



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
ESCUELA DE POSTGRADO EN ADMINISTRACIÓN DE
EMPRESAS
ESPAE-ESPOL**

**MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS PARA EL
DESARROLLO**

TÍTULO DEL PROYECTO:

**PROGRAMA DE ECONOMÍA AMBIENTAL PARA LA
EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE Y SOSTENIBLE DE
AGUA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL ZAMORA
HUAYCO QUEBRADAS: SAN SIMÓN Y EL CARMEN –
LOJA - ECUADOR**

REALIZADO POR:

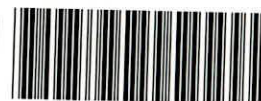
**Ec. Jorge Arias Zari
Ing. Holger Benavides Muñoz**

TUTOR:

Ing. Gustavo Vizcaíno

AÑO:

2005



DP-08088



CERTIFICACIÓN

Ing. Gustavo Vizcaíno

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS DE MAESTRÍA

CERTIFICA:

Haber revisado y aprobado la tesis previa a la obtención del título de Master of Science, presentada por los señores: Ing. Holger Benavides Muñoz y Ec. Jorge Arias Zari; titulada: **"Programa de economía ambiental para la explotación sustentable y sostenible de agua de la cuenca hidrográfica del río Zamora Huayco, quebradas: El Carmen y San Simón – Loja – Ecuador"**, la misma que es un aporte al mundo académico con gran validez técnica y profundidad investigativa. Asimismo, cumple con la reglamentación requerida por parte de la Escuela de Postgrado de Administración de Empresas, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y de la Corporación Andina de Gerencia Social; por lo que, se autoriza su presentación y sustentación.

Dado en Quito, a 15 días el mes de agosto del año 2005.

Ing. Gustavo Vizcaíno
DIRECTOR



AUTORÍA

Los conceptos, análisis, cálculos, resultados, conclusiones y recomendaciones que se exponen en el presente estudio son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Ing. Holger Benavides Muñoz

Ec. Jorge Arias Zari



AGRADECIMIENTO

Dejamos constancia de nuestro profundo y sincero agradecimiento a:

La Escuela Superior Politécnica del Litoral – ESPOL – a través de la Escuela de Postgrado de Administración de Empresas y a la Corporación Andina de Gerencia Social, en señalada gratitud a sus autoridades, por permitirnos concluir con nuestro programa de Maestría.

A la Universidad Técnica Particular de Loja - UTPL -, por ser la iniciadora del presente programa de Maestría y darnos el apoyo requerido durante toda esta etapa formativa de cuarto nivel.

A la Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja – UMAPAL – período 2005 – 2009, especialmente a sus técnicos directivos y a los experimentados funcionarios de la planta de tratamiento de Pucará – Loja y el Departamento Financiero y de Contabilidad Municipal, fue gracias a su tiempo, paciencia y desinteresado apoyo que pudimos obtener y manipular información valiosa para nuestra investigación.

Al Ing. Gustavo Vizcaíno, Director de Tesis de Maestría, por la atención y valioso tiempo brindado durante el desarrollo del presente proyecto investigativo.

A los expositores(as) de cada uno de los módulos a nosotros impartidos durante esta formación, gracias a quienes hemos adquirido los conocimientos y preparación técnica que nos permitió acceder al título de cuarto nivel de Master of Science, a ellos(as) todo nuestro especial reconocimiento y amistad, por su siempre destacada labor y magistral exposición.

A nuestras familias, compañeros, y a todas las personas que sin estar inscritas en este pequeño recuento, son merecedoras de nuestro particular agradecimiento, por todo su apoyo y ayuda.

De todo corazón, que Dios les pague.

LOS AUTORES



DEDICATORIA

A: mi esposa Rosalba Elizabeth, a mis hijos Leyris María y Holger Mohacid y a mis padres Titi Elvira y Holger Humberto.

Con amor: Holger Manuel.

Detrás de un gran proyecto existe una gran familia, a mi querida esposa Blanca, y a mis hijas: Andrea Elizabeth, Mónica Alexandra, Johanna Salomé y Gabriela de los Ángeles, el haber contado siempre con su apoyo moral, igual o más valioso que cualquier apoyo material. Que Dios les mantenga ese amor en su corazón por siempre.

Desde el escritorio: Jorge.



PROGRAMA DE ECONOMÍA AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE Y SOSTENIBLE DE AGUA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ZAMORA HUAYCO Quebradas: San Simón y El Carmen - LOJA - ECUADOR -

ESQUEMA DE CONTENIDOS

1. Plan de investigación.
 - 1.1. Introducción, justificación y problemática.
 - 1.2. Objetivos.
 - 1.2.1. Objetivo general.
 - 1.2.2. Objetivos específicos.
 - 1.3. Hipótesis investigativas.
2. Línea base del área de estudio.
 - 2.1. Estudio de las micro cuencas El Carmen y San Simón.
 - 2.1.1. Características morfométricas de las micro cuencas.
 - 2.1.2. Drenaje.
 - 2.1.3. Altitud media.
 - 2.1.4. Precipitaciones.
 - 2.1.5. Caudales históricos.- quebradas: San Simón y El Carmen.
 - 2.1.6. Pérdida de suelo y descarga de suelos de la cuenca.
 - 2.2. Aspectos biológicos.
 - 2.2.1. Cubierta vegetal.
 - 2.2.2. Fauna.
 - 2.3. Población de la cuenca.
 - 2.4. El agua en la cuenca.
 - 2.5. Acciones que provocan impacto ambiental en la cuenca.
3. Análisis económico ambiental de la cuenca hidrográfica.
 - 3.1. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales.
 - 3.2. Disponibilidad a pagar.- Método de valoración contingente. MVC.
 - 3.2.1. Estudio de mercado de agua potable en Loja.
 - 3.2.2. Cálculo del valor del recurso.
 - 3.3. Caracterización de las variables independientes (categóricas y continuas) versus la variable dependiente del estudio muestral.



- 3.3.1. Variable dependiente.
- 3.3.2. Variables categóricas.
- 3.3.3. Variables continuas.
- 3.3.4. Evaluación estadística de pares de grupos entre sí.

- 3.4. Evaluación económica - ambiental del sistema de captación, producción y distribución del agua potable en Loja.
 - 3.4.1. Valor del agua en el sector doméstico.
 - 3.4.2. Cálculos incrementales considerados en ingresos y egresos del análisis financiero.
 - 3.4.3. Programa de inversiones del proyecto.

- 4. Marco lógico de la propuesta.
 - 4.1. Matriz de involucrados.
 - 4.2. Árbol de problemas.
 - 4.3. Árbol de objetivos.
 - 4.4. Marco lógico.

- 5. Conclusiones y recomendaciones.
 - 5.1. Conclusiones.
 - 5.2. Recomendaciones.



CAPÍTULO I



1. PLAN DE INVESTIGACIÓN.

1.1. Introducción, justificación y problemática.

La desatención técnica sumado al desatinado manejo legal de las cuencas hídricas que sirven para el aprovechamiento y uso del agua para el consumo y supervivencia de la región sur del país, advierten a mediano plazo una inminente inestabilidad hídrica; tal que permita sostener un desarrollo humano sustentable.

El crecimiento de la población en América Latina, especialmente en el Ecuador, ha provocado cambios muy fuertes en el ambiente, generando una acelerada degradación de los recursos naturales y una subida vertiginosa en las demandas del recurso hídrico, superando ampliamente la capacidad del Estado en satisfacerlas. Esto ha ocasionado que los índices de cobertura en los servicios de agua potable y saneamiento estén entre los más bajos de Latinoamérica; por otro lado, existen serios déficits estacionales de energía (la mayor parte proveniente de la generación hidroeléctrica) que se suman a los conflictos por el uso del agua.

El manejo inadecuado de la tierra ha ocasionado efectos adversos en los aspectos biofísicos como: pérdida de suelo, pérdida de la biodiversidad, alteración del régimen de escurrimiento en ríos y quebradas, confluendo a sustanciosas pérdidas económicas por inundaciones, restricción en la producción agrícola, nuevas enfermedades en cultivos, animales y seres humanos; disminuyendo de esta manera, en forma progresiva, la calidad de vida de los habitantes de la región.

Por causales semejantes, han desaparecido valiosos bosques que se suman al proceso de erosión de suelo agrícola; grandes extensiones de tierra útil para la agricultura han tenido que ser abandonadas en los últimos tiempos; por lo que existe una emigración relativamente alta de lugares que anteriormente se consideraban productivos. Las evidencias de esta situación se manifiestan en altos índices de contaminación de agua, marcadas y extensas temporadas de sequía, tasas elevadas de deforestación, acelerados procesos de erosión y acentuación en el régimen de escurrimiento.



La cuenca hidrográfica y particularmente el recurso hídrico, juega un rol muy importante en la participación e integración de los actores involucrados en el desarrollo y metas de la sustentabilidad. La problemática del manejo de los recursos naturales en cuencas hidrográficas requiere de un enfoque de sistema integrado, estableciendo en él al factor social, tanto del medio rural como urbano, como el agente que movilizará las acciones e intervenciones sobre el medio ambiente y la naturaleza.

El papel que juegue a futuro, el aprovechamiento eficaz y eficiente de los recursos hídricos será fundamental para la eliminación de deficiencias estructurales de la economía del país. Como podríamos citar, la fuerte tasa de emigración poblacional de nuestra provincia hacia la capital o provincias del oriente ecuatoriano, producto de la sequía a partir de los años 70's, catalogándose nuestra región como una de las más pobres del país; por tal debilidad, el gobierno intenta disminuir este impacto social financiando sistemas de riego fronterizos, como el proyecto de riego Zapotillo, reforestación de las cuencas sur fronterizas y abasteciendo de agua potable a pequeños y medianos poblados.

Las interacciones del sistema territorial, requieren de una visión integral e interdisciplinaria. Una cuenca mal manejada puede afectar significativamente a las ciudades ubicadas en ella o que dependen de la misma. La falta de agua o su mala calidad, se supeditan fundamentalmente al manejo del sistema hídrico integral de la cuenca tributaria.

Siempre han existido problemas de contaminación por agroquímicos, vertimiento de residuos y arrastre de sólidos, principalmente. Estas acciones provocan efectos ambientales que se asocian con un elevado costo del tratamiento del agua para el consumo humano. De igual forma, la disminución de la productividad de energía de las centrales hidroeléctricas, se debe a que en la cuenca receptora se han producido alteraciones de la cubierta vegetal que ocasiona una variación del régimen de escurrimiento y además un abundante acarreo de sedimentos que reduce la capacidad de almacenamiento del embalse. Como ejemplo anotamos el proyecto hidroeléctrico Paute, el mismo que por exagerada erosión de las cuencas o deslaves, se ha visto afectado el volumen de almacenamiento del vaso, provocando una considerable disminución de los años de vida útil del sistema hidroeléctrico.



En este contexto, resulta imperioso manejar técnica y metodológicamente los drenes naturales, basando nuestra aplicación y estudio en la ingeniería de ríos, para controlar y revertir la degradación de los recursos naturales en la perspectiva de mitigar la pobreza rural y resolver conflictos ambientales, mediante una adecuada toma de decisiones en diferentes niveles de la ejecución de proyectos de desarrollo urbano – rurales.

Nuestra propuesta se basa en estudiar la sostenibilidad y sustentabilidad de la fuente de agua en "El Carmen" y "San Simón" de la ciudad de Loja. El tema tiene que ver con la economía ambiental y la valoración contingente del agua que marca la sostenibilidad del proyecto y también se relaciona con el análisis del impacto que genera la reforestación y mantenimiento de las micro cuencas tributarias de El Carmen y San Simón, con respecto a la calidad del agua captada para consumo humano.

Análisis de problemática.

Muchos proyectos de explotación de recursos naturales han sido implementados bajo el supuesto de que la explotación ecológicamente benigna puede reconciliar el crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de vida.

La degradación acelerada de los recursos naturales y del ambiente en sí, la deforestación en áreas de suelos pobres, zonas escarpadas, junto a vertientes o quebradas, el aumento de la población, la pobreza y la inseguridad socio-ambiental fomentan, con un alto riesgo de vulnerabilidad, los desastres naturales, inundaciones y erosión del suelo; mismos que caracterizan cíclicamente la mayor parte de las zonas de nuestra región.

La deforestación, el sobre pastoreo, el uso inadecuado de la tierra, las prácticas agrícolas, industriales y domésticas, la escasez de lineamientos y ordenanzas de los gobiernos locales, políticas y acciones integradas, han llevado a un preocupante estado de deterioro y desmembramiento de la mayoría de las cuencas hidrográficas en nuestro país, con efectos ya evidentes sobre la reducción en la disponibilidad y calidad de agua, erosión del suelo y el aumento de la vulnerabilidad a desastres naturales.

Este escenario real y actual, demanda la acción inmediata de técnicos capaces de participar en la gestión y manejo de cuencas, integrando las dimensiones biofísicas con las socio-económicas y la protección del ambiente.



Ello requiere de enfoques, estrategias y conocimientos modernos sobre manejo de cuencas hidrográficas, introduciéndonos particularmente en la ingeniería de ríos, a fin de lograr un uso y manejo adecuado de los recursos naturales y la recuperación de los que ya han sido deteriorados.

