y el nivel de ingreso y p_i es el precio de la mercancía i . Asimismo se asume separabilidad débil en las funciones de demanda y funciones homogéneas de grado cero en precios²⁴.

De este modo, la ecuación de demanda en su forma lineal se define como:

$$(4) \quad q_i = \beta_0 + \beta_1 [y_t / p_t] + \sum \alpha_{ik} [p_i / p_t] + u_t$$

Donde q_i representa el volumen de agua por uso fuera del cuerpo de agua, (y_t / p_t) el ingreso real y (p_i / p_t) el precio relativo del agua. Las letras en minúsculas representan el logaritmo natural de las series. Además, debe considerarse que, la población desempeña un

²³ Para una presentación general de la inclusión de la calidad ambiental en la función de utilidad véase Cropper y Oates (1992).

²⁴ La cantidad demandada de agua es independiente de la cantidad demandada de otros bienes (Varian, 1984).

papel importante en la presión sobre los recursos hídricos, de modo que en la especificación econométrica se define como:

$$(5) \quad ca_t = \beta_0 + \beta_1 * y_t + \beta_2 * pob_t + \beta_3 * pra_t + u_t$$

Donde ca_t representa el consumo de agua, y_t la variable de ingreso real, pob_t es la población, pra_t los precios relativos del agua y u_t es el término de error.

3.3. El modelo VAR con cointegración

Para el consumo de agua en la ciudad de Loja se ha considerado un modelo de vectores autorregresivos (VAR), en el que se consideran las variables consumo, ingreso, población y precios relativos. A partir de la ecuación final del vector de cointegración se realizan pronósticos del consumo de agua ante variaciones en los precios y se presentan escenarios para los años 2015 y 2025.

En este estudio, la especificación utilizada en el modelo de vectores autorregresivos (VAR), incluye el consumo de agua, el ingreso medio real, la población y los precios relativos del agua. El uso de un modelo VAR pretende otorgar más flexibilidad al proceso de estimación, considerando que, para el caso ecuatoriano y de la ciudad de Loja específicamente se carecen de datos confiables respecto al ajuste de los agentes económicos.

Esta estimación, que incluye variables que son normalmente consideradas en una función de demanda tradicional (Deaton y Muellbauer, 1980) o en una función de producción (Varian, 1984), busca evitar problemas de variables omitidas y sus consecuencias negativas sobre los resultados del análisis de cointegración (Stern y Common, 2001)²⁵.

El análisis econométrico del consumo de agua, el ingreso medio real, la población y los precios relativos en un modelo VAR requieren identificar inicialmente su orden de integración y evaluar la presencia de cointegración de las series y las condiciones de exogeneidad del modelo. Ello puede realizarse en el contexto del procedimiento de Johansen (1998) para cointegración. El modelo VAR en su forma general se puede representar como (Johansen, 1995):

$$X_t = \Pi_1 X_{t-1} + \dots + \Pi_k X_{t-k} + \Phi D_t + u_t \quad (1)$$

Donde X representa a un vector que incluye a todas las variables, D_t puede incluir una constante, tendencia y dummies estacionales o de intervención, y u_t es el término de error con media cero y varianza constante. En este caso, bajo la presencia de cointegración, el VAR puede reescribirse en su forma de corrección de error conocida como VECM (Johansen, 1998 y 1995):

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \Gamma_2 \Delta X_{t-2} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k+1} - \delta X_{t-1} + \Phi D_t + u_t \quad (2)$$

²⁵Karina Caballero Güendolain y Luis Miguel Galindo Paliza. (2007). Revista Latinoamericana de Economía “Problemas del Desarrollo”. Vol.38, num.148, enero – marzo.

Donde, bajo cointegración, entonces $\Pi = \alpha\beta'$ (Johansen, 1998). En este caso, los coeficientes del vector β representan los términos de la relación de largo plazo y la matriz α representa la velocidad de ajuste del término de corrección de error. Ello permite identificar las condiciones de exogeneidad débil del sistema a través de la hipótesis nula sobre los coeficientes α (Johansen, 1992; Ericsson e Irons, 1994); y Engle, Hendry y Richard, 1983). Por su parte, las pruebas de no causalidad de Granger pueden realizarse bajo el contexto de cointegración, sobre los parámetros Γ_1 (Ericsson e Irons, 1994). Sin embargo, debe considerarse que las pruebas de cointegración y causalidad no son independientes del VAR. En este sentido, el VECM tiene la ventaja de representar una versión restringida del VAR que toma en cuenta el orden de integración de las series (Favero, 2001). En este trabajo se utiliza un VAR en forma de modelo de corrección de errores para las pruebas de exogeneidad débil y de no causalidad de Granger como consecuencia de la presencia de un vector de cointegración entre las series.

La selección del VAR no es, sin embargo, una tarea sencilla. Esto es, la especificación del VAR puede incluir, además de las variables relevantes, a una constante o tendencia o variables Dummy estacionales o de intervención y debe, asimismo, optarse por restringirlas al espacio de cointegración o dejarlas libres. Ello puede observarse desagregando la especificación del VAR que se utiliza inicialmente para el procedimiento de Johansen (1998):

$$Y_t = \sum^k \Pi_{y,i} Y_{t-i} + \sum^k \Pi_{z,i} Z_{t-i} + \dots + \mu_0 + \mu_1 T + \gamma d_t - \Theta W_t + u_t \quad (3)$$

Donde Y_t representa las variables endógenas, Z_{t-1} son las variables exógenas, μ_0 es un término constante, T es la tendencia, d_t son dummies estacionales, W_t son dummies de intervención y u_t es el término de error con media cero y varianza constante.

La ecuación (3) representa una especificación general desagregada, en donde se pueden anidar distintas opciones propuestas en la literatura econométrica. Sin embargo, debe mencionarse que no existe un consenso sobre cuál es la mejor especificación que debe utilizarse. Por ejemplo, Johansen (1988) propone excluir la constante, la tendencia y las variables Dummies, Johansen (1991 y 1992) propone incluir constante y variables Dummy estacionales, Johansen (1994) ya incluye además de la constante y las variables Dummy estacionales, a la tendencia, Mosconi y Rahbek (1996) sugieren la inclusión de la constante, tendencia, variables Dummy estacionales y variables exógenas y finalmente, Johansen y Nielsen (1993) incluyen constante, tendencia, Dummy estacionales y de intervención. Asimismo, en la literatura aplicada no existe un consenso sobre la necesidad de estimar el procedimiento de Johansen (1988) con variables restringidas o sin restringir. Por ejemplo, algunos autores como Franses (2001) sugieren incluir inicialmente en el VAR a la constante y a la tendencia, mientras que Pesaran y Smith (1998) argumentan que los casos relevantes para el economista aplicado incluyen el uso de una constante restringida, Doornick, Hendry y Nielsen (1998) apoyan una especificación inicial, incluyendo una constante sin restringir y una tendencia restringida; y, Pesarn y Smith (1998) y Doornick, Hendry y Nielsen (1998) sostienen que la inclusión de una tendencia sin restringir es problemática en el proceso de cointegración porque reduce el poder de las pruebas e implica características específicas en las series originales. Esto se debe a que, normalmente

el uso de una constante en el espacio de cointegración implica una tendencia cuadrática en las series en niveles (Mosconi, 1998). En este sentido, la selección de la especificación del VAR se basó en el uso de las pruebas de especificación correcta. De este modo la inclusión o exclusión de la constante dependió de los resultados de las pruebas de correcta especificación (Spanos, 1986) y su inclusión no es necesariamente el procedimiento básico.

La selección del número de rezagos y del rango apropiado de la matriz en el procedimiento de cointegración no son tampoco decisiones independientes (Mills, 1998; y Bahmani-Oskooee y Brooks, 2003).

Este procedimiento resulta fundamental en la medida en que, por ejemplo, un número excesivo de rezagos puede aumentar el error cuadrático medio, mientras que su reducción puede producir patrones de autocorrelación (Ozcicek y McMillan, 1999). Así, la selección del número de rezagos se realizó también de acuerdo con una batería de pruebas de especificación incorrecta, buscando que el modelo no tuviera problemas de autocorrelación o heterocedasticidad y que los errores no rechazaran la hipótesis de normalidad (Spanos, 1986). Además este análisis se complementó con el uso del criterio de información de Akaike sugerido por Mills (1998) y Hatemi (2003) y por el grado de ajuste del VAR en el caso de existir varios vectores de cointegración (Bahmani-Oskooee y Brooks, 2003).

Asimismo, debe considerarse que la posible presencia de cambio estructural en las series económicas utilizadas tiene consecuencias importantes sobre las pruebas de cointegración (Maddala y Kim, 1998). En efecto, Leybourne y Newbold (2000) y Baffes y Le Valle

(2003) argumentan que la presencia de cambio estructural en las series puede traducirse en rechazos espurios en las pruebas de cointegración. De este modo se procedió a analizar la estabilidad del modelo de cointegración de acuerdo con el procedimiento sugerido por Hansen y Johansen (1993). Así, la estabilidad del rango de cointegración se evaluó de acuerdo con la prueba de la traza.

Como ya se señaló, la finalidad del presente trabajo es analizar las relaciones que se establecen entre el consumo de agua, el ingreso medio real, la población y los precios relativos, por lo que se ha considerado como punto inicial la revisión de la estacionariedad de las series²⁶, con esto se busca determinar los componentes tendencial y cíclico, para ello se aplicó, la prueba de no estacionariedad de Dickey y Fuller. El objetivo fundamental es evaluar si las series están influenciadas en el tiempo actual por un cambio en el pasado y el crecimiento a lo largo del tiempo.

Revisadas las series y probada la hipótesis de no estacionariedad de todas las series se procedió a estimar un modelo VAR que en primer lugar estuviera correctamente especificado, es decir que pasara el conjunto de supuestos y también que nos permitiera determinar cointegración por el método de Johansen (1998).