En nuestro proyecto, se destaca que la cuenca del Zamora Huayco tiene gran intervención humana para explotación de áridos, o aprovechamiento agropecuario, disminuyendo así los espacios naturales que conservan las condiciones del ambiente. Adicionalmente, se introducen especies exóticas que afectan el ecosistema como: suelo, agua, flora y fauna de las micro cuencas, recrudesciendo esta realidad anotamos, la falta de integración entre la política forestal en el marco de un régimen ambiental nacional, así como la deforestación progresiva frente al avance incontrolado de la infraestructura vial en áreas protegidas y bosques naturales, apropiación o invasión de tierras forestales por procesos de colonización y migración, inseguridad en la tenencia de la tierra, usos no forestales (agropecuarios) de rendimiento inmediato (no sostenible) y usos forestales con fines madereros, en forma destructiva y agresiva en contra del bosque. Además, el aporte socio-económico del sector es muy limitado, existen privaciones de la planificación del sector y un deficiente o casi nulo sistema de incentivos. Sumamos a esto también, la desinformación y obsoletas maneras de aplicar las leyes de protección ambiental.

Para enfrentar esta problemática, se redacta los componentes que forman parte de este proyecto:

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Aplicar técnicas económico – estadísticas para analizar y evaluar el uso hídrico y determinar la sostenibilidad y sustentabilidad¹ del aprovechamiento del recurso proveniente de las micro cuencas El Carmen y San Simón, pertenecientes a la subcuenca Zamora Huayco.

¹ Sustentabilidad: o desarrollo sustentable, es aquel en donde las modificaciones que se efectúen en el ambiente no contaminen, es decir que procura el uso del ambiente por debajo de la capacidad asimilativa del medio. Será entonces a un mejoramiento del bienestar de la población sin agotar la base de los recursos naturales.

Sostenibilidad: o desarrollo sostenido, es un término socioeconómico que significa mantener una misma tasa de crecimiento de la producción a lo largo del tiempo, medido por ejemplo a través del producto interno bruto.

Tomado de: Páez Zamora Juan Carlos. 1996. Introducción a la evaluación del impacto ambiental. Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República del Ecuador – USAID. Edit. Crearimagen. Ecuador.



1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar y proyectar el incremento de demandantes y tarifas de pago por agua potable en Loja.
- Asignar un valor económico al recurso agua.
- Analizar económicamente la sostenibilidad y sustentabilidad del sistema de producción y tratamiento de agua. VAN, TIR y $R^{B/C}$.

TAREAS.

El seguimiento ordenado y cumplimiento pleno de estos objetivos, nos conducirán a:

- Presentar y analizar los conceptos, enfoques, estrategias y herramientas de economía ambiental aplicadas al uso sustentable del agua en cuencas tributarias.
- Efectuar un análisis de la situación actual. Estructuración rápida del estado cero o línea base.
- Analizar los involucrados del proyecto, sus intereses y potenciales problemas mediante una matriz de involucrados y un estudio de mercado para un estudio muestral de usuarios.
- Plantear un análisis de problemas para formular un análisis de objetivos.
- Plantear un análisis económico correspondiente al sistema de agua que la Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja - UMAPAL maneja.
- Presentar matrices de contingencia entre variables categóricas.
- Sintetizar la propuesta en una matriz de marco lógico.

1.3. HIPÓTESIS INVESTIGATIVAS

- El estrato demandante (usuarios del sistema de agua potable) con una disponibilidad incremental de pago por planilla mensual de agua potable entre 3 y 5 dólares, tienen instrucción universitaria y edades entre 17 y 40



años, además consideran que el pago por planilla actual es barato, y la cantidad y calidad del agua es mala y/o deficiente.

- El estrato demandante con una máxima disponibilidad incremental² de pago por planilla, es aquel cuyos ingresos superan los mil dólares de ingreso familiar mensual.
- El mayor estrato de usuarios determinará que: el uso hídrico sostenible y sustentable para el aprovechamiento del agua proveniente de las micro cuencas El Carmen y San Simón, pertenecientes a la subcuenca del Zamora Huayco – Loja, está en función de que UMAPAL intervenga en su manejo y de la disponibilidad incremental de pago de los usuarios de agua potable.

* HERRAMIENTAS DE APOYO

- Documentos y métodos que permitan establecer la línea base.
- Análisis de “causa – efecto” de problemas concatenado con “medios – fines” del análisis de objetivos.
- Estudio de mercado, a través de encuestas; tabulación.
- Comparación de las variables de estudio muestral frente a la disponibilidad incremental de pago por planilla de cada demandante.
- Matriz de contingencias.
- Evaluaciones económica y social (VAN, TIR, R^B/C).

² DPI, Cantidad incremental en dólares que los usuarios estarían dispuestos a pagar para que se compre los terrenos de la cuenca tributaria y se mejore la calidad y cantidad de agua a través de reforestar, proteger y mantener el área que es la fuente de abastecimiento para las captaciones de agua (cuenca de El Carmen y San Simón en Zamora Huayco Alto) a través de un incremento en el pago mensual.)



* **ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD**

El presente proyecto se convierte en el puente entre la actividad humana en las micro-cuencas tributarias,³ el saneamiento ambiental y el servicio de agua al pueblo lojano, de forma sostenible.

La tasa de sostenibilidad permanente de la cuenca se verá retribuida por la efectividad del manejo, de la actualizada y suficiente información con la que se pueda disponer.

Basados en el meritorio nombramiento de Loja ciudad ecológica⁴, turísticamente podrá mostrarse lo organizadamente científico con que se maneja la producción / explotación de la cuenca; asimismo, este programa podrá servir de proyecto piloto en nuestro país y tal vez considerarlo como otro aporte científico de nuestra región en esta temática.

³ Cuenca hidrográfica que aporta hidricamente a un sistema de abastecimiento de agua, para consumo humano.

⁴ Premio de Bronce como Loja Ciudad Ecológica del Mundo y el primer lugar en Participación Ciudadana entregados por las Naciones Unidas, y el premio Ciudad Saludable otorgado por las organizaciones Mundial y Panamericana de la Salud.





CAPÍTULO II



2. LÍNEA BASE DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Para la elaboración de la línea base del estudio, nos apoyaremos en información existente, recabada de múltiples fuentes, como el *"Estudio sobre la erosión y protección de la micro cuenca de Zamora Huayco, proveedora de agua potable para la ciudad de Loja"* de los autores García y Ojeda, del Instituto de Investigaciones Agrícolas de la Universidad Nacional de Loja, otra fuente fundamental adoptada, es el trabajo de Benavides O. Jorge D. y Solano F. Cristian C. 2005. titulado *"Evaluación del impacto ambiental de los planes de forestación y reforestación ejecutados en la cuenca del Zamora Huayco del cantón Loja, provincia de Loja"*, así como también los datos históricos de cantidad y calidad de agua proporcionada por la UMAPAL a través de sus técnicos de la Planta de tratamiento de Agua Potable de Pucará; además se emplearán datos de Contabilidad y Departamento Financiero del Municipio de Loja, como también métodos académicos analítico-deductivos tradicionales para la generación de cierta información hidrológica.

2.1. Estudio de las micro cuencas El Carmen y San Simón.

A continuación enumeraremos los factores que influyen sobre las características de un sistema hidrológico:

- Características hidrológicas de la cuenca, como: tamaño: contorno y superficie, forma, elevación media, pendiente, desnivel, drenaje y datos topográficos.
- Características de los drenes naturales: disposición y longitud de las quebradas, gradiente de las mismas y las características hidráulicas de la red de canales naturales de drenaje de las dos micro cuencas.
- **Cuenca fluvial:** entenderemos así, al conjunto de terrenos cuyas características geomorfológicas le permiten drenar toda el agua (que se precipita o existe acumulada) a un curso de agua principal (río) y a sus afluentes. El cauce, de un río o quebrada, es la conducción de origen natural por el que el agua fluye bajo la acción de su propio peso en sentido de la pendiente del fondo. ⁵

5 Fuente: Apuntes de Hidrología. U.T.P.L., Ingeniería Civil Ing. Frank Carrión. 1996.



El sitio del proyecto está ubicado al sureste de la ciudad de Loja, considerándose como punto de interés para el estudio hidrológico la intersección de las quebradas El Carmen y San Simón.

Las micro cuencas de El Carmen y San Simón, pertenecen a la subcuenca del río Zamora, emplazada en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental de Los Andes. El drenaje natural de estas quebradas tiene orientación de sureste a noroeste.



BIBLIOTECA
SUPERIOR POLITÉCNICA
DE LOJA

2.1.1. Características morfométricas de las micro cuencas.

Las características las podemos resumir en: tamaño, forma, elevación media, pendiente y drenaje de la cuenca.

a) Tamaño de la cuenca:

Geométricamente una cuenca hidrográfica queda definida por dos parámetros, por su *contorno* con cierta forma y que es limitada por un determinado perímetro, y por la *superficie* que abarca. El tamaño del impluvio,⁶ cuantificará la totalidad de la superficie del área drenada, es decir, desde donde nace el cauce hasta el sitio de interés, cubriendo el perímetro de la cuenca.

Cuadro # 01: Contorno y superficie de las micro cuencas

El Carmen y San Simón. Loja 2005

	EL CARMEN	SAN SIMÓN
CONTORNO	16.74 Km	12.64 Km
SUPERFICIE	1 136.98 Ha	629.76 Ha

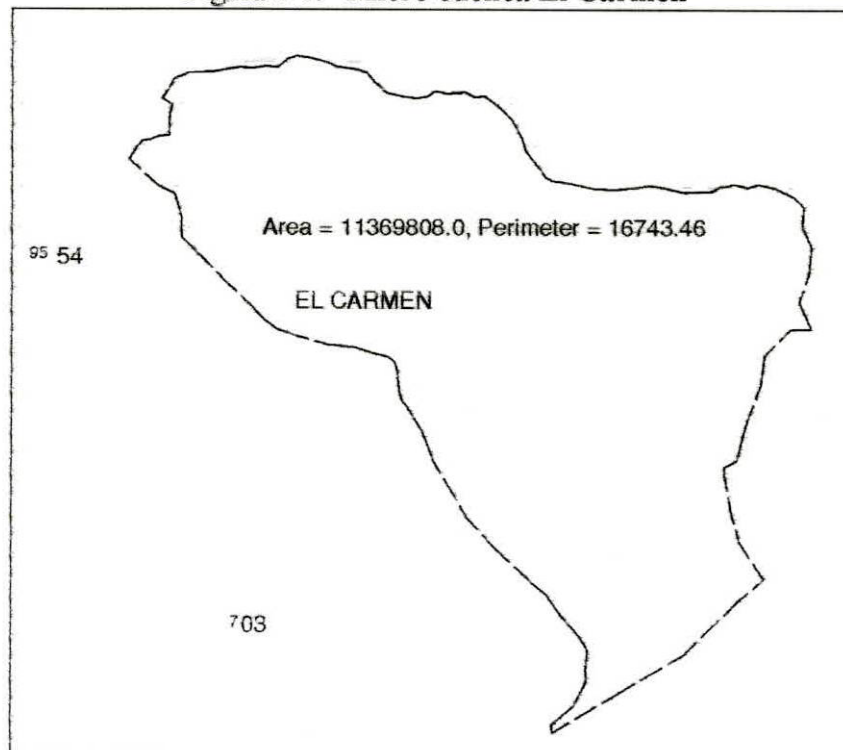
Fuente y elaboración: Los autores

La micro cuenca "El Carmen" encierra un área $A_c = 11\,369\,808.0\text{ m}^2$ (11.37 Km^2), y su entorno comprende un perímetro $P_c = 16743.5\text{ m}$ (16.74 Km).

⁶ Espacio descubierto, por donde entran las aguas de lluvia.



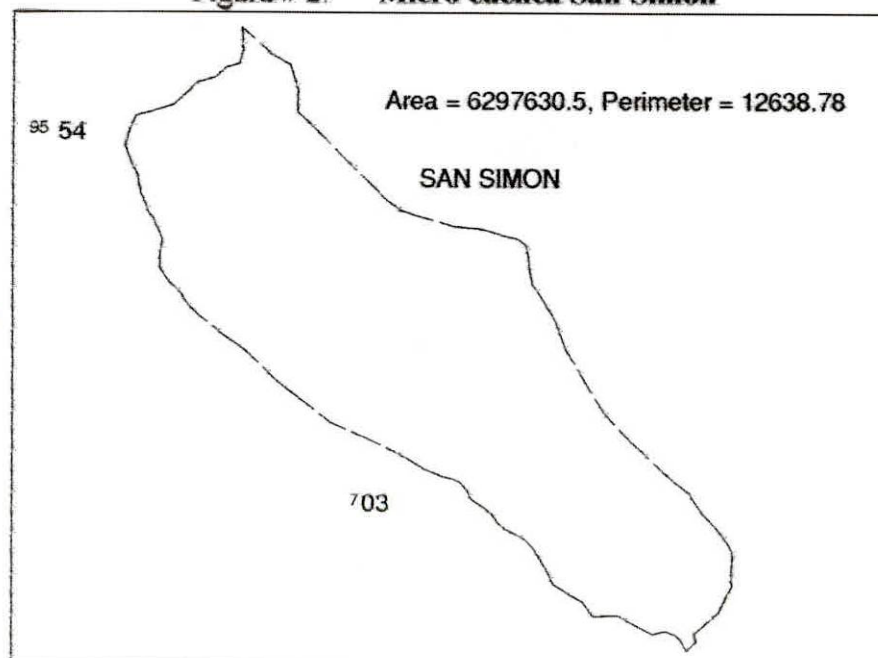
Figura # 1: Micro cuenca El Carmen



Fuente y elaboración: Los autores

La micro cuenca "San Simón" encierra un área $A_c = 6\,297\,630.5 \text{ m}^2$ (6.30 Km^2), y su entorno comprende un perímetro $P_c = 12\,639 \text{ m}$ (12.64 Km).

Figura # 2: Micro cuenca San Simón



Fuente y elaboración: Los autores



b) Forma de la cuenca:

La cantidad de escorrentía de la micro cuenca es función directa de la forma. Esta característica se representa con el **coeficiente de compacidad de Gravelius (Kc)**, cuyo modelo matemático es la razón entre el perímetro del impluvio y la circunferencia que encierra una superficie equivalente a la de la del drenaje. Ver ecuación 01.

$$Kc = \frac{\text{Perímetro de la cuenca}}{\text{Perímetro de un círculo}}$$

$$A = \pi * R^2$$

$$R = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$Pc = 2\pi R$$

$$Pc = 2\sqrt{\pi Ac}$$

$$Kc = \frac{Pc}{2\sqrt{\pi \cdot Ac}} \quad \dots(01)$$

Descripción de variables:

Pc perímetro de la cuenca, en Km.

Ac área de la cuenca, en Km².

Cuadro # 02: Cuadro de las tendencias a las crecidas en función del Kc

FORMA DE LA CUENCA	ÍNDICE DE COMPACIDAD Kc	TENDENCIA A LAS CRECIDAS
De casi redonda a oval redonda	de 1.00 a 1.25	ALTA
De oval redonda a oval oblonga	de 1.25 a 1.50	MEDIA
De oval oblonga a rectangular	de 1.50 a 1.75	BAJA

Fuente: Apuntes de Hidrología. U.T.P.L., Ingeniería Civil. Ing. Frank Carrión. 1996.

En condiciones de área equivalente para figuras planas el círculo presenta el menor perímetro, coligiendo que **Kc** nunca será menor a la unidad. Así entonces, cuanto más se aproxime **Kc** a la unidad más se asemejará la forma del impluvio a un círculo y viceversa.



... El Carmen

$$K_c = \frac{16.74}{2 \sqrt{\pi \cdot 11.37}}$$

$K_c = 1.40$

$$Kc = \frac{12.64}{2\sqrt{\pi \cdot 6.30}}$$

$$K_c = 1.42$$

	EL CARMEN	SAN SIMÓN
Kc	1.40	1.42

Con estos coeficientes calculados colegimos que ambas micro cuencas tienen una forma de **oval redonda a oval oblonga**, por lo que se espera que tengan una tendencia **media** a las crecidas.

El escurrimiento superficial, la infiltración, humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al caudal de la corriente guardan una estrecha y compleja relación con la pendiente de la cuenca. También llamada **declive**, la pendiente afecta la relación existente entre la lluvia y el escurrimiento de la cuenca; pues, a mayor pendiente se acelera el movimiento de las partículas de agua por tal aumenta la velocidad del flujo sobre el suelo, acortando el período de infiltración y disminuyendo el tiempo de concentración ⁷ de la misma.

14



La elevación media de una micro cuenca es un factor que se relaciona a la temperatura y a la precipitación del sector. A su vez la variación de la temperatura influye en la variación de las pérdidas de agua por evaporación. Por esta razón, en hidrología se utiliza como parámetro representativo la elevación media de la cuenca.

La pendiente de la cuenca, calculándola por el método Horton – Alvord (ecuación 02), obtenemos que:

$$Sc = \frac{D_1 \cdot l_1}{Ac} + \frac{D}{Ac} (l_2 + l_3 + l_4 + \dots + l_{n-1}) + \frac{D_n \cdot l_n}{Ac} \quad \dots(02)$$

- i. La pendiente promedio de la micro cuenca El Carmen es: $Sc = 61.30 \%$

Tabla # 01: Pendiente media de la cuenca El Carmen

Curvas de Nivel msnm		Curva Media		Area de Faja	Desnivel	Sc
		Hi (msnm)	Li (Km)	Km2 (Ai)	Di (Km)	%
3420	3280	3350	1.09	0.13	0.140	1.338
3280	3200	3240	2.52	0.24	0.080	1.774
3200	3120	3160	3.52	0.44	0.080	2.473
3120	3040	3080	4.29	0.47	0.080	3.021
3040	2960	3000	4.50	0.47	0.080	3.163
2960	2880	2920	4.80	0.49	0.080	3.375
2880	2800	2840	5.74	0.60	0.080	4.041
2800	2720	2760	7.11	0.85	0.080	5.005
2720	2640	2680	7.99	1.10	0.080	5.623
2640	2560	2600	8.67	1.24	0.080	6.099
2560	2480	2520	9.38	1.42	0.080	6.596
2480	2400	2440	9.36	1.33	0.080	6.583
2400	2320	2360	8.48	1.31	0.080	5.964
2320	2240	2280	6.45	0.86	0.080	4.540
2240	2163	2202	2.52	0.42	0.077	1.705
Total :				11.37	P.media:	61.30

PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA ES : 61.30 (%)

Fuente y elaboración: Los autores



- ii. La pendiente promedio de la micro cuenca San Simón es: $Sc = 52.27 \%$

Tabla # 02: **Pendiente media de la cuenca San Simón**

Curvas de Nivel msnm		Curva Media		Area de Faja Km2 (Ai)	Desnivel Di (Km)	Sc %
		Hi (msnm)	Li (Km)			
3330	3280	3305	0.16	0.01	0.050	0.125
3280	3200	3240	0.44	0.05	0.080	0.554
3200	3120	3160	0.70	0.10	0.080	0.887
3120	3040	3080	0.96	0.11	0.080	1.218
3040	2960	3000	1.21	0.13	0.080	1.533
2960	2880	2920	1.59	0.18	0.080	2.015
2880	2800	2840	2.28	0.30	0.080	2.902
2800	2720	2760	3.20	0.42	0.080	4.059
2720	2640	2680	4.09	0.56	0.080	5.192
2640	2560	2600	4.88	0.82	0.080	6.205
2560	2480	2520	5.44	0.89	0.080	6.906
2480	2400	2440	5.60	0.88	0.080	7.117
2400	2320	2360	5.21	0.82	0.080	6.614
2320	2240	2280	3.97	0.74	0.080	5.042
2240	2163	2202	1.56	0.29	0.077	1.905
Total :				6.30	P.media:	52.27

PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA ES : 52.27 (%)

Fuente y elaboración: Los autores

Cuadro # 04: **Pendiente media (Sc)**

	EL CARMEN	SAN SIMÓN
Sc	61.30	52.27

Fuente y elaboración: Los autores

No obstante, debido a que valores semejantes de pendiente pueden darse en cuencas de relieve ⁸ diferente, es recomendable caracterizarlo a través del desnivel específico.

Analíticamente se ha encontrado que el índice de pendiente (Ig) disminuye conforme la superficie aumenta. Con la valoración del **Desnivel específico (Ds)** se intenta determinar dicha influencia lineal.

$$Ds = Ig \sqrt{Ac} \quad \dots(03)$$

$$Ig = \frac{H_s - H_{95}}{Lm} \quad \dots(04)$$

⁸ **Relieve:** Conjunto de formas estructurales y accidentes, que resalta sobre un plano y constituyen la parte más superficial de la corteza terrestre. Cuanto mayor son los desniveles en la cuenca (relieve fuerte o muy fuerte), mayor es la velocidad de circulación y menor el tiempo de concentración, lo que implica un aumento del caudal de punta o crecida.



$$Lm = \frac{Pc}{4} + \sqrt{\frac{Pc^2}{16} - Ac}$$

$$Ln = \frac{Pc}{4} - \sqrt{\frac{Pc^2}{16} - Ac} \quad \dots(05)$$

Donde:

- Ds Desnivel específico.
- Ig Índice de pendiente global de P. Dubré, en m/Km.
- Ac Área total de la micro cuenca en estudio en Km².
- H₅ Altitud al 5% de la curva hipsométrica en m.s.n.m.
- H₉₅ Altitud al 95% de la curva hipsométrica en m.s.n.m.
- Lm Lado mayor del rectángulo equivalente en Km.
- Ln Lado menor del rectángulo equivalente en Km.
- Pc Perímetro de la cuenca en Km.

Comprobaciones: $Lm + Ln = \frac{P}{2} \quad \dots (06)$

$Lm * Ln = A \quad \dots (07)$

... El Carmen

$$Lm = \frac{16.74}{4} + \sqrt{\frac{16.74^2}{16} - 11.37}$$

$$Lm = 6.664 \text{ Km}$$

$$Ln = \frac{16.74}{4} - \sqrt{\frac{16.74^2}{16} - 11.37}$$

$$Ln = 1.706 \text{ Km}$$

$$Ig = \frac{3163.91 - 2253.81}{6.664}$$

$$Ig = 136.57 \text{ m/Km}$$

... San Simón

$$Lm = \frac{12.64}{4} + \sqrt{\frac{12.64^2}{16} - 6.30}$$

$$Lm = 5.080 \text{ Km}$$



$$Ln = \frac{12.64}{4} - \sqrt{\frac{12.64^2}{16}} - 6.30$$

$$Ln = 1.240 \text{ Km}$$

$$Ig = \frac{3011.61 - 2242.69}{5.080}$$

$$Ig = 151.37 \text{ m/Km}$$



IBLONIA
ESPAB-ESPOL

Cuadro # 05: Índice de pendiente global de P. Dubré, en m/Km. (Ig)

	EL CARMEN	SAN SIMÓN
Ig	136.57	151.37

Fuente y elaboración: Los autores

Cuadro # 06: Tipo de relieve en función del Ig

TIPO DE RELIEVE	RANGOS PARA Ig
Relieve muy débil	$Ig < 2 \text{ m/Km}$
Relieve débil	$2 \text{ m/Km} < Ig < 5 \text{ m/Km}$
Relieve débil-moderado	$5 \text{ m/Km} < Ig < 10 \text{ m/Km}$
Relieve moderado	$10 \text{ m/Km} < Ig < 20 \text{ m/Km}$
Relieve moderado-fuerte	$20 \text{ m/Km} < Ig < 50 \text{ m/Km}$
Relieve fuerte	$50 \text{ m/Km} < Ig < 100 \text{ m/Km}$
Relieve muy fuerte	$100 \text{ m/Km} < Ig < 200 \text{ m/Km}$
Relieve extremadamente fuerte	$200 \text{ m/Km} < Ig$

Fuente: Apuntes de Hidrología. U.T.P.L., Ingeniería Civil. Ing. Frank Carrión. 1996.

El valor calculado de Ig, índice de pendiente global de P. Dubré, en m/Km. (136.57 y 151.37 m/Km respectivamente) nos advierte que las micro cuencas de El Carmen y San Simón se caracterizan por tener un relieve *muy fuerte*.

... El Carmen

$$Ds = 136.533 \sqrt{11.37}$$

$$Ds = 460.38 \text{ m}$$

... San Simón

$$Ds = 151.369 \sqrt{6.297}$$

$$Ds = 379.85 \text{ m}$$



Cuadro # 07: **Desnivel específico (Ds)**

	EL CARMEN	SAN SIMÓN
Ds	460.38	379.85

Fuente y elaboración: Los autores

Cuadro # 08: **Tipo de relieve en función del Ds**

TIPO DE RELIEVE	RANGOS PARA Ds
Relieve muy débil	Ds < 10 m
Relieve débil	10 m < Ds < 25 m
Relieve débil-moderado	25 m < Ds < 50 m
Relieve moderado	50 m < Ds < 100 m
Relieve moderado-fuerte	100 m < Ds < 250 m
Relieve fuerte	250 m < Ds < 500 m
Relieve muy fuerte	500 m < Ds < 1000 m
Relieve extremadamente fuerte	1000 m < Ds < 2500 m

Fuente: Apuntes de Hidrología. U.T.P.L., Ingeniería Civil. Ing. Frank Carrión. 1996.

El valor calculado de Ds (460.51 y 379.85 m respectivamente) nos advierte que las micro cuencas de El Carmen y San Simón tienen un relieve *fuerte*.

2.1.2. Drenaje.

En toda cuenca hidrográfica se establece el tipo y distribución de los cauces naturales para conocer la eficiencia del sistema de drenaje y la relación existente entre el rendimiento de la red de drenaje (ríos) con la naturaleza del suelo y las condiciones de la superficie de la cuenca.

Hay dos índices que miden el sistema de drenaje de una cuenca y son:

1. La densidad de la red de los cauces (**Dr**)

$$Dr = \frac{N}{Ac} \rightarrow \text{en cauces / Km}^2 \quad \dots(08)$$

... El Carmen

$$Dr = \frac{4}{11.37}$$
$$Dr = 0.352 \quad \text{cauces / Km}^2$$



... San Simón

$$Dr = \frac{3}{6.30}$$

$$Dr = 0.476 \quad \text{cauces / Km}^2$$

Cuadro # 09: **Densidad de la red (Dr) en cauces / Km²**

	EL CARMEN	SAN SIMÓN
Dr	0.352	0.476

Fuente y elaboración: Los autores

2. La densidad de drenaje (Dd)

$$Dd = \frac{\sum L}{Ac} \rightarrow \text{en Km / Km}^2 \quad \dots (09)$$

Donde, N número de cauces en la cuenca, incluyendo los perennes y los intermitentes.
 $\sum L$ longitud total de los cursos de agua incluyendo los perennes y los intermitentes, en Km.
 Ac superficie de la cuenca hasta el lugar de interés, en Km².

... El Carmen

$$Dd = \frac{5.815 + 0.909 + 1.877 + 1.402}{11.37}$$

$$Dd = 0.8798$$

... San Simón

$$Dd = \frac{4.7293 + .81063 + .62279}{6.30}$$

$$Dd = 0.979$$

La densidad de drenaje nos proporciona por lo menos un indicio de la eficiencia del drenaje de la cuenca.