²⁶ Es una práctica común en la macroeconomía descomponer las variables reales, como la producción, y, a veces, las variables nominales, en un componente de crecimiento o componente secular y un componente cíclico Nelson y Plosser (1982).

3.4. Estimación del modelo de consumo de agua en la ciudad de Loja (1964 – 2007)

Los resultados de la revisión de no estacionariedad de las series se resumen en el siguiente cuadro:

		CONSUMO	INGRESO	POBLACIÓN	PRE_RELATIVOS
		T	t	T	T
PRUEBA DE DICKEY-FULLER AUMENTADA		5,591192	-0,70584	5,591192	-0,991685
Test critical values:	1% level	-3,592462	-3,596616	-3,592462	-3,621023
	5% level	-2,931404	-2,933158	-2,931404	-2,943427
	10% level	-2,603944	-2,604867	-2,603944	-2,610263

Cuadro No. 13. Orden de integración de las series

Elaboración propia.

La prueba de Dickey - Fuller Aumentada (ADF, por sus siglas en inglés) (1981)²⁷ nos confirma que todas las series son no estacionarias, y con excepción de los precios relativos en todos los casos son integradas de orden uno $I(1)$, por lo tanto presentan tendencia secular y crecimiento positivo de largo plazo, de tal forma que las series pueden trabajarse con modelos de largo plazo.

²⁷ Dickey y Fuller proporcionan un conjunto de resultados que nos permiten probar la hipótesis de no estacionariedad, la propuesta o estrategia consiste en integrar las dos hipótesis en un modelo común y trabajar con series con un tratamiento especial dependiendo de sus características.

Para capturar los efectos de las series, se especificó un modelo VAR²⁸ con cuatro rezagos y como variable exógena el intercepto, en todas las pruebas desarrolladas se determinó que las series deben estar en logaritmos. La especificación y el resultado general de la estimación de largo plazo es la siguiente:

$$\widehat{C} = \alpha_0 + \alpha_1 C_{t-1} + \alpha_2 C_{t-2} + \alpha_3 C_{t-3} + \alpha_4 C_{t-4} + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \beta_3 Y_{t-3} + \beta_4 Y_{t-4} + \gamma_1 P_{t-1} + \gamma_2 P_{t-2} + \gamma_3 P_{t-3} + \gamma_4 P_{t-4} + \delta_1 PR_{t-1} + \delta_2 PR_{t-2} + \delta_3 PR_{t-3} + \delta_4 PR_{t-4}$$

Donde:

<i>C</i>	Consumo	<i>Y</i>	Ingreso
<i>P</i>	Población	<i>PR</i>	Precios relativos

$$\widehat{C} = -27.1 + 1.87C_{t-1} + 1.87C_{t-2} + 2.21C_{t-3} + 3.0C_{t-4} + 0.04Y_{t-1} - 0.05Y_{t-2} + 0.04Y_{t-3} - 0.09Y_{t-4} - 1.22P_{t-1} - 1.90P_{t-2} - 2.02P_{t-3} - 2.81P_{t-4} + 0.016PR_{t-1} - 0.004PR_{t-2} - 0.06PR_{t-3} - 0.06PR_{t-4}$$

Con el modelo VAR estimado y realizadas todas las pruebas, se puede confirmar que en el largo plazo el consumo de agua está influenciado por el ingreso, la población y los precios relativos. A partir de este modelo se probó cointegración de las series llegándose a confirmar la misma, es decir el conjunto de las series son I(0).

²⁸ $Y_{i,t} = \alpha_{i,t} + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 \beta_{ij} Y_{i,t-j} + \varepsilon_{i,j}$

H0: r <=	Traza	Probabilidad
0	64.779	0.000
1	28.689	0.068
2	6.2472	0.670
3	1.0469	0.306

Cuadro No. 14: Prueba de cointegración basada en el procedimiento de Johansen (1988) y de Hansen y Johansen (1993)

Notas: Traza = prueba de la traza. r = número de vectores de cointegración

Elaboración propia.

El vector de cointegración determinado es:

$$VC = 1 * LC + 0.8511 * LY + 0.61 * LP - 0.057 * LPR$$

Los determinantes de corto plazo los encontramos a partir de las series no estacionarias de orden uno I(1) para el consumo, ingreso y población, mientras que los precios relativos son de orden dos I(2).

La estimación de corto plazo que contiene la mayor cantidad de explicación del consumo, se estimó por el método de mínimos cuadrados ordinarios con una muestra de cuarenta y dos datos, y los resultados de la misma se presentan en el siguiente cuadro:

Variable	Parámetro	Error stand	t	Prob.
C	0.170549	0.040665	4.194003	0.0002
D(INGRESO)	0.035466	0.016039	2.211161	0.0333
D(INGRESO)(-1)	0.043023	0.016498	2.607804	0.0131
DUMMY	0.047846	0.006383	7.496341	0.0000
VC(-1)	-0.004741	0.001671	-2.837312	0.0073

Cuadro 15: Estimación de corto plazo

Elaboración propia.

$$\hat{C} = 0.17 + 0.048 * D + 0.035 * \Delta Y + 0.043 * \Delta Y_{t-1} - 0.048 * VC_{t-1}$$

Por lo tanto, en el corto plazo el ingreso actual afecta 0.035, es decir a medida que se incrementa en uno el ingreso actual, el consumo de agua se incrementa en ese mismo valor, lo mismo sucede con el ingreso del año anterior que afecta en una proporción mayor o igual a 0.043, por lo tanto se puede concluir que el ingreso es el factor que más influye en el consumo del agua. Asimismo, han existido factores exógenos que han afectado al consumo, esto se refleja en la inclusión de las variables Dummy para los años 1979, 1987, 1989, 1990 y 2001. La variable Dummy indica que en los años citados el consumo se ha incrementado en 0.22 (0.17 + 0.048), en cambio que en el resto de años otros factores han hecho que el consumo se incremente 0.17. La gráfica siguiente evidencia las variaciones en el ingreso.

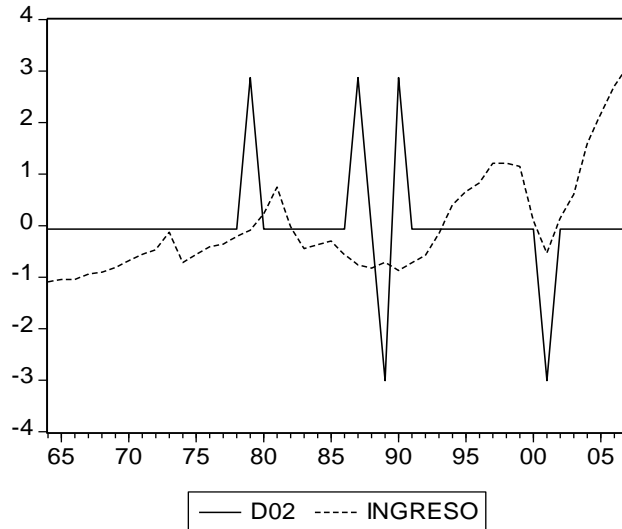


Figura No. 11 Variaciones en el ingreso

Elaboración propia.

La bondad de ajuste del modelo se resume en el cuadro siguiente:

R-cuadrado	0.716746	Media var depend	0.058712
R ² Ajustado	0.686124	S.D. var depend	0.024765
S.E. de la regresión	0.013874	F-statistic	23.40620
Durbin-Watson	1.602739	Prob(F-statistic)	0.000000

Cuadro No. 16. Pruebas de diagnóstico sobre el procedimiento de Johansen

Notas: r = coeficiente de determinación; S.E = error estándar; Durbin-Watson = prueba de autocorrelación

Elaboración propia.

En general, se evidencia una buena bondad de ajuste, tanto en el coeficiente de determinación 72%, como en el error estándar de la regresión 0.014. Asimismo, el modelo pasó las pruebas de correcta especificación, por lo tanto es lineal, homocedástico, no autocorrelacionado, los residuos están distribuidos normalmente y los parámetros son estables a lo largo del tiempo.

El ajuste de la estimación y los residuos que se generan se presentan en el gráfico siguiente:

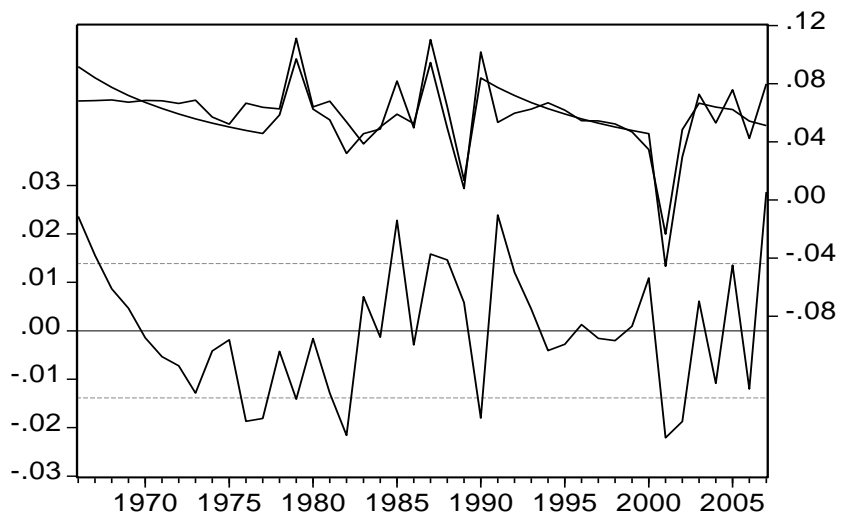


Figura No. 12. Ajuste de la estimación y los residuos

Por lo tanto, el consumo de agua en el corto plazo, se puede explicar por las variaciones que existen en el ingreso; en el largo plazo también influye la población, el ingreso y la tarifa establecida como costo del servicio.