Con base a la densidad de drenaje se puede establecer las características de drenaje de la cuenca, según el siguiente cuadro:

Cuadro # 10: **Características de la cuenca en función del Dd**

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA	DENSIDAD DE DRENAJE
Regularmente Drenada	$0 < Dd < 1.0$
Normalmente Drenada	$1.0 < Dd < 1.5$
Bien Drenada	$1.5 < Dd$

Fuente: Apuntes de Hidrología. U.T.P.L., Ingeniería Civil. Ing. Frank Carrión. 1996.



Con las densidades de drenaje (0.88 y 0.98 respectivamente), podemos colegir que las micro cuencas son *regularmente drenadas*.

PENDIENTE DEL CAUCE.

Para hallar este parámetro se recomienda dibujar el perfil del río desde su nacimiento hasta el sitio de interés y luego, mediante éste, obtener uno suavizado. Es recomendable trazarlo con líneas rectas que unan los puntos de cambios de pendientes. En el eje de las abscisas se representa la longitud del río y en el eje de las ordenadas las cotas o desnivel; las escalas vertical y horizontal son distintas por razones obvias. Los pasos necesarios son:

- a- Calcular el área existente bajo el perfil longitudinal.
- b- Dividir el área obtenida (m^2) entre la longitud del río (m), obteniendo un valor h (m). A éste se le suma la cota mínima y se lo dibuja en el centro de la longitud del río, este se denomina punto pivote.
- c- Desde el valor de la cota mínima, para la longitud de cálculo del río, trazar una línea recta que pase por el punto de pivote, siendo ésta la pendiente media.
- d- La recta determina puntos de cota máxima y mínima, con los cuales podemos cuantificar la pendiente media, se emplea:

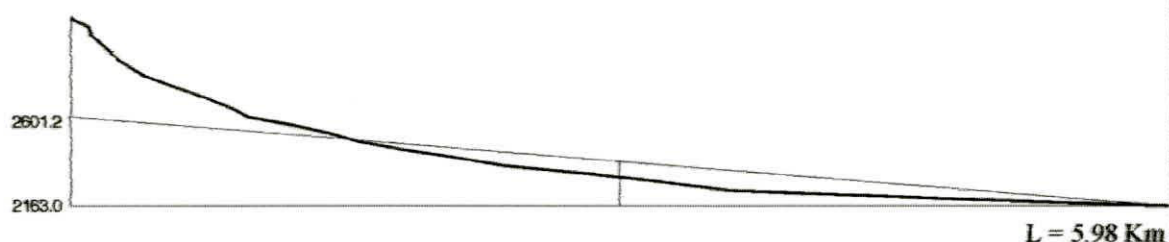
$$Sr = \left(\frac{P_{\max} - P_{\min}}{L} \right) \cdot 100 \quad \dots(10)$$

donde, Sr pendiente media del río, en %.
 $P_{\max}$ cota máxima definida mediante **d**, en m.s.n.m.
 $P_{\min}$ cota mínima (correspondiente al punto de interés), en m.s.n.m.
 L longitud del río (desde nacimiento hasta punto de interés), en m.

Longitud del cauce: La longitud del cauce principal de la Quebrada El Carmen, referida desde su inicio hasta el punto de importancia es de 5.98 Km, de la misma manera para la Quebrada San Simón registramos una longitud de 4.73 Km.



Figura # 3: Perfil longitudinal de la quebrada El Carmen



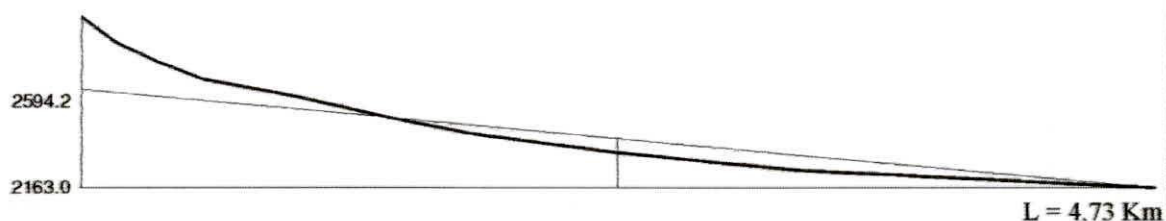
Fuente y elaboración: Los autores

$$Sr = \left(\frac{2601.2 - 2163}{5984.12} \right) \cdot 100$$

$$Sr = 7.54 \%$$

... quebrada El Carmen

Figura # 4: Perfil longitudinal de la quebrada San Simón



Fuente y elaboración: Los autores

$$Sr = \left(\frac{2594.2 - 2163}{4729.3} \right) \cdot 100$$

$$Sr = 9.12 \%$$

... quebrada San Simón

2.1.3. Altitud media.

La elevación media de una cuenca es un factor que se relaciona con la temperatura y la precipitación. A su vez el cambio de temperatura influye en la variación de las pérdidas de agua por evaporación. Por esta razón, en hidrología se utiliza como parámetro representativo la elevación media de la cuenca.

Analizaremos dos formas de determinarla: una gráfica y otra numérica.



i. Para la micro cuenca El Carmen.

Tabla # 03: Elevación media de la cuenca El Carmen .- (Método gráfico)

Se toma intervalos a cada 80 m, entre curvas de nivel, para un total de 15 fajas.

Cota máxima = 3420

Desnivel total = 1257 Km

Cota mínima = 2163

ÁREA TOTAL = 11.37 M²

CURVAS de NIVEL	SUPERFICIE DE FAJA			ALTITUD m	% Acumulado de Areas	Longitud (M) de curva nivel	Li (Km) media
	m 2	Km 2	%				
3420				3420	0	0	
3350	127527.61	0.13	1.14	3280	1.14	2174.53	1.087
3240	239228.923	0.24	2.11	3200	3.25	2870.00	2.522
3160	442574.92	0.44	3.87	3120	7.12	4159.00	3.515
3080	470869.561	0.47	4.13	3040	11.26	4427.37	4.293
3000	469272.853	0.47	4.13	2960	15.39	4563.80	4.496
2920	489477.28	0.49	4.31	2880	19.70	5029.68	4.797
2840	595255.92	0.60	5.28	2800	24.98	6457.17	5.743
2760	853637.965	0.85	7.48	2720	32.45	7770.92	7.114
2680	1100602.619	1.10	9.67	2640	42.13	8212.05	7.991
2600	1237163.672	1.24	10.91	2560	53.03	9123.20	8.668
2520	1416091.123	1.42	12.49	2480	65.52	9627.50	9.375
2440	1334756.075	1.33	11.70	2400	77.22	9085.06	9.356
2360	1312947.455	1.31	11.52	2320	88.74	7868.40	8.477
2280	861778.926	0.86	7.56	2240	96.31	5036.60	6.453
2201.5	418622.679	0.42	3.69	2163	100.00	0.00	2.518

Área total = 11.37 Km²

Fuente y elaboración: Los autores



Curva Hipsométrica

interpolando a 50

42.13	2640.00
53.03	2560.00
10.91	-80.00
7.87	-57.74193548
50%	2582.26

X	Y
0.00	3420.00
1.14	3280.00
3.25	3200.00
7.12	3120.00
11.26	3040.00
15.39	2960.00
19.70	2880.00
24.98	2800.00
32.45	2720.00
42.13	2640.00
53.03	2560.00
65.52	2480.00
77.22	2400.00
88.74	2320.00
96.31	2240.00
100.00	2163.00

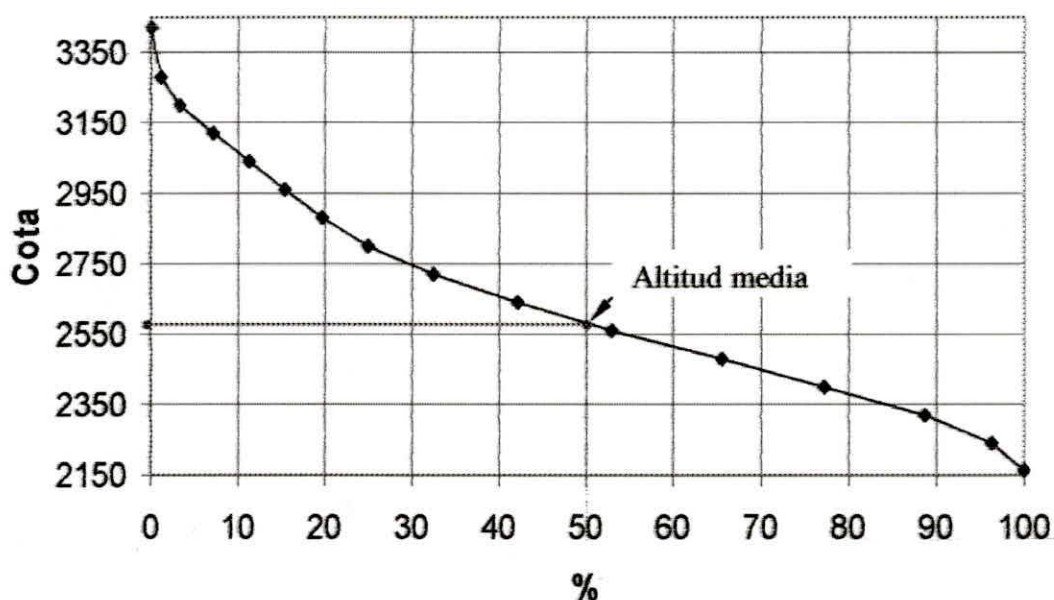
interpolando a 5

3.25	3200.00
7.12	3120.00
3.869832894	-80
1.75	-36.091
5	3163.91

interpolando a 95

88.74	2320
96.31	2240
7.563764292	-80
6.26	-66.186
95	2253.81

Figura # 5. Curva Hipsométrica para El Carmen



Fuente y elaboración: Los autores



Tabla # 04: Elevación media de la cuenca El Carmen .- (Método numérico)

Curvas de Nivel msnm		Altitud Promedio msnm (Hi)	Area entre Fajas Km2 (Ai)	Hi * Ai
3420	3280	3350	0.13	435.50
3280	3200	3240	0.24	777.60
3200	3120	3160	0.44	1390.40
3120	3040	3080	0.47	1447.60
3040	2960	3000	0.47	1410.00
2960	2880	2920	0.49	1430.80
2880	2800	2840	0.60	1704.00
2800	2720	2760	0.85	2346.00
2720	2640	2680	1.10	2948.00
2640	2560	2600	1.24	3224.00
2560	2480	2520	1.42	3578.40
2480	2400	2440	1.33	3245.20
2400	2320	2360	1.31	3091.60
2320	2240	2280	0.86	1960.80
2240	2163	2202	0.42	924.63
Sumatoria :			11.37	29914.53

$$H \text{ media} = \frac{29914.53}{11.37}$$

$$H \text{ media} = 2631.01$$

Fuente y elaboración: Los autores



ii. Para la micro cuenca San Simón.

Tabla # 05: Elevación media de la cuenca San Simón.- (Método gráfico)

Se toma intervalos a cada 80 m, entre curvas de nivel, para un total de 15 fajas.

Cota máxima = 3330 PERIMETRO CUENCA 12.639 Km
Desnivel total = 1167 Km
Cota mínima = 2163 ÁREA TOTAL = 6.297 M²

CURVAS de NIVEL	SUPERFICIE DE FAJA			ALTITUD m	% Acumulado de Areas	Longitud (M) de curva nivel	Li (Km) media
	m 2	Km 2	%				
3305	3330			3330	0	0	
	3280	10717.03	0.01	3280	0.17	314.19	0.157
3240	3200	48140.89	0.05	3200	0.93	558.80	0.436
3160	3120	100644.74	0.10	3120	2.53	837.30	0.698
3080	3040	107616.71	0.11	3040	4.24	1081.50	0.959
3000	2960	134874.35	0.13	2960	6.38	1331.60	1.207
2920	2880	182186.42	0.18	2880	9.28	1840.75	1.586
2840	2800	301923.17	0.30	2800	14.07	2726.60	2.284
2760	2720	420740.57	0.42	2720	20.75	3664.07	3.195
2680	2640	555509.67	0.56	2640	29.57	4510.50	4.087
2600	2560	819529.3	0.82	2560	42.58	5258.20	4.884
2520	2480	890344.14	0.89	2480	56.72	5613.51	5.436
2440	2400	880917.32	0.88	2400	70.71	5589.91	5.602
2360	2320	816798.1	0.82	2320	83.68	4822.70	5.206
2280	2240	737474.27	0.74	2240	95.39	3115.67	3.969
2201.5	2163	290101.15	0.29	2163	100.00	0.00	1.558

Área total = 6.297 Km²

Fuente y elaboración: Los autores



Curva Hipsométrica

interpolando a 50

42.58	2560.00
56.72	2480.00
14.14	-80.00
7.42	-41.959
50%	2518.04

X	Y
0.00	3330.00
0.17	3280.00
0.93	3200.00
2.53	3120.00
4.24	3040.00
6.38	2960.00
9.28	2880.00
14.07	2800.00
20.75	2720.00
29.57	2640.00
42.58	2560.00
56.72	2480.00
70.71	2400.00
83.68	2320.00
95.39	2240.00
100.00	2160.00



BOLIVIA
BGPAL-ES-OL

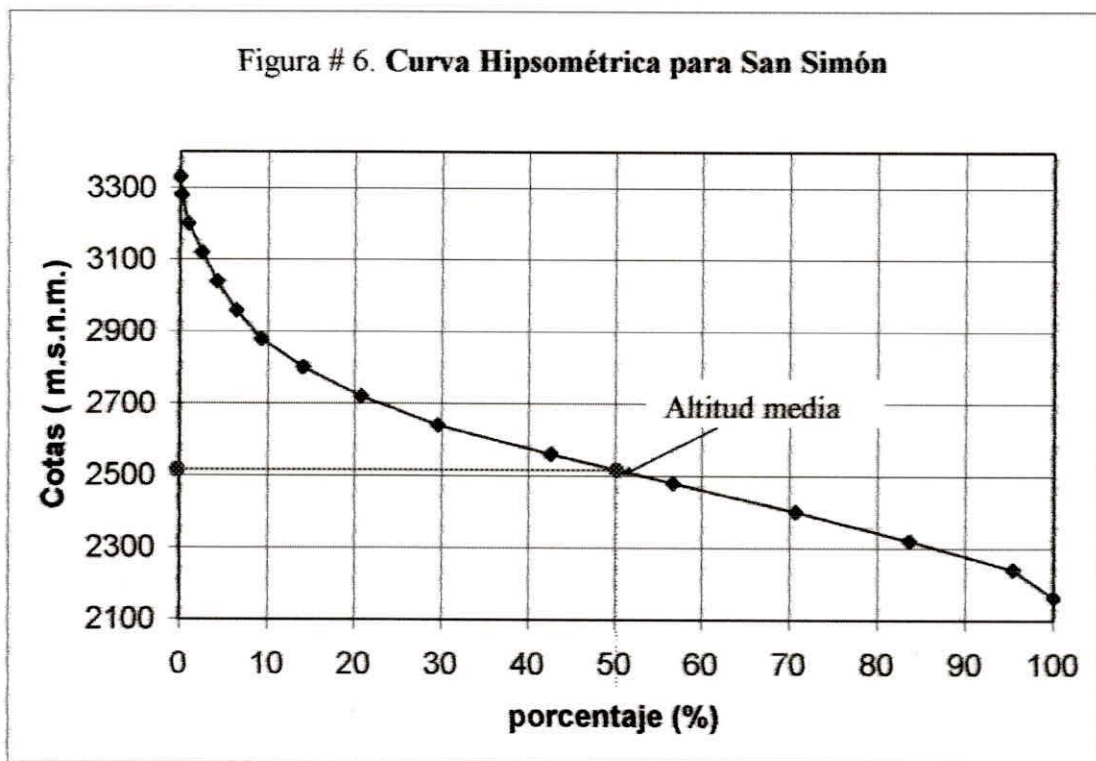
interpolando a 5

4.24	3040.00
6.38	2960.00
2.142187922	-80
0.76	-28.385
5	3011.61

interpolando a 95

83.68	2320.00
95.39	2240.00
11.71136836	-80
11.32	-77.314
95	2242.69

Figura # 6. Curva Hipsométrica para San Simón



Fuente y elaboración: Los autores



Tabla # 06: Elevación media de la cuenca San Simón.- (Método numérico)

Curvas de Nivel msnm		Altitud Promedio msnm (Hi)	Area entre Fajas Km2 (Ai)	Hi * Ai
3330	3280	3305	0.01	35.36
3280	3200	3240	0.05	155.84
3200	3120	3160	0.10	317.90
3120	3040	3080	0.11	331.41
3040	2960	3000	0.13	404.70
2960	2880	2920	0.18	532.02
2880	2800	2840	0.30	857.40
2800	2720	2760	0.42	1161.13
2720	2640	2680	0.56	1488.74
2640	2560	2600	0.82	2130.70
2560	2480	2520	0.89	2243.56
2480	2400	2440	0.88	2149.40
2400	2320	2360	0.82	1927.65
2320	2240	2280	0.74	1681.50
2240	2163	2202	0.29	638.66
Sumatoria :			6.30	16055.96

$$H \text{ media} = \frac{16055.96}{6.30}$$

$$H \text{ media} = 2549.66$$

Fuente y elaboración: Los autores



2.1.4. Precipitaciones.

Entenderemos por precipitación, al agua que cae por acción de la gravedad desde las nubes en la atmósfera hacia el suelo. El agua mientras está descendiendo, antes de golpear al suelo es de suma importancia para el meteorólogo; luego, ya en el suelo esta agua se convierte en un elemento básico de los estudios hidrológicos.

DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA EN UNA CUENCA.

Existen varios métodos para determinar la lámina de agua promedio que cae en una hoya, sin embargo el que más se adapta a nuestro estudio es el método de las curvas isoyetas, el mismo que brevemente lo describiremos a continuación:

Curvas isoyetas.

Este método consiste en trazar curvas de igual precipitación (**curvas isoyetas**) para un periodo elegido. Los intervalos de profundidad de precipitación (decenas, medias centenas ó centenas, de milímetros) y de incremento de tiempo (1 hora, 6 horas, 12 horas, 1 día, 1 mes, 6 meses ó 1 año) se toman según la necesidad del estudio. La metodología lógica a seguirse es así:

- Sobre un plano de la cuenca, elaborado a escala conveniente, se replantean las estaciones pluviométricas que se hallan tanto dentro como próximas a ella.
- Mediante trazos finos, se unen las estaciones entre sí, en triangulación, cuidando que las líneas no se intercepten y dando prioridad a las más cercanas.
- Con los datos de precipitación correspondiente a cada estación, se interpola linealmente con las estaciones enlazadas, con la finalidad de encontrar los puntos de igual precipitación.
- Unimos los puntos anteriormente interpolados que tienen igual precipitación.
- Ayudados por la topografía de la cuenca y dirección de los vientos, se corrigen las curvas isoyetas dándoles la forma correcta de acuerdo al relieve y a la orientación de los frentes de lluvia. Por lo general las curvas se verán forzadas a moverse del punto interpolado.



- La expresión a utilizarse, para determinar la precipitación media de la cuenca (Pm), es la siguiente:

$$Pm = \frac{P_1 \cdot A_1 + P_2 \cdot A_2 + P_3 \cdot A_3 + \dots + P_n \cdot A_n}{A_t}$$
$$Pm = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot A_i}{A_t} \quad \dots(11)$$

Donde,

Pi Precipitación promedio entre dos curvas isoyetas consecutivas.

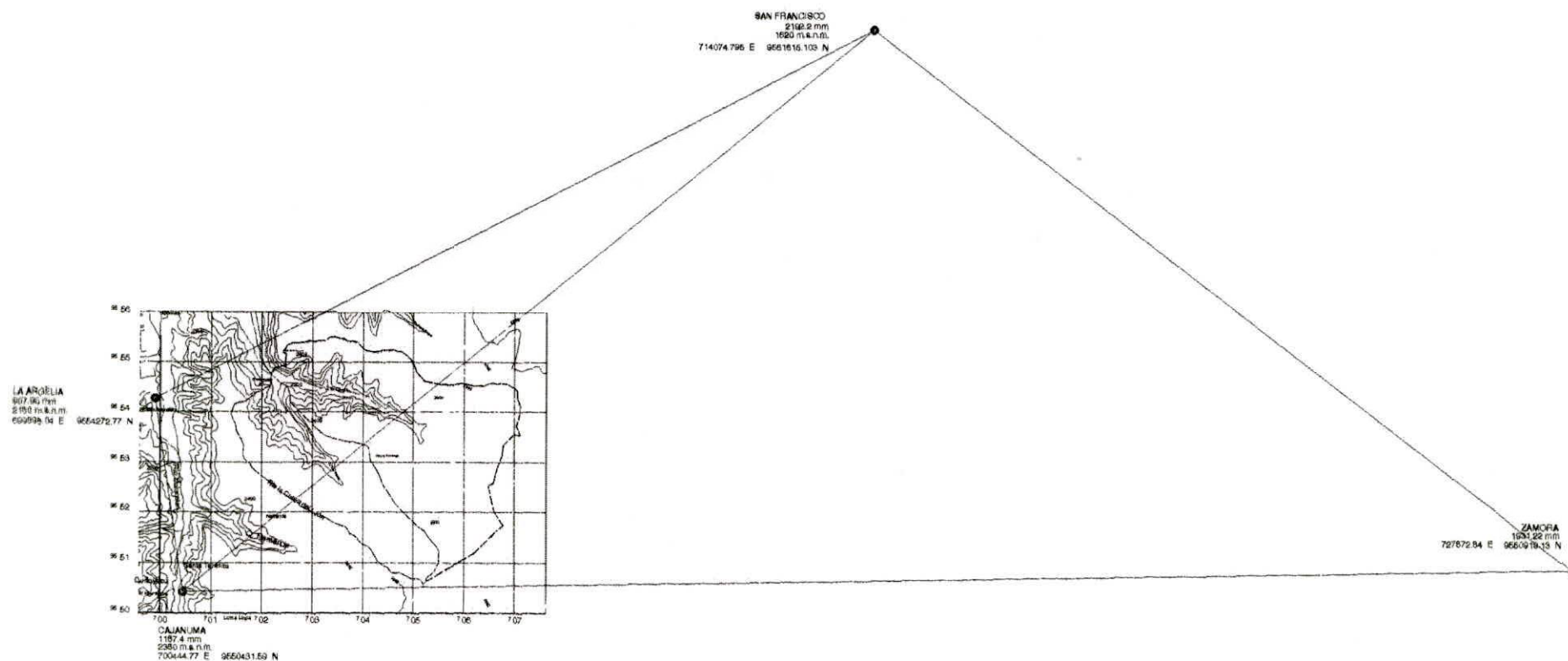
Ai Área delimitada por las dos curvas isoyetas.

At Área total considerada.

Para la precipitación medial anual se estableció un gradiente de precipitación entre las estaciones: La Argelia, Cajanuma, San Francisco y Zamora, puesto que en la micro cuenca Zamora Huayco, ubicada en la parte oriental de la ciudad de Loja no existen estaciones climatológicas, razón ésta que nos llevó a emplear la información de estaciones vecinas las más cercanas y que ayudarán en el desarrollo del presente análisis hidrológico.



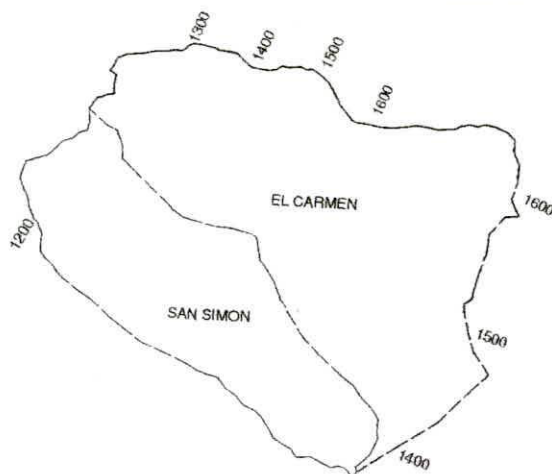
Figura # 7: Interpolación de cuatro estaciones vecinas a las micro cuencas para generar curvas isoyetas.



Fuente y elaboración: Los autores



Figura # 8: Curvas isoyetas en las micro cuencas de estudio.



Fuente y elaboración: Los autores

Tabla # 07: Generación de precipitaciones mediante curvas isoyetas

Fajas	PRECIPITACION mm	EL CARMEN AREA (m ²)	Pi * Ai	SAN SIMON AREA (m ²)	Pi * Ai
1150					
1200	1175			217787.26	255900030.50
1250	1225	237572.69	291026545.25	571337.84	699888854.00
1300	1275	472632.25	602606118.75	611146.02	779211175.50
1350	1325	642129.87	850822077.75	565102.41	748760693.25
1400	1375	751390.12	1033161415.00	1339560.89	1841896223.75
1450	1425	1468343.87	2092390014.75	2316832.69	3301486583.25
1500	1475	2749910.46	4056117928.50	675859.41	996892629.75
1550	1525	2484601.99	3789018034.75		
1600	1575	1773391.44	2793091518.00		
1650	1625	789835.28	1283482330.00		
SUMATORIA		11369807.97	16791715982.75	6297626.52	8624036190.00

Pm =	1476.87	Pm =	1369.41
-------------	----------------	-------------	----------------

Fuente y elaboración: Los autores



Gradiente de precipitación.

Entiéndase que el cálculo de gradientes lineales sólo se puede aplicar cuando las distancias horizontales son pequeñas y pertenecen a una misma cuenca tributaria, como en nuestro caso.

Las micro cuencas de El Carmen y San Simón tienen, entre las dos, un área de 17.67 Km², las características geomorfológicas son similares y muy cercanas a las estaciones La Argelia y Cajanuma que también pertenecen a una misma cuenca fluvial, por estas razones colegimos que la relación lineal de precipitación versus altitud resulta consistente, cuya correlación está dentro del parámetro de muy buena y por tal podemos proyectar a la altitud media de cada micro cuenca.

Para establecer el gradiente lineal de lluvia se tomaron las estaciones La Argelia y Cajanuma, con período de información (1964-1999) de 35 años.

Ecuación lineal para correlacionar la precipitación y la altitud.

Un modelo matemático que nos permite correlacionar la precipitación y la altitud para dos estaciones que pertenecen a una misma cuenca tributaria, es la ecuación de la recta. Consideramos como variable dependiente a la precipitación (en mm) y como variable independiente a la variación de la altitud (en m.s.n.m.). La metodología para correlacionar esta información es la de mínimos cuadrados. La ecuación de la recta tendrá la forma:

$$Y = a + b \cdot X \quad \dots(12)$$

donde **a** y **b** son los coeficientes de dicha ecuación que pueden ser encontrados numéricamente aplicando el concepto de mínimos cuadrados.

$$a = \frac{(\sum y \cdot \sum x) - (\sum x \cdot \sum (x \cdot y))}{N \cdot (\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad \dots(13)$$

$$b = \frac{N(\sum x \cdot y) - (\sum x \cdot \sum y)}{N \cdot (\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad \dots(14)$$

donde, N es el número de pares de datos existentes.