3.5. Escenarios de consumo y disponibilidad de agua, año 2015

Las gráficas siguientes permiten observar la distribución del consumo y disponibilidad de agua para el año 2015 bajo diferentes escenarios propuestos.

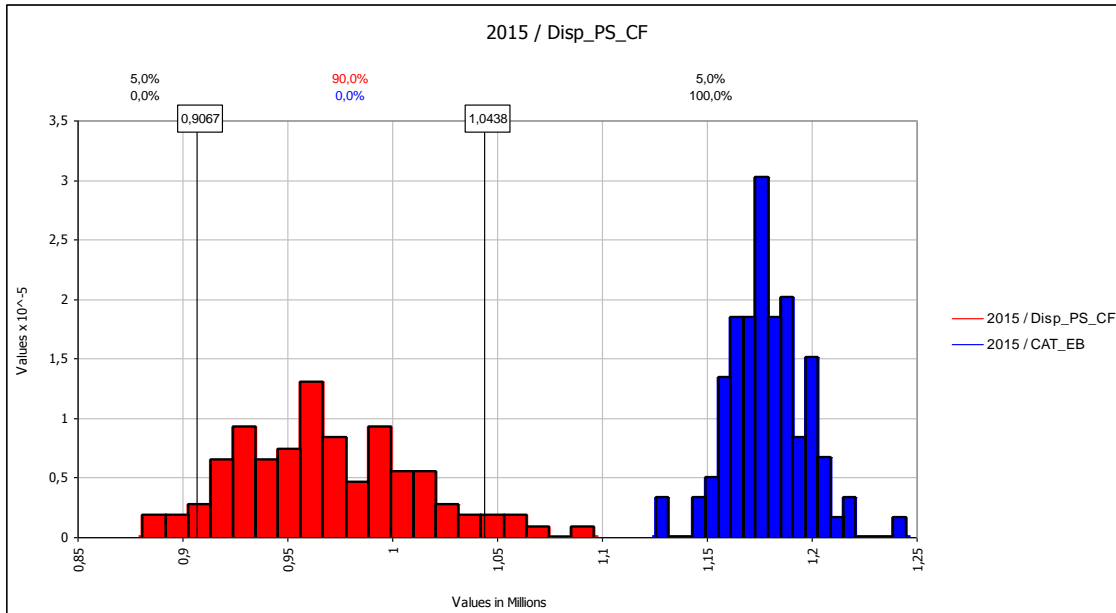


Figura No. 13. Escenario considerando una disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y el escenario base de demanda.
Elaboración propia.

Las gráficas en general muestran la función de distribución de probabilidad asociada con la serie pronosticada, con lo que se resalta la incertidumbre asociada a los pronósticos realizados. En este caso, la gráfica azul representa el pronóstico para el consumo total de agua y la gráfica roja su disponibilidad total. Con un 90% de probabilidad la disponibilidad de agua en la ciudad de Loja, para el año 2015 se encontrará entre valores de 0.9067 y 1.0438 millones de metros cúbicos. En general la gráfica muestra que bajo el escenario base (EB, sin incremento en los precios) pronosticado, la distribución de probabilidad del Consumo de Agua Total (CAT) supera por completo la Disponibilidad (DISP) para el año 2015. Bajo este escenario, existe un 100% de probabilidad de que los valores pronosticados de CAT excedan la disponibilidad de agua; además existe un riesgo de que las cantidades de CAT lleguen a valores extremos cercanos a los 1.25 millones de metros cúbicos, con lo

que supera la media de disponibilidad (aproximadamente 1 millón) en 0.25 millones de metros cúbicos sólo en sus valores extremos.

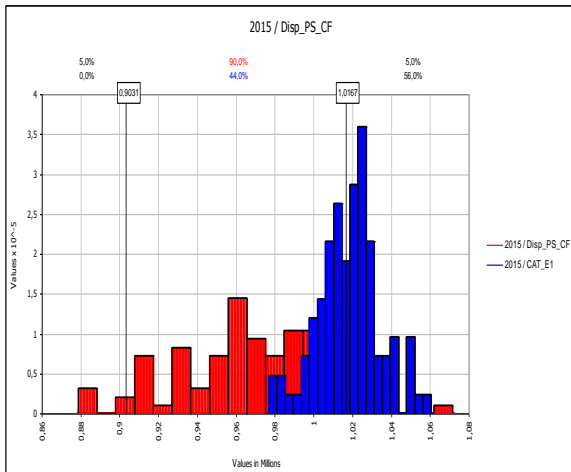


Figura No. 14. Escenario considerando una disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y un incremento anual de 5% en los precios relativos

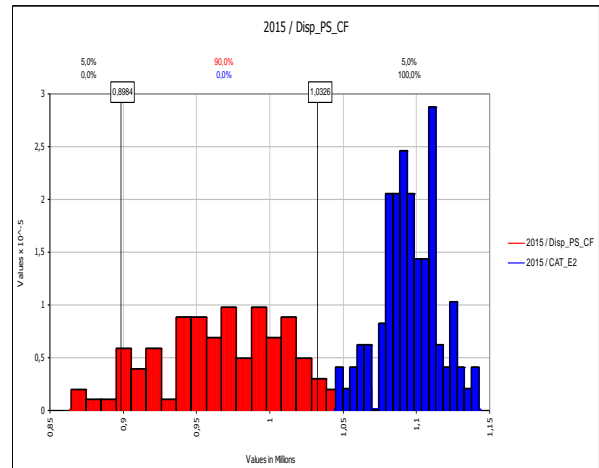


Figura No. 15. Escenario considerando una disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y un incremento de 10% en los precios relativos

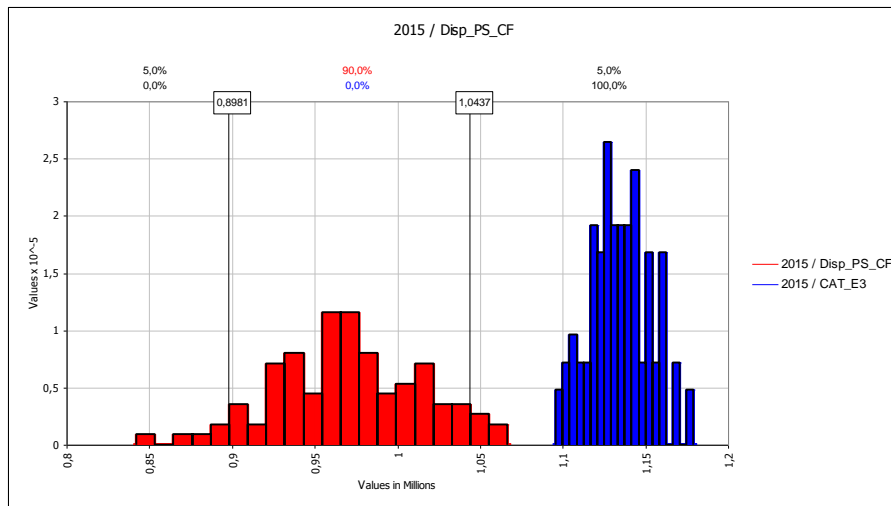


Figura No. 16. Escenario considerando una disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y un incremento anual de 20% en los precios relativos

Estas gráficas presentan diferentes escenarios para el año 2015, bajo la premisa de que no hay tratamiento de las fugas existentes en la red de distribución de agua potable en la

ciudad de Loja, pero se registran incrementos anuales de los precios relativos en 5, 10 y 20%, si bien la demanda disminuye su ritmo, la disponibilidad del recurso no será suficiente.

3.6. Escenarios de consumo de agua considerando incrementos en los precios, año 2025

Sobre la base de la ecuación final del vector de cointegración:

$$ecm = 1 - 0.85110 * lymr - 0.61863 * lpob + 0.057524 * lpre$$

Se realizaron pronósticos que permiten conocer la posible trayectoria media (amarillo) de consumo de agua en la ciudad de Loja, con sus respectivas bandas de probabilidad a una desviación estándar (rojo) y banda de probabilidad para el 95% de las observaciones.

La gráfica No. 17 permite observar que incrementos anuales en los precios relativos de agua potable del 5%, 10% y 20%, no disminuyen la tendencia creciente del consumo de agua sino que únicamente disminuyen su ritmo de crecimiento. Asimismo, se observa que un incremento anual de 20%, disminuye considerablemente el nivel de consumo de agua.

Es decir, si utilizamos únicamente los precios como mecanismo de control, se requerirá de un considerable incremento en los mismos, para disminuir los niveles de consumo. Esto se evidencia en la siguiente gráfica:

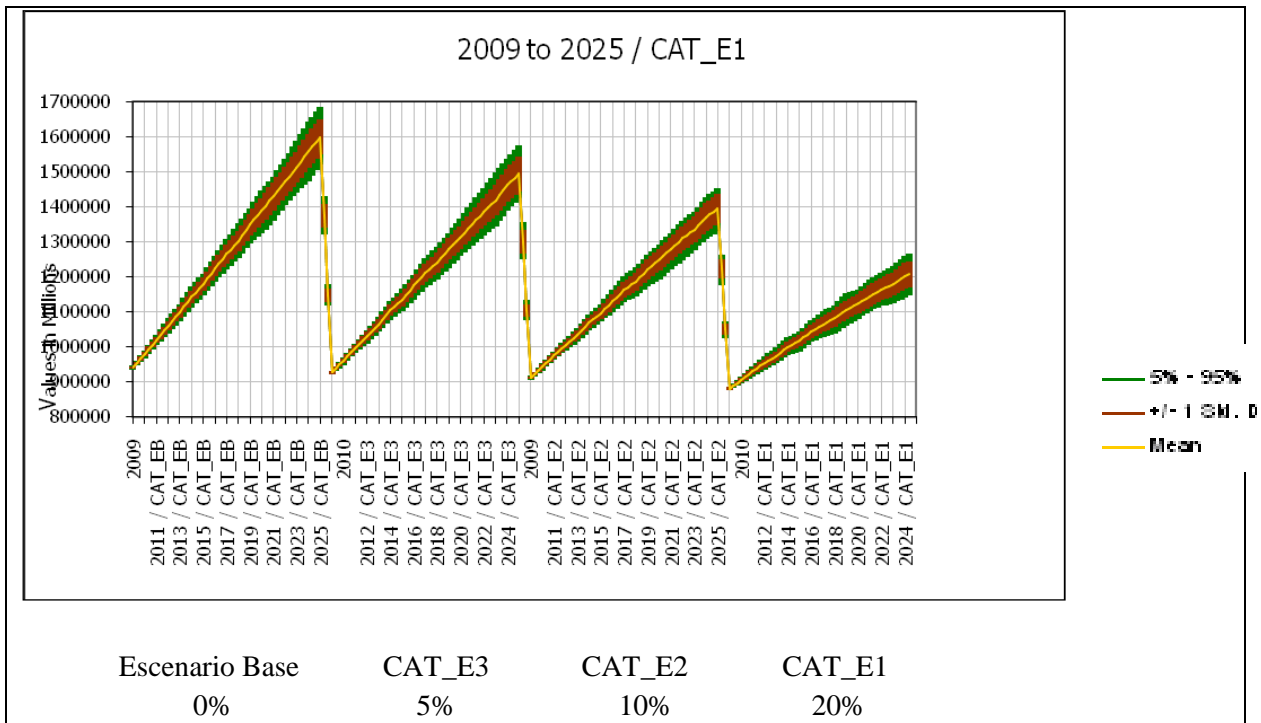


Figura No. 17: Bandas de probabilidad para diferentes escenarios pronosticados del consumo de agua (valores en metros cúbicos)

En Ecuador no se han realizado estudios que revelen la elasticidad precio del agua potable a nivel de país, sin embargo en la ciudad de Loja la elasticidad precio es cercana a la media internacional de -0.43 , según Dalhuisen et al. (2003). Aun cuando la elasticidad precio del agua es menor a 1, si la disponibilidad del recurso es cada vez menor y se registran aumentos de la población; la aplicación de políticas de incremento en los precios pueden ayudar a controlar el consumo y disminuir la necesidad de recurrir a nuevas fuentes de abasto, que son muy costosas debido a las obras de infraestructura que requieren. Por lo tanto, el aumento de las tarifas generará más recaudación total para el organismo operador de agua (Agthe y Billings 2003).

Aunque un aumento de las tarifas es una opción viable para controlar y reducir el consumo, esta medida sólo funcionará adecuadamente si se suman mejoras en la gestión y eficiencia administrativa de la Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja (UMAPAL). Es conveniente mejorar los mecanismos para el registro de los usuarios que actualmente están fuera del padrón (usuarios clandestinos). Además, alrededor del 40% del vital líquido se pierde debido a fugas en la red de distribución, por lo que es necesario que los recursos adicionales obtenidos por el aumento en la tarifa se destinen al mantenimiento de las tuberías y mejoramiento de la red de distribución.

Respecto a la relación entre los niveles de ingreso y el consumo de agua, el resultado es positivo con niveles de la elasticidad por debajo de uno. Esta relación positiva se explica debido a que cuanto mayor es el ingreso, la factura por consumo de agua tiene un peso menor en el presupuesto, tendiendo a usar en mayor medida el recurso, el uso de electrodomésticos que requieran consumo de agua será mayor, así como también lo será la probabilidad de disponer áreas verdes y piscinas privadas. En los hogares con bajos ingresos la factura por consumo de agua puede tener un efecto inequitativo, pues reduce significativamente en términos relativos su conjunto presupuestario.

Según Griffin (2006), el esquema tarifario debe considerar aspectos tales como garantía de suficiencia en los ingresos, eficiencia económica, equidad y justicia, simplicidad y legalidad. Sin embargo, las decisiones de consumo de agua no sólo dependen de factores económicos, sino también de juicios de valor que no se pueden incluir en la tarifa. En función de las percepciones que los consumidores tengan de su entorno social y ambiental,

sus decisiones de consumo estarán influidas por cuestiones morales, y no únicamente por los precios.

Los aspectos de equidad y justicia en el consumo de agua, se pueden considerar solamente si se incluye en el análisis algunas cuestiones éticas que argumenten la reflexión sobre las posibilidades actuales de consumo de otros individuos, así como también de las posibilidades futuras de consumo de las generaciones que habitarán la misma ciudad.

Para Merrett (1997) es viable incluir aspectos como reutilización interna y externa, tecnología de consumo, planeación del uso de la tierra e iniciativas educacionales, en complemento con la aplicación de tarifas.

3.7. Escenarios de consumo y disponibilidad de agua, año 2025

Para el año 2025 se han pronosticado escenarios (gráficas No. 18, 19, 20, 21, 22 y 23) considerando un consumo de agua total (base), e incrementos en los precios relativos del 5, 10 y 20%; para una disponibilidad del recurso con dos escenarios: con fugas en la red de distribución de agua potable y sin fugas (bajo la premisa de que se mejora la red distribución).

De acuerdo con los escenarios pronosticados, tenemos que el “ideal” es el que considera una disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y un incremento anual de 20% en los precios relativos (gráfica No. 23), ya que la distribución de Consumo de Agua Total (CAT), está completamente dentro de la distribución de disponibilidad, así en sus

valores medios se garantiza que el CAT sea igual a la disponibilidad. Existiendo un 5% de probabilidad de que la disponibilidad sea mayor al Consumo.

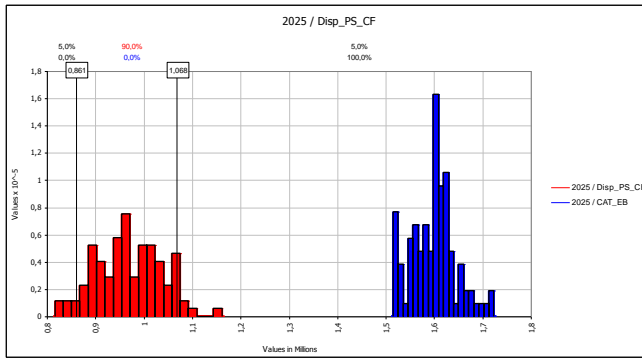
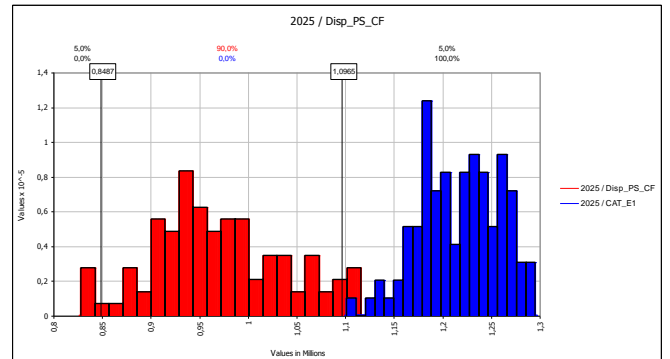
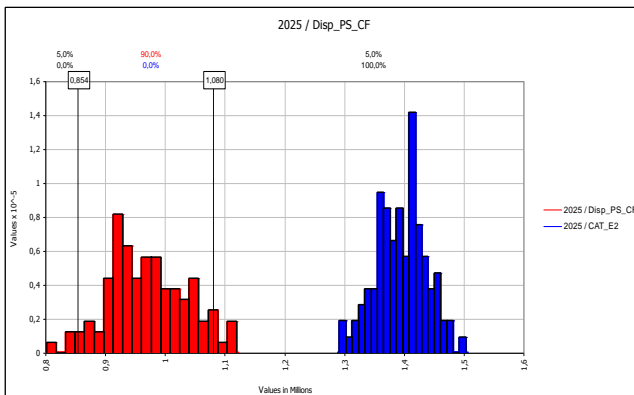


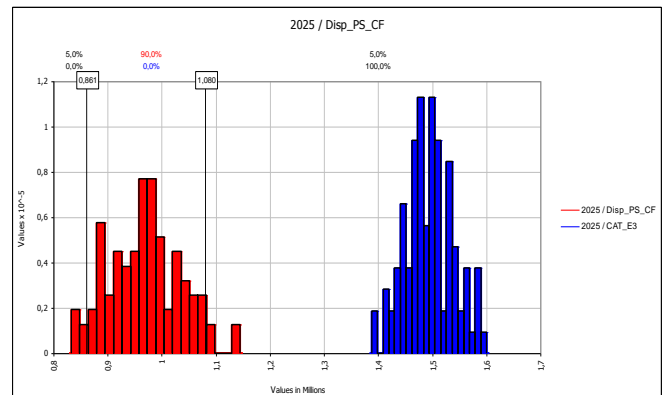
Figura No. 18. Escenario considerando una disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y el escenario base de demanda.
Elaboración propia.



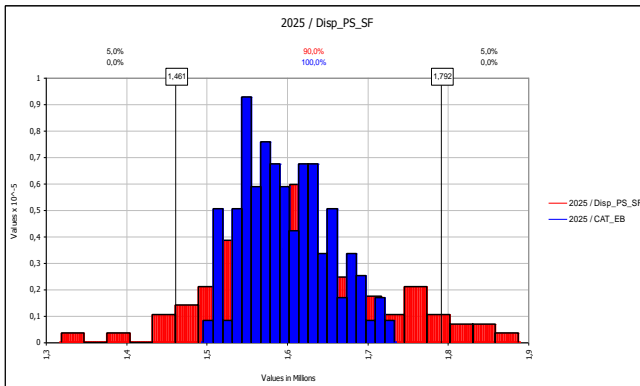
Grafica No. 19. Escenario considerando una disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y un incremento anual de 5% en los precios relativos.
Elaboración propia.



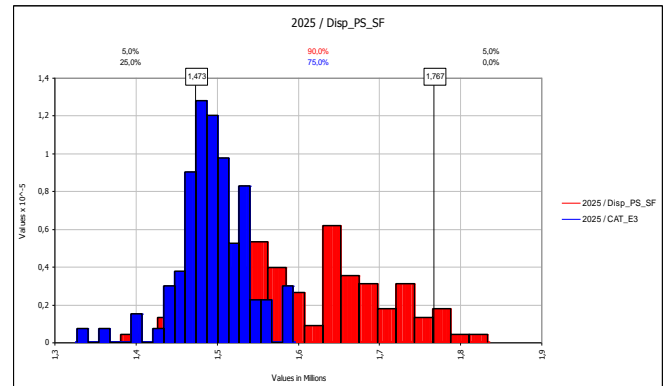
Grafica No. 20. Escenario considerando una disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y un incremento anual de 10% en los precios relativos.
Elaboración propia.



Grafica No. 21. Escenario considerando una disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y un incremento anual de 20% en los precios relativos.
Elaboración propia.



Grafica No. 22 Escenario considerando una disponibilidad sin fugas en la red de distribución de agua y un escenario base de demanda.
Elaboración propia.



Grafica No. 23. Escenario considerando un escenario de disponibilidad con fugas en la red de distribución de agua y un incremento anual de 20% en los precios relativos.
Elaboración propia.

3.8. Distribución de consumo de agua potable. Distintos escenarios, año 2025.

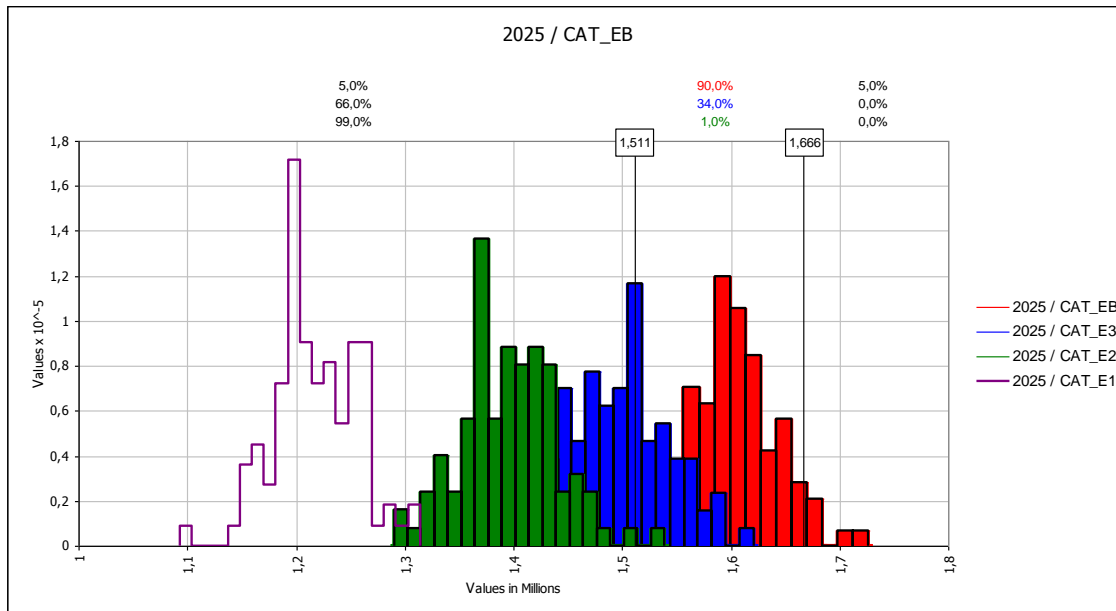


Figura No. 24: Distribución de consumo de agua potable. Distintos escenarios, año 2025: incremento en precios del 5% (E1), 10% (E2), 20% (E3)
Elaboración propia.

Esta última gráfica compara los valores de todos los pronósticos para el año 2025 y resalta la manera en que la elección del escenario se hace importante en el tiempo, ya que ésta nos puede llevar a valores altos o reducidos de consumo. Se evidencia que las políticas de precios pueden ser efectivas para controlar el consumo de agua, sin embargo los resultados serían mejores si éstas van acompañadas de mejoras en la calidad de la red de distribución del agua potable.

Capítulo 4: Conclusiones y comentarios generales

Siendo el agua un recurso esencial para el crecimiento y desarrollo económico de cualquier sociedad, las autoridades responsables de la administración de este recurso deben tomar en cuenta las necesidades de la población, así como también la protección y restauración de la calidad del recurso hídrico y de los ecosistemas. El análisis realizado en el presente trabajo permite inferir las siguientes conclusiones:

- Debido a la creciente importancia de analizar el consumo de agua desde la demanda, instituciones como la Secretaría Nacional del Agua y gobiernos autónomos municipales, deben mejorar el acceso y la calidad de la información tanto a nivel nacional como local, esto con el fin de que se realicen estudios para planificar la dotación de agua en las ciudades de Ecuador, pues si bien el presente trabajo muestra una visión para la ciudad de Loja, resulta fundamental conocer las necesidades de cada provincia y del país en general, para que las políticas que se diseñan se acerquen lo más posible a un óptimo resultado.
- En el periodo comprendido entre 1950 y 2006, la población de la zona urbana del cantón Loja ha tenido una tasa de crecimiento de 4.05%, lo que ha ocasionado un incremento en la demanda de agua potable, consecuentemente el gobierno autónomo municipal ha identificado y construido nuevas fuentes de abasto que están cada vez más alejadas de la ciudad, lo que repercute en elevados costos de conducción, operación y mantenimiento.
- En la ciudad de Loja sólo el 70.66% de la población se beneficia del servicio de agua potable, con el consecuente déficit de 28.34%.

- La evidencia disponible indica que el consumo de agua en Loja, muestra un comportamiento regular que responde a factores económicos (ingreso, precios), poblacionales y de disponibilidad del recurso.
- Las estimaciones realizadas indican que la demanda de agua puede modelarse como la demanda de cualquier otro bien. Es decir, el consumo de agua es una función del ingreso, de los precios relativos y de la dinámica de la población.
- En el corto plazo el ingreso actual afecta 0.035, es decir a medida que se incrementa en uno el ingreso actual, el consumo de agua se incrementa en ese mismo valor, lo mismo sucede con el ingreso del año anterior que afecta en una proporción mayor o igual a 0.043. Por esto, se puede concluir que en el corto el consumo de agua se puede explicar por las variaciones en el ingreso.
- Asimismo, han existido factores exógenos que han afectado al consumo, esto se refleja en la inclusión de las variables Dummy para los años 1979, 1987, 1989, 1990 y 2001. La variable Dummy indica que en los años citados el consumo se ha incrementado en 0.22 ($0.17 + 0.048$), en cambio que en el resto de años otros factores han hecho que el consumo se incremente 0.17.
- En el largo plazo, en el consumo de agua influye la población, el ingreso y la tarifa establecida como costo del servicio.
- Siendo la elasticidad precio del agua menor a 1, si la disponibilidad del recurso es cada vez menor y se registran aumentos de la población; la aplicación de políticas de incremento en los precios pueden ayudar a controlar el consumo y disminuir la necesidad de recurrir a nuevas fuentes de abasto.

- La elasticidad ingreso entre cero y uno, se explica porque la mayor parte del consumo de agua es para uso de primera necesidad, esto provoca que las variaciones en el ingreso conlleven cambios menores que proporcionales en la demanda de agua.
- Los pronósticos realizados revelan que incrementos anuales en los precios relativos de agua potable del 5%, 10% y 20%, no disminuyen la tendencia creciente del consumo de agua sino que únicamente disminuyen su ritmo de crecimiento. Un incremento anual de 20%, disminuye considerablemente el nivel de consumo de agua.
- Es importante considerar que las políticas de precios son costo-efectivas; sin embargo, al momento de su aplicación es necesario crear mecanismos complementarios para disminuir el riesgo de aplicar políticas no efectivas.
- La legislación local (Ley de Régimen Municipal) y nacional (Ley de Aguas y su reglamento) necesitan ser revisadas, pues se encuentran desactualizadas.
- Existe una deficiencia en la red de distribución de agua potable, ya que un 40% son pérdidas del líquido por lo defectuoso del sistema y un 20% adicional son conducciones clandestinas y servicio no planillado (fuera del padrón de usuarios), quedando solamente un 40% para servicio de agua potable planillado.
- El gobierno autónomo municipal de Loja tiene un plan institucional para la conservación de las microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad; sin embargo, es necesario actualizarlo y fortalecerlo. También es necesario fortalecer la capacidad de gestión y la voluntad política de los tomadores de decisiones.

- En las microcuencas que abastecen de agua a la ciudad de Loja, se evidencia un deterioro de la biodiversidad y la disminución paulatina de la disponibilidad del recurso hídrico, por lo que el gobierno autónomo municipal con el apoyo de la Corporación Naturaleza y Cultura Internacional han aplicado políticas relacionadas con la declaración de utilidad pública con fines de expropiación, de tal manera que el 20% del área de importancia hídrica, es actualmente administrado por NCI y el gobierno autónomo municipal de Loja.