Necesariamente debe establecerse el grado de relación imperante al cual se lo representa por el llamado "Coeficiente de Correlación r "



$$r = \frac{N(\sum x \cdot y) - (\sum x \cdot \sum y)}{\left[N(\sum x^2) - (\sum x)^2 \right] \cdot \left[N(\sum y^2) - (\sum y)^2 \right]^{(0.5)}} \quad \dots(15)$$

Los valores de r fluctúan entre +1 y -1 según la correlación sea positiva o negativa.

Se ha considerado que para existir relación lineal entre parejas de datos el coeficiente sea $r > 0.7$.

La calidad de la correlación podemos establecerla según el cuadro # 11.

Cuadro # 11: Calidad de correlación en función de "r"

r	Tipo de correlación
0.70 – 0.75	Regular
0.76 – 0.85	Buena
0.86 – 1.00	Muy buena



Fuente: Apuntes de Hidrología. U.T.P.L., Ingeniería Civil. Ing. Frank Carrión. 1996.

El valor de correlación es $r = 1$, por lo tanto la ecuación se puede aplicar para nuestro propósito predictivo - proyectivo.

Tabla # 08: Análisis matemático del modelo

ESTACION	ALTITUD X	PRECIPITACION Y	X ²	Y ²	XY
LA ARGELIA	2160	907.9	4665600.00	824282.41	1961064.00
CAJANUMA	2380	1187.4	5664400.00	1409918.76	2826012.00
SUMA	4540	2095.3	10330000	2234201.17	4787076

Tcx	Tcy	Scxx	Scyy	Tcxy	Spcxy	r
10305800	2195141.05	24200	39060.125	4756331	30745.00	1.0000

a	b	r
-1836.28	1.2705	1.0000

Fuente y elaboración: Los autores



**Modelo matemático para la precipitación $\rightarrow f(\text{altitud})$
correlacionando las estaciones La Argelia y Cajanuma**

$$Y = -1836.28 + 1.2705 X$$

... (16)

Para graficar esta función lineal, asignaremos valores a la altitud (X) y será representada en el eje de las abscisas, del mismo modo para cada valor de altitud existirá un valor de precipitación (Y) que cumpla con la función antes obtenida, la precipitación la dibujaremos en el eje de las ordenadas; los pares de puntos (X_i , Y_i) unidos con una línea, nos representará la recta correspondiente a la función precipitación-altitud.

Para nuestro análisis emplearemos la función: $Y = -1836.28 + 1.2705 X$

La pendiente de la función graficada es de 1.27 mm de precipitación por cada metro aumentado en altitud m.s.n.m.. Ver figura # 9.

Basados en esta ecuación nos hemos permitido extrapolar hasta el valor de la altitud media de cada micro cuenca para poder determinar la precipitación promedio, así:

Cuadro # 12: Precipitaciones generadas a partir del modelo matemático

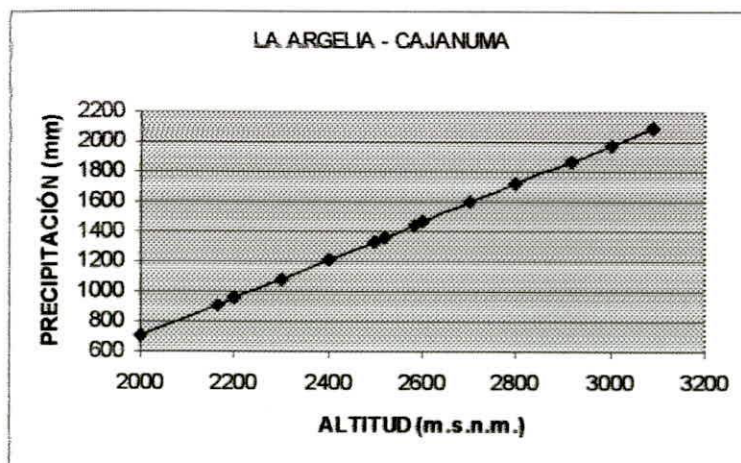
MICRO CUENCA	Cota más baja (m.s.n.m.)	Precipit. en la zona baja (mm)	Altitud media (m.s.n.m.)	Precipit. media (mm)	Cota máxima (m.s.n.m.)	Precipit. máxima (mm)
El Carmen	2163.00	911.7	2582.26	1444.4	3090.78	2090.4
San Simón	2163.00	911.7	2518.04	1362.8	2915.49	1867.7

Fuente y elaboración: Los autores.

Tabla # 09: Tabla (X, Y) para gráfico de función lineal.

Y	704.6	911.7	958.7	1085.8	1212.8	1339.9	1362.8	1444.36	1466.9	1593.9	1721.0	1867.7	1975.1	2090.4
X	2000.0	2163.0	2200.0	2300.0	2400.0	2500.0	2518.0	2582.26	2600.0	2700.0	2800.0	2915.49	3000.0	3090.78

Figura # 9: Relación precipitación – altitud.



Fuente y elaboración: Los autores



Según el modelo matemático propuesto para la variación de la precipitación en función de la altitud, para la micro cuenca de El Carmen, la precipitación varía de 911.71 mm a 2090.41 mm y para San Simón varía desde 911.71 mm a 1867.72 mm; la amplitud de la variación de la lluvia es de 1178.7 mm y 956.0 mm respectivamente; derivándose un gradiente lineal de precipitación en un aumento de 1.27 mm por cada metro de altitud.

Analizando el gradiente lineal de precipitación obtenido, concluimos lo siguiente:

- En las micro cuencas se espera en la cota más baja, una precipitación media anual de 911.71 mm.
- En el punto más elevado de la micro cuenca El Carmen esperaremos una precipitación media anual de 2090.40 mm; para la micro cuenca San Simón predecimos una precipitación media anual de 1867.7 mm.
- Para la altitud media de la micro cuenca El Carmen se espera una precipitación media anual de 1444.4 mm; asimismo, para San Simón justificamos una precipitación de 1362.8 mm como promedio anual.

Cuadro # 13: Resumen de precipitaciones generadas

MICRO CUENCA	M. Isoyetas	M. Correlación
El Carmen	1476.9	1444.4
San Simón	1396.4	1362.8

Fuente y elaboración: Los autores

Finalmente podemos determinar que las precipitaciones generadas por ambos métodos son cercanamente variables entre sí. Sin embargo, por la mayor relación geomorfológica, por la menor distancia existente entre las estaciones y la cuenca de estudio, por las similitudes topológicas, adoptaremos las precipitaciones encontradas por el método de la correlación lineal precipitación – altitud. Así para la micro cuenca El Carmen se predice una precipitación media anual de **1444.4 mm** y para San Simón de **1362.8 mm**.

Con las precipitaciones encontradas (1444.4 mm y 1362.8 mm) al año, ponderamos en la estación La Argelia y proyectaremos las precipitaciones medias mensuales para las micro cuencas; para esto calculamos el Factor de Ponderación o Corrección.

El Carmen

$$FC = \frac{1444.4}{907.9}$$
$$FC = 1.59084$$

San Simón

$$FC = \frac{1362.8}{907.9}$$
$$FC = 1.50097$$



Cuadro # 14: Factor de corrección FC

	EL CARMEN	SAN SIMÓN
FC	1.591	1.501

Fuente y elaboración: Los autores

Tabla # 10: Generación de precipitaciones a partir de la precipitación media de la Micro cuenca El Carmen vs estación La Argelia

FC = 1.59084

NOMBRE: LA ARGELIA - LOJA

PERIODO: 1964 - 1999

LATITUD: 4 1 50 S 9554272.8

LONGITUD: 79 11 58 W 699898.0

ELEVACION: 2160 msnm

AÑOS	VALORES MENSUALES												VALORES ANUALES	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1964	65.4	75.6	92.0	116.1	45.3	108.0	37.2	87.5	213.8	87.8	59.8	57.0	1045.50	87.13
1965	79.2	57.3	31.8	138.4	156.5	99.6	61.6	90.7	150.0	70.8	138.9	87.3	1162.11	96.84
1966	109.6	68.4	196.6	107.4	61.7	69.2	73.2	60.5	52.0	97.7	110.9	53.1	1060.30	88.36
1967	175.9	269.2	182.2	126.2	61.7	174.4	195.8	173.9	91.2	112.5	18.8	90.4	1671.98	139.33
1968	168.9	96.7	339.8	81.3	52.5	51.4	155.1	49.2	115.5	123.8	74.9	63.6	1372.74	114.39
1969	115.2	186.8	81.0	196.3	89.4	93.5	29.4	200.8	52.0	61.2	108.8	271.6	1486.01	123.83
1970	317.4	248.3	193.4	48.5	105.3	270.1	0.0	75.1	126.3	68.4	70.0	1522.91	126.91	
1971	127.3	190.1	218.4	91.2	65.1	98.2	94.7	86.2	73.0	116.4	63.6	160.4	1384.51	115.38
1972	176.6	185.5	310.2	168.3	99.3	85.7	183.1	39.0	80.0	67.0	178.0	129.7	1702.36	141.86
1973	186.0	267.1	179.3	93.1	83.0	94.0	121.4	66.5	53.1	36.3	68.4	84.5	1332.65	111.05
1974	80.2	131.1	210.2	18.8	45.7	96.1	194.7	50.0	68.7	139.5	200.6	171.5	1406.94	117.25
1975	125.4	322.5	108.0	139.0	89.6	161.5	111.8	151.8	66.8	137.6	99.9	27.4	1541.21	128.43
1976	167.7	260.6	135.1	207.6	64.7	130.3	100.7	178.8	22.9	31.3	89.1	95.0	1483.78	123.65
1977	114.5	191.9	220.3	237.8	49.8	147.9	49.2	91.5	83.7	115.2	83.5	96.9	1482.19	123.52
1978	78.7	80.2	290.3	14.2	117.2	100.1	75.4	69.8	45.3	63.3	28.0	71.3	1033.89	86.16
1979	68.9	72.1	273.8	150.2	33.2	15.0	12.1	47.1	57.1	64.0	33.1	66.3	892.78	74.40
1980	172.6	229.6	240.5	285.7	79.1	87.0	39.1	42.8	35.6	124.1	97.0	138.2	1571.44	130.95
1981	105.8	136.8	165.8	96.6	28.8	29.6	49.2	35.8	11.5	202.8	96.9	187.9	1147.32	95.61
1982	179.4	78.6	228.1	233.7	124.6	18.0	43.7	34.8	69.7	195.5	59.2	209.0	1474.39	122.87
1983	222.2	212.7	350.3	125.5	109.3	44.1	83.0	21.2	59.2	149.7	19.6	220.0	1616.77	134.73
1984	79.1	334.1	275.5	161.0	91.3	133.6	120.1	48.5	74.1	152.9	117.2	86.4	1673.89	139.49
1985	86.2	288.6	227.7	184.1	239.4	31.7	68.6	100.2	77.8	161.2	127.1	174.2	1766.78	147.23
1986	74.3	204.3	141.9	192.8	65.2	23.5	52.7	40.4	91.0	92.4	89.6	143.2	1211.27	100.94
1987	102.0	138.9	183.6	179.4	102.9	17.2	150.5	76.7	65.1	134.9	201.4	114.1	1466.60	122.22
1988	185.2	228.9	135.1	176.7	87.8	42.6	104.4	74.1	71.6	117.4	112.3	103.7	1439.87	119.99
1989	253.3	257.1	326.6	75.7	100.2	70.5	55.2	54.2	102.1	207.0	23.5	32.9	1558.39	129.87
1990	209.5	256.6	227.2	208.6	122.7	132.0	69.7	52.8	43.1	135.9	171.5	182.9	1812.45	151.04
1991	179.9	244.2	313.4	94.8	111.5	101.8	62.4	98.5	49.2	97.0	36.0	105.8	1494.44	124.54
1992	132.8	199.3	149.7	154.3	91.6	75.9	80.2	25.0	62.7	74.9	164.8	102.6	1313.88	109.49
1993	135.9	167.7	504.6	148.6	37.2	80.0	99.7	46.5	72.5	145.6	76.4	315.1	1829.79	152.48
1994	340.1	123.4	454.2	196.2	86.1	85.6	129.7	110.2	58.9	47.1	68.1	166.4	1865.90	155.49
1995	95.1	140.0	148.6	84.0	102.9	16.1	53.5	31.7	35.5	58.5	205.2	193.0	1164.02	97.00
1996	156.4	201.9	243.7	155.6	48.8	74.0	61.4	54.7	59.0	92.1	20.7	43.0	1211.27	100.94
1997	108.3	173.7	161.0	111.2	73.5	32.9	79.9	56.0	66.8	95.3	117.1	197.1	1272.83	106.07
1998	64.3	162.1	216.7	140.8	81.5	119.6	78.7	56.8	50.0	185.7	136.5	62.4	1354.92	112.91
1999	197.7	473.9	337.8	133.2	191.2	93.7	95.1	79.9	130.0	170.8	76.5	190.5	2170.33	180.86
suma	5237.1	6955.5	8094.4	5072.8	3195.8	3104.4	3072.1	2583.8	2585.6	4091.4	3441.3	4564.2	51998.4	4333.2
media	145.5	193.2	224.8	140.9	88.8	86.2	85.3	71.8	71.8	113.7	95.6	126.8	1444.4	120.4