Capítulo 5

Recomendaciones de política pública

La evidencia presentada en este trabajo permite sugerir algunas propuestas de política pública para controlar el consumo de agua, las que se presentan a continuación:

- A nivel agregado, se observa que el consumo de agua tiene comportamientos regulares que pueden identificarse a través de considerar factores económicos, por lo que resulta eficiente diseñar políticas públicas para controlar el consumo con fundamentos económicos.
- El análisis realizado sugiere entonces la aplicación de líneas estratégicas básicas: 1) Aplicar políticas de precios que permitan controlar el consumo de agua. 2) Aplicar regulaciones que complementen y consoliden los patrones de consumo de agua. 3) Reducción de fugas en la red de distribución de agua). 4) Pagos por servicios ambientales.
- La aplicación de políticas impositivas de precios deben incluir a todo el mercado de agua, es decir a los usuarios de todas las categorías registradas en el gobierno autónomo municipal (residencial, comercial, industrial, oficial y oficial media), y complementarse con estrategias ambientales y de regulación. Las simulaciones muestran que incluso aumentos moderados en los precios relativos, tienen impactos en el consumo, pero son insuficientes para reducir o mantener constante los niveles de consumo (por ejemplo: incrementos de 5% no reducen considerablemente el consumo pero sí influyen en su trayectoria en el mediano

plazo). Estos incrementos en los precios generan ingresos, disminuyen el ritmo de consumo y pueden aplicarse mediante ordenanzas municipales.

Los resultados presentados indican que es necesario también utilizar regulaciones que complementen el aumento de los precios, entre las que se incluyen:

- En el gobierno autónomo municipal de Loja es necesaria la creación de una unidad departamental encargada específicamente del manejo y conservación de las microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad de Loja, asegurando de esta manera la sostenibilidad del recurso.
- Mejorar la calidad de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Loja, y disminuir la cantidad de líquido que se desperdicia en la distribución.
- Aplicación total de la ordenanza para la protección de las microcuencas y otras áreas prioritarias para la conservación del cantón Loja, aprobada el 19 de julio de 2007; que considera en los artículos actividades de ordenamiento territorial tomando como variables la aptitud del suelo, la cobertura vegetal y la importancia hídrica, la prevención de incendios, protección de flora, obras públicas prioritarias, investigación y vigilancia, descartando toda actividad que vaya en contra del abastecimiento de agua en calidad y cantidad.
- Considerar el criterio de las comunidades presentes en la zona al momento de ejecutar actividades de conservación de las microcuencas.
- Es necesario evaluar incentivos que sean llamativos para la conservación privada, asegurando a lo largo del tiempo la sostenibilidad del recurso en cantidad y calidad.

- El diseño de Servidumbres Ecológicas como una herramienta jurídica de conservación puede ser un proyecto alternativo y/o complementario al incremento en los precios y a lo descrito en la ordenanza municipal, debido a que está legalmente respaldado por la legislación ecuatoriana y se han tenido buenas experiencias en Ecuador²⁹ Centro y Sudamérica³⁰.

²⁹ Jatun Sacha y Corporación Health & Habitat. 1999. Tena

Fundación Ceiba y Fundación for Tropical Conservation. 1999. Quito

Ministerio del Ambiente del Ecuador y Dr. Servio Aguirre Villamagua 2004. Loja

³⁰ México (1998), Guatemala (1998), Paraguay (2000), BÉlice (2001) y Honduras (2001).

Capítulo 6: Bibliografía

- Acquatella, J. (2001). *Aplicación de Instrumentos Económicos en la Gestión Ambiental de América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes*. CEPAL/PNUD. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, n. 31. Chile.
- Aguilera Klink, F. (Ed.) (1995). *Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional*. Textos de Ciriacy-Wantrup, S.V.; Kapp, K.W. Madrid: Fundación Argentaria.
- Aguirre, C. (2005). *Instrumentos Jurídicos para la Conservación Privada*. BOPRISUR. Ecuador
- Aguirre, N. (2004). *Plan de Manejo de la Microcuenca San Simón*. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.
- Alvarado, R. (2005). *Plan de Manejo de la Microcuenca Shucos*. Grupo de Consultores Asociados. Loja-Ecuador.
- Avendaño, R.; Miranda, F. (2005). *Instrumentos económicos de gestión ambiental y su potencial de aplicación al manejo de zonas marino-costeras en Costa Rica*. Programa de Acción Mundial para la Protección del Ambiente Marino Frente a las Actividades Realizadas en Tierra. Costa Rica.
- Azqueta Oyarzun, D.; Ferreiro Chao, A. (Eds.) (1994). *Análisis económico y gestión de recursos naturales*. Madrid: Alianza Editorial.
- Barzev, R. (2003). *Propuesta de Ajustes en los Cánones de Concesiones de Agua para Diferentes Usos en la Cuenca de Río Humuya (proyecto piloto para implementar cambios en la ley de agua de Honduras)*. Honduras
- Baumann, D. D., J. J. Boland y W. M. Hanemann (1998) "Urban Water Demand Management and Planning". New York: McGraw-Hill.
- Beltratti, A. (1995). Growth with natural and environmental resources. *Fondazione EM Working Paper*, 58. Rome.
- Bell, D. R. y R. C. Griffin (2011) "Urban Water Demand with Periodic Error Correction", *Land Economics*, 87(3).

- Bergh, J.C.; Van den, J.M.; Hofkes, M. W. (1997). A survey of Economic Modeling of Sustainable Development. *TI Discussion Paper 97/107-3*. Tinbergen Institute Amsterdam-Rotterdam. The Netherlands.
- Brundtland, G.H. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.
- Camaren, (2002). *Foro de los Recursos Hídricos*. Documentos de Discusión. Quito, Ecuador.
- CEDA, TNC/UTR, Ecodecisión (1999). “Instrumentos Legales de Conservación”, *Manual de Servidumbres Ecológicas*. Quito-Ecuador.
- CEDARENA. (1998). *Conservación de Tierras Privadas en América Central*. Costa Rica.
- CEPAL. (1992). *Propuesta Para el Ordenamiento de los Sistemas de Gestión del Agua en los Países de la Región*. Chile.
- CEPAL. (1993). *Políticas de Gestión Integral del Agua y Políticas Económicas*. Chile.
- CEPAL. (2000). *Instrumentos Económicos para el Control de la Contaminación del Agua: Condiciones y Casos de Aplicación*. Chile.
- Clark, C. W. (1991). “Economic Biases against Sustainable Development”. En: Costanza, R. (Ed.). *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*. New York: Columbia University Press.
- Coase, R. H. (1960). “The problem of social cost”. En: *The Journal of Law and Economics*.
- Common, M.; Perring, C. (1992). *Towards an Ecological Economics of Sustainability. Ecological Economics*.
- Consejo Nacional de Recursos Hídricos. (1998). *Estrategia para el Manejo de los Recursos Hídricos del Ecuador*. Talleres. Quito-Ecuador.
- Costanza, R.; Cumberland, J.; Daly, H.; Goodland, R.; Norgaard, R. (1999). *Introducción a la Economía Ecológica*, 1a Ed. en inglés de 1997. Madrid: AENOR.
- Costanza, R.; Daly, H. E. (1992). *Natural capital and Sustainable Development*. Conservation Biology.
- Costanza, R.; Patten, B.C. (1995). *Defining and predicting sustainable. Ecological Economics*.
- Corral A.; Hidalgo R. (2006). “Decídete a Conservar”. En: *Guía para la Conservación en Propiedades Privadas*. CEDA. Quito-Ecuador

- Crespo, R. (2006). *Derecho Ambiental*. Texto - Guía. 2da edición. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.
- Daly, H. (1989). "Sustainable Development from concept and theory towards operational principles". En: *Population and Development Review*.
- Daly, H. (1990). "Toward some operational principles of sustainable development". En: *Ecological Economics*, v. 2, n. 1.
- Daly, H. (1994). "Operationalizing Sustainable Development by investing in natural capital". En: Jamsson, A.M.; Hammer, M.; Folke C.; Costanza, R. (Eds.). *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*. New York: Columbia University Press.
- Daly, H. (Ed.). (2003). "Toward a Steady-State". *Economy*. San Francisco: W.H Freeman.
- Daly, H.; Cobb, J. (1989). *For the Common Good*. Boston, MA. Beacon Press. Existe edición en español de 1993. México, DF, México: Fondo Cultura Económica.
- Dalhuisen, J. M., J. G. R. Florax, H. L. F. de Groot y P. Nijkamp (2003) "Price and income elasticities of residential water demand: A meta-analysis", *Land Economics*.
- Dasgupta, P.S.; Heal, G. M. (1974). "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources". En *Review of Economic Studies*. Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, Vol. 41 Edinburgh: Logman.
- Dasgupta, P.S.; Heal, G. M. (1979). *Economic: Theory and Exhaustible Resources*. London: Cambridge University Press.
- Dasgupta, P. (1996). *Environmental and Resource Economics in the World of the Poor. Resources for the future*. Washington, DC.
- DE LA GARZA, E., (2005). *Neoinstitucionalismo, ¿opción ante la elección racional? Una discusión entre la Economía y la Sociología*.
- Dinar, A.; Letey, J. (1996). *Modeling Economic Management and Policy Issues of Water in Irrigated Agriculture*. 1st . edition. USA.: Praeger Publishers.
- Dubourg, R.; Pearce, D. (1996). "Paradigms for environmental choice: sustainability vs. optimality". En: Faucheux, S.; Pearce, D.; Proops, J. (Eds.). *Models of Sustainable Development*, Cheltenham, Uk. Edward Elgar.
- Echavarría, M. (2002). *Ecofondo Podocarpus*. Propuesta Para la Conservación del Agua

en las Provincias de Loja y Zamora Chinchipe. Loja-Ecuador.

Escalante, R.; Aroche, F. (2003). *Instrumentos Económicos para la Gestión Ambiental*. El caso de los Aceites lubricantes usados en México. México: Facultad de Economía. UNAM.

Espinosa, C.; Guerrero, C.; Gutiérrez, B.; Gutiérrez G. (2006). *Caracterización del Recurso Suelo en la Microcuenca San Simón*. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja.

Falconí, E. (2006). *La Conservación Privada en Ecuador. Herramientas Legales y Marco Jurídico Aplicable*. CEDA. Quito-Ecuador.

Fernández D. (2003). *Las Tarifas de Agua Potable y Alcantarillado en América Latina*. Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA). Chile.

Field, B. (1995). *Economía Ambiental. Una Introducción*. Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A.