Fuente y elaboración: Los autores basados en información del SIG - UTPL



Tabla # 11: Generación de precipitaciones a partir de la precipitación media de la Micro cuenca San Simón vs estación La Argelia

FC = 1.50097

NOMBRE: LA ARGELIA - LOJA

PERIODO: 1964 - 1999

LATITUD: 4 1 50 S 9554273

LONGITUD: 79 11 58 W 699898

ELEVACIÓN: 2160 msnm

AÑOS	VALORES MENSUALES												VALORES ANUALES	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1964	61.7	71.3	86.8	109.6	42.8	101.9	35.1	82.6	201.7	82.9	56.4	53.7	986.44	82.20
1965	74.7	54.0	30.0	130.6	147.7	94.0	58.1	85.6	141.5	66.8	131.0	82.4	1096.46	91.37
1966	103.4	64.5	185.5	101.3	58.2	65.3	69.0	57.0	49.1	92.2	104.6	50.1	1000.40	83.37
1967	166.0	254.0	171.9	119.0	58.2	164.5	184.8	164.1	86.0	106.1	17.7	85.3	1577.52	131.46
1968	159.4	91.3	320.6	76.7	49.5	48.5	146.3	46.4	109.0	116.8	70.7	60.0	1295.19	107.93
1969	108.7	176.2	76.4	185.2	84.4	88.3	27.8	189.4	49.1	57.8	102.7	256.2	1402.06	116.84
1970	299.4	234.3	182.5	45.8	99.4	254.9	0.0	0.0	70.8	119.2	64.5	66.0	1436.88	119.74
1971	120.1	179.4	206.1	86.0	61.4	92.6	89.3	81.4	68.9	109.9	60.0	151.3	1306.29	108.86
1972	166.6	175.0	292.7	158.8	93.7	80.9	172.8	36.8	75.5	63.2	168.0	122.3	1606.19	133.85
1973	175.5	252.0	169.2	87.8	78.4	88.7	114.5	62.7	50.1	34.2	64.5	79.7	1257.36	104.78
1974	75.6	123.7	198.3	17.7	43.1	90.7	183.7	47.1	64.8	131.6	189.3	161.8	1327.46	110.62
1975	118.3	304.2	101.9	131.2	84.5	152.3	105.5	143.2	63.0	129.8	94.3	25.8	1454.14	121.18
1976	158.2	245.9	127.4	195.9	61.1	122.9	95.0	168.7	21.6	29.6	84.1	89.6	1399.95	116.66
1977	108.1	181.0	207.9	224.4	47.0	139.6	46.4	86.3	79.0	108.7	78.8	91.4	1398.45	116.54
1978	74.3	75.6	273.9	13.4	110.6	94.4	71.1	65.9	42.8	59.7	26.4	67.2	975.48	81.29
1979	65.0	68.0	258.3	141.7	31.4	14.1	11.4	44.4	53.9	60.3	31.2	62.6	842.34	70.20
1980	162.9	216.6	226.9	269.6	74.6	82.1	36.9	40.4	33.6	117.1	91.6	130.4	1482.66	123.55
1981	99.8	129.1	156.4	91.1	27.2	27.9	46.4	33.8	10.8	191.4	91.4	177.3	1082.50	90.21
1982	169.3	74.1	215.2	220.5	117.5	17.0	41.3	32.9	65.7	184.5	55.8	197.2	1391.10	115.92
1983	209.7	200.7	330.5	118.4	103.1	41.6	78.4	20.0	55.8	141.2	18.5	207.6	1525.44	127.12
1984	74.6	315.2	260.0	151.9	86.2	126.1	113.3	45.8	69.9	144.2	110.6	81.5	1579.32	131.61
1985	81.4	272.3	214.8	173.7	225.9	29.9	64.7	94.6	73.4	152.0	119.9	164.4	1666.97	138.91
1986	70.1	192.7	133.9	181.9	61.5	22.2	49.7	38.1	85.9	87.2	84.5	135.1	1142.84	95.24
1987	96.2	131.0	173.2	169.3	97.1	16.2	142.0	72.3	61.4	127.3	190.0	107.6	1383.74	115.31
1988	174.7	216.0	127.4	166.8	82.9	40.2	98.5	69.9	67.5	110.8	106.0	97.9	1358.53	113.21
1989	239.0	242.6	308.1	71.4	94.6	66.5	52.1	51.2	96.4	195.3	22.2	31.1	1470.35	122.53
1990	197.7	242.1	214.3	196.8	115.7	124.6	65.7	49.8	40.7	128.2	161.8	172.6	1710.06	142.50
1991	169.8	230.4	295.7	89.5	105.2	96.1	58.8	92.9	46.4	91.6	33.9	99.8	1410.01	117.50
1992	125.3	188.1	141.2	145.6	86.5	71.6	75.6	23.6	59.1	70.7	155.5	96.8	1239.65	103.30
1993	128.2	156.2	476.1	140.2	35.1	75.5	94.1	43.8	68.4	137.3	72.0	297.3	1726.42	143.87
1994	320.9	116.5	428.5	185.1	81.2	80.8	122.3	104.0	55.5	44.4	64.2	157.0	1760.49	146.71
1995	89.8	132.1	140.2	79.3	97.1	15.2	50.4	29.9	33.5	55.2	193.6	182.1	1098.26	91.52
1996	147.5	190.5	229.9	146.8	46.1	69.8	57.9	51.6	55.7	86.9	19.5	40.5	1142.84	95.24
1997	102.2	163.9	151.9	104.9	69.3	31.1	75.3	52.8	63.0	89.9	110.5	186.0	1200.93	100.08
1998	60.6	152.9	204.4	132.8	76.8	112.9	74.3	53.6	47.1	175.2	128.8	58.8	1278.38	106.53
1999	186.6	447.1	318.8	125.6	180.4	88.4	89.8	75.3	122.6	161.1	72.2	179.7	2047.72	170.64
suma	4941.2	6562.6	7637.1	4786.2	3015.3	2929.0	2898.5	2437.9	2439.5	3860.3	3246.9	4306.4	49060.8	4088.4
media	137.3	182.3	212.1	132.9	83.8	81.4	80.5	67.7	67.8	107.2	90.2	119.6	1362.8	113.6

Fuente y elaboración: Los autores basados en información del SIG - UTPL



2.1.5. Caudales históricos: Quebradas San Simón y El Carmen.

Cuadro # 15: Aforos históricos de las quebradas El Carmen y San Simón

FECHA	EL CARMEN Q (m ³ / s)	SAN SIMÓN Q (m ³ / s)	FECHA	EL CARMEN Q (m ³ / s)	SAN SIMÓN Q (m ³ / s)
10/03/1988	0.397	0.200	05/01/1989	0.508	0.092
18/03/1988	0.271	0.138	15/02/1989	0.507	0.272
25/03/1988	0.849	0.310	15/03/1989	0.687	0.332
07/04/1988	0.597	0.243	12/04/1989	0.390	0.155
20/04/1988	1.022	0.606	17/04/1989	0.391	0.144
27/04/1988	0.584	0.215	10/05/1989	0.647	0.165
04/05/1988	0.521	0.124	13/06/1989	0.975	0.230
17/05/1988	0.427	0.139	22/06/1989	1.164	0.291
26/05/1988	0.609	0.210	14/07/1989	0.841	0.157
16/06/1988	0.334	0.114	17/08/1989	0.511	0.125
24/06/1988	0.239	0.061	29/09/1989	0.275	0.088
15/07/1988	0.592	0.160	17/10/1989	0.537	0.122
11/08/1988	0.375	0.116	07/11/1989	0.270	0.065
31/08/1988	0.235	0.082	30/11/1989	0.263	0.080
13/09/1988	0.149	0.053	12/12/1989	0.211	0.051
29/09/1988	0.229	0.074	17/01/1990	0.265	0.054
14/10/1988	0.570	0.065	13/02/1990	0.692	0.202
26/10/1988	0.191	0.046	11/04/1990	1.529	0.496
11/11/1988	0.369	0.059	28/05/1990	0.566	0.192
23/12/1988	0.265	0.088	21/06/1990	2.224	0.514
PROMEDIO	0.557	0.173	(m³ / s)		

Fuente: García García Eduardo y Ojeda Ochoa Omar. 1994. "Estudio sobre la erosión y protección de la micro cuenca de Zamora Huayco, proveedora de agua potable para la ciudad de Loja". Págs: 64 – 71.

2.1.6. Pérdida de suelo y descarga de suelos de la cuenca.

Los autores García y Ojeda (1994) del Instituto de Investigaciones Agrícolas de la Universidad Nacional de Loja, en su trabajo titulado "Estudio sobre la erosión y protección de la micro cuenca de Zamora Huayco, proveedora de agua potable para la ciudad de Loja" luego de una exhaustiva inspección de campo corroboran por el procedimiento "MUSLE" que la pérdida de suelo por año es de aproximadamente 10000 toneladas para toda la cuenca de Zamora Huayco. Esto significa alrededor de 8000 m³ de suelo cada año.

Asimismo, también determinan que la descarga de sedimentos en suspensión más el arrastre de fondo para la quebrada El Carmen, es alrededor de 287 m³ por año y para la quebrada San Simón 258 m³ por año.

2.2. Aspectos biológicos.

En este ítem citaremos y tomaremos información del capítulo cuatro de la tesis "Evaluación del impacto ambiental de los planes de forestación y reforestación ejecutados en la cuenca del Zamora Huayco del cantón Loja, provincia de Loja", elaborada por Benavides O. Jorge D. y Solano F. Cristian C., 2005.



2.2.1. Cubierta vegetal.

Para la cuenca de Zamora Huayco (31.13 Km²) en la que se encuentran albergadas las micro cuencas de El Carmen (11.37 Km² = 36.5% de Zamora Huayco) y San Simón (6.30 Km² = 20.2% de Zamora Huayco) se destacan tres zonas de vida (Holdridge): **bosque seco montano bajo (bs-Mb)**, con una altitud de 2400 m.s.n.m. y una variación de temperatura entre 18 y 20 °C, **bosque húmedo montano (bh-M)** para una altitud desde los 2400 a los 2800 m.s.n.m. con temperaturas que varían entre los 12 y los 18° C y **Páramo (P)** para altitudes superiores a los 2800 m.s.n.m. se espera temperaturas medias anuales de 8 °C con presencia de neblina constante la mayor parte del año. El bosque característico de esta zona es un bosque chaparro natural y pajonal, se localizará también orquídeas, bromelias, musgo y líquenes. Es el área principal para la producción de agua a través de la precipitación horizontal.

2.2.1.1 Densidad de especies en la plantación

Luego de la identificación y conteo de los tipos de plantación forestal existentes en la cuenca del Zamora Huayco se anota que la densidad de especies es igual al número total de individuos de la especie entre el área muestreada.

Cuadro # 16: Densidad de especies al año 2005

Especie	Densidad (individuos / m ²)
Pino	0.040
Eucalipto	0.105
Aliso	0.065
Matorral natural	0.105

Fuente: Benavides O. Jorge D. y Solano F. Cristian C. 2005. "Evaluación del impacto ambiental de los planes de forestación y reforestación ejecutados en la cuenca del Zamora Huayco del cantón Loja, provincia de Loja". Págs: 49 – 55.

2.2.1.2 Cambio de vegetación en la cuenca Zamora Huayco.

Como evolución histórica de la cubierta vegetal en la cuenca del Zamora Huayco, podemos indicar que:

- El bosque natural en el año 1976 cubría un área de 1630 Ha, en el año 1998 abarcó 1247 Ha, hoy en día se tiene una combinación de pastizal con matorral, bosque con pastizal y matorral en una extensión no mayor a las 369.5 Ha.
- En cuanto al bosque secundario, en el año de 1976 no existía, para 1998 se registraron 301 Ha y para el año 2004, 294.1 Ha.
- Se considera el incremento del área destinada a cultivo, urbana y achaparrada.



Cuadro # 17: Variación histórica en hectáreas del uso de suelo en la cuenca Zamora Huayco

Especie	Año		
	1976	1998	2004
Eucalipto			9.2
Pino			52.9
Aliso			6.1
Eucalipto, pino, ciprés			143.8
Bosque de galería			4.6
Bosque de páramo			1246.3
Bosque natural	1630	1247	
Bosque achaparrado	68	97	108.8
Bosque secundario	0	301	294.1
Bosque con pastizal			25.5
Matorral	377	291	335.2
Matorral con pastizal			8.8
Pastizal	903	917	783.9
Pajonal de páramo			49.0
Area urbana	7	63	45.6
Páramo	89	49	
Plantación	25	154	
Cultivo	14	4	

Fuente: Benavides O. Jorge D. y Solano F. Cristian C. 2005. "Evaluación del impacto ambiental de los planes de forestación y reforestación ejecutados en la cuenca del Zamora Huayco del cantón Loja, provincia de Loja". Págs: 56 – 59.

2.2.2 Fauna.

En la cuenca del Zamora Huayco se han registrado 17 clases de mamíferos (Oso, Puma, Yamala, Ardilla, Amingo, Conejo, Raposa, Yamala ó venado, Guatuzá, Tumulle, Chonto, Chucurillo, Zorro, Cusumbo, Guanchaca, Ratón y Zorro de páramo); 20 tipos de aves (Gorrion, Garrapatero, Gallinazo, Gavilán, Tordo, Colibrí, Quilico, Chilalo, Zurzo, Charro, Tuga, Putilla, Mirlo, Vichauche, Sigchas, Jilguero, Lapo, Lechuza, Paloma Torcaza, Pava de Monte); y, 10 tipos de insectos (Zancudo, Hormiga, Avispa, Mosquito, Mosca, Abeja, Diabrotica, Escarabajo, Polilla y Mariposa).