Foro de los Recursos Hídricos (2001). “El Agua: Patrimonio y Derecho”. En: *Cuadernos Populares del Agua*. Ecuador.

Fundación Natura. (1993). *Manejo de los Desechos Sólidos en el Ecuador*. Quito-Ecuador.

Fundación Natura. “Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil. The Nature Conservancy. WWF. (2002). *Las Servidumbres Ecológicas. Un Mecanismo Jurídico para la Conservación en Tierras Privadas*”. Memorias del Seminario Taller. Bogotá-Ecuador.

Gabaldón, A.; Rodríguez, M. 2002. *La Transición hacia el Desarrollo Sustentable: Perspectivas de América Latina y el Caribe*. México: Instituto Nacional de Ecología.

Galindo, L. M.; Montesillo, J. L. (1999). “La demanda de agua potable en México: estimaciones preliminares”. *Investigación Económica*, v. LIX, n. 227, enero-marzo.

Galindo, L. M. y H. Catalán (2008) “Estudio sobre la instrumentación de medidas de eficiencia energética y uso de biocombustibles en el sector transporte y su impacto en la calidad del aire en México”. Facultad de Economía-UNAM-INE, México.

Galindo, L. M. (2005) “Short and long run demand for energy in México: A cointegration approach”, *Energy Policy*, 33(9).

Galperin, C. (1998). *Economía y Medio Ambiente en Países en Desarrollo: Instrumentos No Tradicionales de Política Ambiental para la Contaminación de Aguas Superficiales*.

Buenos Aires- Argentina.

Gaudin, S. (2006) "Effect of Price Information on Residential Water Demand", *Applied Economics*, 38(4).

García, A. (1992). *Instrumentos Económicos para Ejecutar Políticas Ambientales en SEDESOL, INE*. Los instrumentos económicos aplicados al medio ambiente. México.

García, S.; Barreiro, J. (2004). *Instrumentos Económicos para la Financiación de Políticas de Conservación de la Biodiversidad*. España.

Gaybor, A. (2008). *El despojo del agua y la necesidad de una transformación urgente*. Foro de los Recursos Hídricos.

Geldrop, J.; van Withagen, C. (2000). "Natural capital and sustainability". En: *Ecological Economics*.

Georgeescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge. MA.: Harvard University Press.

Giner de los Ríos, F. (1997). *Los Instrumentos Económicos y la Regulación Ambiental en México*. México: Instituto Nacional de Ecología (INE) – (SEMARNAP).

Global Water Partnership. (GWP-SAMTAC). (2003). *La Gobernabilidad de la Gestión del Agua en el Ecuador*. Discusión en el Ecuador.

Griffin, R. C. (2001) "Effective Water Pricing", *Journal of the American Water Resources Association*, 37(5), 1335-1347.

Griffin, R. C. (2006). *Water resource economics*. The Analysis of Scarcity, Policies and Projects. Cambridge, Massachusetts USA: The MIT Press.

Gutiérrez, N.; Jiménez, S. (2005). *El Financiamiento del Desarrollo Sostenible en el Ecuador, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos*, CEPAL, Serie Medio Ambiente y Desarrollo. Chile.

Hanemann, W. M. (1998) "Determinants of urban water use". En: D. D. Baumann, J. J. Boland y W. M. Hanemann (Eds.), *Urban Water Demand Management and Planning*. McGraw-Hill, Colorado.

Hartwick, J. M. (1977). "Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources". *American Economic Review*.

Hartwick, J. M. (1978). "Substitution among exhaustible resources and intergenerational

- equity”, *Review of Economics*.
- Hediger, W. (2000). “Sustainable development and social welfare”. *Ecological Economics*.
- Howarth, R. (1997). “Sustainability as opportunity”. En: *Land Economics* 73.
- Howarth, R.; Norgaard, R. B. (1990). “Intergenerational Resource Rights, efficiency, and social optimality”. En: *Land Economics*, 66.
- Howarth, R.; Norgaard, R. B. (1992). “Environmental valuation under sustainable development”. En: *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 80.
- Howarth, R.; Norgaard, R. B. (1993). “Intergenerational transfers and the social discount rate”. En: *Environmental and Resource Economics*, 3.
- Jiménez, L. (1997). *Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica*. España: Síntesis.
- Lucas, R. E. (1998). “On the mechanics of economic development”. En: *Journal of Monetary Economic*, 22.
- Mack, S. 1997. *Las Servidumbres Ecológicas en América Central. Conservation Easements in Central América*. COMBOS, Costa Rica: CEDARENA. The Nature Conservancy.
- Markandya, A. (1998). “Poverty Income Distribution and Policy Making”. En: *Environmental Resource Economics*, 11.
- Markandya, A. (2001). “Poverty, environment and development”. En: Folmer, H.; Gabel, H. L.; Gerking, S.; Rose, A. (Eds.). *Frontiers of Environmental Economics*. Cheltenham, UK.: Edward Elgar Publishing.
- Merrett, S. (1997). *Introduction to the Economics of Water Resources. An International Perspective*. London: University College London (UCL).
- Martínez, E. R. (2002) “Residential water demand in the Northwest of Spain”, *Environmental and Resource Economics*.
- Municipio de Loja. Unidad de Gestión Ambiental (2002). *Proyecto de Manejo, Conservación y Protección de la Microcuenca Zamora Huayco*. Loja-Ecuador.
- Municipio de Loja. Unidad de Gestión Ambiental. (2005). *El Pago por Servicios Ambientales Caso: Microcuenca de la Quebrada “Shucos”*, Parroquia Jimbilla, Cantón Loja. Loja–Ecuador.
- Naturaleza y Cultura Internacional (2006). *Valoración del Recurso Hídrico en Microcuencas Abastecedoras de Agua para el Cantón Loja*. Ecuador.

Oyebande, L. (1978) "Urban water supply planning and management in Nigeria", *GeoJournal*, 2(5).

O'Connor, M. (1998). "Ecological-Economic Sustainability". En: Faucheux, S.; O'Connor, M. (Eds.). *Valuation for Sustainable Development. Methods and Policy Indicators. Advances in Ecological Economics series*. Cheltenham, UK.: Edward Elgar Pub. Inc.

Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). (2005). *Agricultura y Agua: Sostenibilidad, Mercados y Políticas*. Conclusiones y Recomendaciones. Australia.

Page, T. (1988). "Intergenerational equity and the social rate of discount". En: Smith, V. K. (Ed.). *Environmental Resources and Applied Welfare Economics*. Washington D.C Resources for the Future.

Passet, R. (1996). *Principios de Bioeconomía*. Madrid: Fundación Argentina.

Pearce, D. W.; Markandya, A.; Barbier, E. B. (1989). *Blueprint for a green Economy*. London: Earthscan Publications Ltd.

Pearce, D. W.; Turner, R. K. (1990). *Economics of Natural resources and the environment*. New York: Harvester Wheatsheaf.

Pearce, D.W.; Barbier, E.B.; Markandya, A. (1990). *Sustainable Development. Economics and Environment in the Third World*. London: Edward Elgar Publishing Ltd.

Pigou, A. C. (1920). *Income*, London: Macmillan.

Plan Estratégico Ambiental Regional PEAR. (2006). Loja – Zamora Chinchipe.

PNUMA/ORPALAC. (1984). *Dos Actos Decisivos. De Estocolmo a Nairobi 1972 -1982. Declaraciones sobre el medio ambiente mundial*. México D.F.

Ruedas, G. (2002). *Instrumentos Económicos y Financieros para la Política Ambiental*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá-Colombia.

Saleth, R. M. y A. Dinar (2004) "The Institutional Economics of Water: A Cross-Country Analysis of institutions and performance". The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.

Spulber, N. y A. Sabbaghi (1994) "Economics of water resources: from regulation to privatization". Kluwer Academic Publishers, Boston (USA).

Saldívar, A. (2007). *Las Aguas de la Ira*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Economía.

Sánchez, F. (2002). *Recopilación Codificada de la Legislación Municipal de Loja*. Segunda Edición. Loja-Ecuador: Gráficas Amazonas.

Secretaría Nacional de Planificación (2009). *Plan nacional para el buen vivir (2009 – 2013)*.

Seralgedin, I.; Steer, A. (1994). “Making development sustainable: From concepts to Action”. En: *Environmentally Sustainable Development Occasional Papers*, 2. Washington, D.C.: World Bank.

Smith, A. (1776). *La Riqueza de las Naciones*. Edición de Rodríguez Braun, C. (1994). Madrid: Alianza Editorial.

Solanes, M.; Getches, D. (1998). *Prácticas Recomendables para la Elaboración de Leyes y Regulaciones Relacionadas con el Recurso Hídrico*. Washington, D.C.

Solow, R. M. (1993a). *An Almost Practical Step toward sustainability. Resources Policy*.

World Bank Group (2005). *Las tarifas de Agua Potable y Alcantarillado en América Latina*. Grupo de tarifas y subsidios.

Worthington, A. C. y M. Hoffman (2007) “A State of the Art Review of Residential Water Demand Modelling”. Working Papers Series No. 07/06.

LEGISLACIÓN NACIONAL

Codificación del Código Civil. Registro Oficial S-46 del 24 de junio del 2005.

Ley de Gestión Ambiental. Registro Oficial No. 245 de 30 de julio de 1999.

Ley de Prevención y Control de Contaminación Ambiental. Registro Oficial No. 97 de 31 de mayo de 1976.

Ley de Aguas. Registro Oficial No. 69 de 30 de mayo de 1972.

Ley de Minería. Registro Oficial No. 695 de 31 de mayo de 1991.

Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Registro Oficial No. 64 de 24 de agosto de 1981.

Ley de Descentralización del Estado y Participación Social. Registro Oficial No. 169 de 8 de octubre de 1997.

Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado. Suplemento del Registro Oficial No. 583 de 24 de noviembre de 2011.

Recopilación Codificada de la Legislación Municipal de Loja. 2002

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Registro Oficial No. 725 de 16 de diciembre de 2002. Libro VI: De La Calidad Ambiental. Libro VI: Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

Ley de Régimen Provincial. Registro Oficial No. 280 de 8 de febrero de 2001.

Ley de Régimen Municipal. Registro Oficial No. 280 de 8 de febrero de 2001.

Ordenanza para la Protección de las Microcuencas y otras Áreas Prioritarias para la Conservación del Cantón Loja. Registro Oficial 151 de 20 de Agosto de 2007.

Ordenanza Complementaria de Determinación y Recaudación de la tasa para la recolección y disposición de desechos sólidos de 1996.

Anexos

Anexo 1: Caudales que ingresan a las plantas de tratamiento

AÑO	PUCARÁ	CARIGAN	CURITROJE
1988	29960.40	A	a
1989	29960.40	A	a
1996	1450763,50	A	a
1997	1309309,75	A	a
1998	1413223,75	A	a
1999	1319421,75	a	a
2000	1314518,25	A	a
2001	1308894,75	A	a
2002	1557379,75	A	a
2003	1139425,75	A	a
2004	1398554,50	A	a
2005	1360324.00	a	115702,04
2006	1237241,67	476064	
TOTAL	14868978,2	476064	115702,04

a= no hay datos disponibles

Elaboración propia a partir de datos proporcionados por UMAPAL

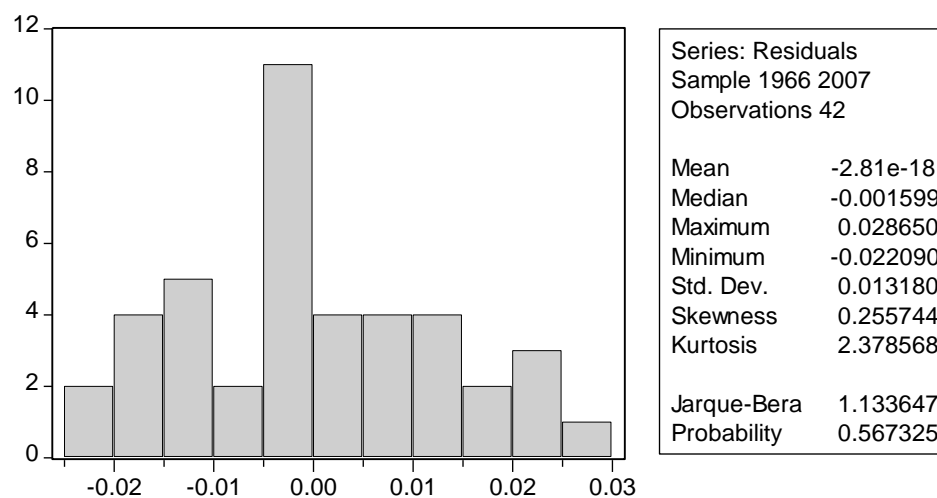
Tabla 4. Lluvia mensual y anual Estación La Argelia-Loja

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1964	41,1	47,5	57,8	73	28,5	67,9	23,4	55	134	55,2	37,6	35,8	657,2	54,8
1965	49,8	35,8	20	201	100	62,6	37,8	58,2	94,3	44,5	97,3	64	864,9	72,1
1966	74,9	43	110	76,3	41,2	43,5	46,3	33,4	23,2	61,4	69,7	48,4	671,6	56
1967	111	143	119	82	40,8	114	124	112	60,3	70	11,8	56,8	1044,2	87
1968	108	60,8	215	51,4	33,1	37,9	107	30,9	99,6	78,8	47,3	40	909	75,8
1969	76,4	114	52,3	123	56,2	58,8	18,5	126	38,4	39,5	69,3	169	942,5	78,5
1970	209	156	116	30,5	64,2	169	63,9	41,1	47,2	79,4	43	44	1063,4	88,6
1971	80	120	137	57,3	40,9	61,7	59,5	54,2	45,9	73,2	40	101	870,3	72,5
1972	111	117	195	106	62,4	53,9	115	24,5	50,3	42,1	112	81,5	1070,1	89,2
1973	117	168	113	58,5	52,2	59,1	76,3	41,8	33,4	22,8	43	53,1	837,7	69,8
1974	50,4	82,4	132	11,8	28,7	60,4	122	31,4	43,2	87,7	126	108	884,4	73,7
1975	78,8	203	67,9	87,4	56,3	102	70,3	95,4	42	86,5	62,8	17,2	968,8	80,7
1976	105	164	84,9	131	40,7	81,9	63,3	112	14,4	19,7	56	59,7	932,7	77,7
1977	72	121	139	150	31,3	93	30,9	57,5	52,6	72,4	52,5	60,9	931,7	77,6
1978	49,5	50,4	183	8,9	73,7	62,9	47,4	43,9	28,5	39,8	17,6	44,8	649,9	54,2
1979	43,3	45,3	172	94,4	20,9	9,4	7,6	29,6	35,9	40,2	20,8	41,7	561,2	46,8
1980	109	144	151	180	49,7	54,7	24,6	26,9	22,4	78	61	86,9	987,8	82,3
1981	66,5	86	104	60,7	18,1	18,6	30,9	22,5	7,2	128	60,9	118	721,2	60,1
1982	113	49,4	143	147	78,3	11,3	27,5	21,9	43,8	123	37,2	131	926,8	77,2
1983	140	134	220	78,9	68,7	27,7	52,2	13,3	37,2	94,1	12,3	138	1016,3	84,7
1984	49,7	210	173	101	57,4	84	75,5	30,5	46,6	96,1	73,7	54,3	1052,2	87,7
1985	54,2	121	139	94,4	151	19,9	43,1	63	48,9	101	79,9	110	1023,8	85,3
1986	46,7	128	89,2	121	41	14,8	33,1	25,4	57,2	58,1	56,3	90	761,4	63,5
1987	64,1	87,3	115	113	64,7	10,8	94,6	48,2	40,9	84,8	127	71,7	921,9	76,8
1988	116	144	84,9	111	55,2	26,8	65,6	46,6	45	73,8	70,6	65,2	905,1	75,4
1989	159	162	205	47,6	63	44,3	34,7	34,1	64,2	130	14,8	20,7	979,6	81,6

1990	132	161	143	131	77,1	83	43,8	33,2	27,1	85,4	108	115	1139,3	94,9
1991	113	154	197	59,6	70,1	64	39,2	61,9	30,9	61	22,6	66,5	939,4	78,3
1992	83,5	125	94,1	97	57,6	47,7	50,4	15,7	39,4	47,1	104	64,5	825,9	68,8
1993	85,4	105	317	93,4	23,4	50,3	62,7	29,2	45,6	91,5	48	198	1150,2	95,9
1994	214	77,6	286	123	54,1	53,8	81,5	69,3	37	29,6	42,8	105	1172,9	97,7
1995	59,8	88	93,4	52,8	64,7	10,1	33,6	19,9	22,3	36,8	129	121	731,7	61
1996	98,3	127	153	97,8	30,7	46,5	38,6	34,4	37,1	57,9	13	27	761,4	63,5
1997	68,1	109	101	69,9	46,2	20,7	50,2	35,2	42	59,9	73,6	124	800,1	66,7
1998	40,4	102	136	88,5	51,2	75,2	49,5	35,7	31,4	117	85,8	39,2	851,7	71
1999	124	299	132	83,7	120	58,9	59,8	50,2	81,7	27,8	48,1	131	1217,5	101,5
2000	152	178	192	105	81,8	86,8	36,9	50,3	67,7	31,6	25,4	57,6	1065,5	88,8
2001	82,8	117	68,3	69,8	63,7	98,4	81,2	52,1	42	33,5	133	98,3	939,7	78,3
2002	103	99,2	53,8	127	77,4	39,2	62,8	6,1	17,7	64,7	71,4	70,3	791,9	66
2003	77,8	113	188	68,8	92,3	53,9	34,1	6,9	24,8	73,3	56,5	104	893,5	74,5
2004	48,1	119	168	199	52,5	85,4	47,3	12,1	25,2	126	95,3	96,3	1073,4	89,5
2005	46,4	134,5	173,6	157,6	33,0	79,0	15,3	13,4	18,1	86,2	62,5	98,3	917,9	76,5
2006	138,1	88,8	188,3	82,7	33,6	78,5	33,7	13,2	22,5	37,2	93,1	90,6	900,3	75,0

Fuente y elaboración: Anuarios meteorológicos. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Anexo 2: Prueba de normalidad



Ho: Normalidad

H1: No normalidad

Se acepta la hipótesis nula de normalidad porque la probabilidad es mayor que 0.05 y la asimetría y kurtosis están en los parámetros establecidos.

PRUEBA NO AUTOCORRELACIÓN

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.291562	Probability	0.287618
Obs*R-squared	2.886701	Probability	0.236135

Ho: No autocorrelación

H1: Autocorrelación

Como la probabilidad es 0.24 mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula de no autocorrelación.

PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	0.505939	Probability	0.843009
Obs*R-squared	4.588580	Probability	0.800507

Ho: Homocedasticidad

H1: Heterocedasticidad

Se acepta la hipótesis nula de homocedasticidad porque $\text{Obs} \cdot R^2$ es 4.588580 con una probabilidad de 0.8 mayor a 0.05.

CORRECTA ESPECIFICACIÓN

Con dos rezagos

Ramsey RESET Test:

F-statistic	2.266616	Probability	0.118673
Log likelihood ratio	5.115329	Probability	0.077485

Con cuatro rezagos

Ramsey RESET Test:

F-statistic	1.951702	Probability	0.125064
-------------	----------	-------------	----------

Log likelihood ratio	8.918337	Probability	0.063173
----------------------	----------	-------------	----------

En los dos casos se acepta la hipótesis nula de correcta especificación.