Cuadro # 18: Población animal para la producción

Ganado	El Carmen	San Simón
Caballar	32	34
Ovino	43	66
Porcino	53	35
Vacuno	120	279

Fuente: Benavides O. Jorge D. y Solano F. Cristian C. 2005. "Evaluación del impacto ambiental de los planes de forestación y reforestación ejecutados en la cuenca del Zamora Huayco del cantón Loja, provincia de Loja". Págs: 56 – 59.



Se percibe que la ganadería no es rentable para los finqueros, debido posiblemente al método anti-técnico de producción pecuaria, por la topografía, la raza animal y por el pisoteo y desmenuzamiento de la disminuida capa de suelo.

2.3. Población de la cuenca.

En la cuenca de Zamora Huayco se alojan 79 familias con número de habitantes total de 412. En la micro cuenca de El Carmen viven actualmente 14 familias con un número de 82 habitantes y en la micro cuenca de San Simón 210 habitantes distribuidos en 40 familias.

Cuadro # 19: Distribución poblacional

Micro cuenca	Nº de familias	Población	Promedio familiar	Tenencia de la tierra	
				Propietarios	Arrendado
El Carmen	14	82	5.9	15	6
San Simón	40	210	5.3	19	9

Fuente: Benavides O. Jorge D. y Solano F. Cristian C. 2005. "Evaluación del impacto ambiental de los planes de forestación y reforestación ejecutados en la cuenca del Zamora Huayco del cantón Loja, provincia de Loja". Págs: 75 - 84.

El 53 % de la población de la cuenca del Zamora Huayco no cuenta con servicio de agua potable, la totalidad no descarga sus aguas servidas al alcantarillado público, tampoco se benefician de la recolección municipal de basura; la vialidad del sector consiste un dos vías lastradas de tercer orden de 5 y 3 Km cada una, la población dispone de energía eléctrica pero no de alumbrado público.

2.4. El agua en la cuenca.

El agua de las quebradas El Carmen y San Simón son captadas independientemente, sin embargo aguas abajo de las dos captaciones se unen y este caudal se transporta hasta la planta de tratamiento del Pucará en una sola conducción.

El aporte de agua de estas dos quebradas constituye el 57 % del volumen tratado en la planta que a su vez abastece al aproximadamente 75 % de la población lojana.



Cuadro # 20: Característica física, química y bacteriológica del agua

Análisis	El Carmen (aguas arriba de la captación)	San Simón (aguas abajo de la captación)
pH	7.30	6.90
Color (U.Pt.Co.)	91.00	154.00
Turbiedad (N.T.U.) = (Unidades nefelométricas de turbiedad)	13.00	20.00
Conductividad eléctrica (µmhos/cm)	108.90	120.30
Dureza (mg / l)	10.00	10.00
Sólidos en suspensión (mg / l)	10.00	9.00
Sólidos disueltos (mg / l)	54.10	60.20
Oxígeno disuelto (mg / l)	8.70	8.70
Gérmenes totales (colonias/ml)	120.00	4800.00
Coniformes totales (NMP / 100 ml)	4.00	190.00
Coniformes fecales (NMP / 100 ml) (NMP=número más probable)	0.00	23.00
Hongos – levaduras (colonias / ml)	0.00	5.00

Fuente: Benavides O. Jorge D. y Solano F. Cristian C. 2005. "Evaluación del impacto ambiental de los planes de forestación y reforestación ejecutados en la cuenca del Zamora Huayco del cantón Loja, provincia de Loja".
Págs: 67 – 70.

2.5. Acciones que provocan impacto ambiental en la cuenca.

Las principales actividades humanas que generan impacto ambiental y se relacionan con la cantidad y calidad de agua finalmente captada en las quebradas El Carmen y San Simón son:

Cuadro # 21: Componente - acción – impacto

Componente ambiental	Acción	Impacto negativo
Flora (Calidad ambiental 29%)	- Actividad agropecuaria. - Empleo-derrame de productos químicos. - Tala y ampliación de zonas para cultivos y pastizales. - Quema. - Colonización.	- Pérdida de vegetación nativa. - Pisoteo de especies. - Contaminación y exterminio de las especies por productos químicos derramados. - Alteración del ciclo de arroyamiento y escurrimiento superficial. - Erosión, daño visual y paisajístico.



... viene		
Componente ambiental	Acción	Impacto negativo
Fauna (Calidad ambiental 9.8%)	- Actividad agropecuaria. - Empleo-derrame de productos químicos. - Tala y ampliación de zonas para cultivos y pastizales. - Forestación y reforestación. - Quema. - Colonización. - Caza y pesca.	- Pérdida de fauna nativa. - Contaminación y exterminio de las especies por productos químicos en contacto con agua y alimento. - Desequilibrio en ecosistemas y alteración de procesos ecológicos. - Emigración de especies nativas a otras cuencas de albergue.
Agua (Calidad ambiental 74%)	- Actividad agropecuaria. - Empleo-derrame de productos químicos. - Tala y ampliación de zonas para cultivos y pastizales. - Quema. - Colonización. - Caza y pesca. - Desechos orgánicos y humanos.	- Disminución de la cantidad anual de agua aportada por la cuenca. - Alteración del ciclo de arroyamiento y escurrimiento superficial y sub superficial. - Contaminación física – sólidos en suspensión y disueltos. - Daño en la calidad física, química y bacteriológica del agua. - Encarecimiento del tratamiento de agua para consumo humano.
Suelo (Calidad ambiental 35%)	- Actividad agropecuaria. - Empleo-derrame de productos químicos. - Tala y ampliación de zonas para cultivos y pastizales. - Forestación y reforestación. - Quema. - Colonización. - Caza y pesca. - Ampliación de zonas para cultivos y pastos	- Pisoteo y desmenuzamiento de suelo. - Contaminación química del suelo. - Carencia de humedad y salinización de suelos. - Decremento anual de la cantidad de agua producida por la cuenca. - Aumento de sólidos en suspensión y disueltos en el agua. - Erosión. - Inestabilidad de taludes. - Daño visual y paisajístico. - Cambio geomorfológico. - Deslizamientos e inestabilidad de taludes.



... viene		
Componente ambiental	Acción	Impacto negativo
Paisaje (Calidad ambiental 29%)	- Actividad agropecuaria. - Empleo-derrame de productos químicos. - Tala y ampliación de zonas para cultivos y pastizales. - Quema. - Colonización. - Caza y pesca. - Desechos orgánicos y humanos.	- Pérdida de vegetación nativa. - Pisoteo de especies. - Contaminación y exterminio de las especies por productos químicos derramados. - Alteración del ciclo de arroyamiento y escurrimiento superficial. - Erosión. - Daño visual y paisajístico. - Cambio geomorfológico. - Deslizamientos e inestabilidad de taludes. - Introducción de elementos e individuos

Fuente: Benavides O. Jorge D. y Solano F. Cristian C. 2005. "Evaluación del impacto ambiental de los planes de forestación y reforestación ejecutados en la cuenca del Zamora Huayco del cantón Loja, provincia de Loja". Págs: 109 – 142.



CAPÍTULO III



3. ANÁLISIS ECONÓMICO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA.

El recurso agua, utilizado como materia prima indispensable en una planta de abastecimiento de agua potable, es un factor ambiental que tiene su origen luego de un proceso hidrológico cíclico natural en una cuenca hidrográfica tributaria, el fenómeno permanente se ve afectado por el grado de actividad e intervención del hombre impactando sobre la cantidad promedio anual y la calidad física, química y bacteriológica.

En nuestro caso, el recurso ambiental agua, se ve afectado año tras año por el impacto sinérgico antrópico en la cuenca, disminuyendo su cantidad y calidad, acarreado así desde el punto de vista económico una disminución de nuestro capital ambiental y un incremento en el costo social por desabastecimiento en el consumidor final, así como el costo de producción de agua de buena calidad en la planta de tratamiento.

La OMS en el año 2001 publicó que, cerca de mil quinientos millones de personas en el mundo no poseen agua potable, y cinco millones de defunciones por año se producen a causa de enfermedades transmitidas por agua contaminada.

Por otro lado, la FAO (2000), anotó que en América Latina el volumen de agua por habitante es mucho mayor de la que disponen otros continentes, así:

América Latina	48 000 m ³ por habitante,
África	9 400 m ³ por habitante,
Norteamérica	21 300 m ³ por habitante,
Europa	4 400 m ³ por habitante.

Sin embargo, en América Latina esta cantidad de agua disponible en realidad está concentrada en las zonas húmedas del continente, que ocupan alrededor de un 39% de la región de América Latina y el Caribe, aquí las precipitaciones son abundantes lo que da origen a grandes ríos que a su vez son afluentes del Amazonas.

Cobertura del abastecimiento de agua y saneamiento en zonas urbanas y rurales en América Latina y el Caribe.-

Según la OMS (2001) la cobertura total del abastecimiento de agua en América Latina y el Caribe es de cerca del 85% de la población mientras que la cobertura total del saneamiento es ligeramente más baja, el 78%.

**Cuadro # 22: Cobertura de abastecimiento de agua al año 2000**

País	Cobertura de abastecimiento de agua (en rango de %)
Argentina	76 - 90 %
Bolivia	76 - 90 %
Chile	91 - 100 %
Colombia	91 - 100 %
Ecuador	51 - 75 %
Perú	76 - 90 %

Fuente: Cobertura del abastecimiento y saneamiento del agua, para América Latina y el Caribe (OMS, 2001).

Las normativas internacionales (OMS) indican que una persona, para llevar una vida sana, debe consumir 0.140 m³ de agua por semana, sin embargo de ello, estimamos que en promedio cada Lojano consume entre 0.150 a 0.181 m³ de agua por día, es decir que el lojano promedio consume de 8 a 10 veces más del requerimiento mínimo internacional.

El sistema de agua potable para Loja, ha sido el que ha abastecido de agua a la ciudad durante 40 años, es un sistema cuya vida útil ya se cumplió; pero, sin embargo de ello, con algo de mantenimiento y reinversión, la planta de tratamiento, denominada de Pucará, sigue sirviendo a más del 75% de la actual ciudadanía lojana.

Este sistema tiene sus captaciones de agua en diferentes quebradas, así las enumeramos: quebrada Jipiro, quebrada Pizarros y como una sola entrada a la planta de tratamiento de Pucará, el agua captada de las quebradas El Carmen y San Simón.

Revisando los datos históricos de la producción de la cuenca del Zamora Huayco, quebradas El Carmen y San Simón, nos podemos dar cuenta que la cantidad y calidad promedio viene decreciendo anualmente.

La degradación de las micro cuencas de El Carmen y San Simón, la relacionamos con la pérdida o disminución de valor en el tiempo, incluyendo el potencial productivo de tierras y aguas, además del cambio e inestabilidad hídrica en los regímenes fluviales que disminuyen la calidad y cantidad en el tiempo del caudal tributario.

Como cubierta vegetal de las cuencas, normalmente hablaremos de vegetación menor, arbustos y bosques, y anotamos que tienen gran importancia dentro del ciclo hidrológico, ya que ayudan con:

- * Disminución de la evaporación y la evapotranspiración.
- * Protegen el suelo de la erosión y la escorrentía superficial, evitando las crecidas con arrastre exagerado de sedimento (lavado del suelo).
- * Producción de precipitación horizontal, (fenómeno de condensación de la humedad del aire al ser interceptada por la vegetación, generando gotas de agua).



- * El tiempo de escurrimiento aumenta, dando cabida a una mayor infiltración y recarga de acuíferos.
- * En período de estiaje, no disminuye críticamente el caudal de los ríos y quebradas.

No es nuevo pero se debe anotar que, la deforestación de los bosques da lugar a una disminución de los caudales generados y aportados por las cuencas, aumenta el desgaste de la superficie de los suelos, la lluvia compacta la superficie, y facilita la creación de avenidas e inundaciones aguas abajo, también acarrea más sólidos en suspensión y en disolución.

3.1. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales.

- **Cuantificación de costos y beneficios.**

La evaluación económica ambiental ha atraído la atención y amplia discusión de los economistas, debido a la importancia del tema en el desarrollo de los pueblos. El agua es un recurso natural renovable, y su valoración económica puede realizarse de acuerdo a la función que cumple (bien final de consumo, bien intermedio de producción o bien de capital), entendiéndose por:

***"Bienes de capital.** Aquellos bienes cuya utilidad consiste en producir otros bienes o que contribuyen directamente a la producción de los mismos. El concepto engloba así tanto a los bienes intermedios -que forman parte de proceso de producción- como a los bienes de producción en sí mismos.*

***Bienes de consumo.** Son los bienes que se utilizan para satisfacer las necesidades corrientes de quienes los adquieren, es decir, cuya utilidad está en satisfacer la demanda final de los consumidores. Los bienes de consumo se diferencian de los de capital por cuanto no tienen por objeto producir otros bienes o servicios, sino atender a las necesidades directas de quienes los demandan.*

***Bienes de producción.** Llámese bienes de producción a aquellos cuya utilidad consiste en producir otros bienes. Son así bienes de producción las máquinas y otras instalaciones que permiten organizar procesos productivos que resultan en la creación de mercancías. Cuando se adquieren bienes de producción se efectúa una inversión, pues se destina capital a la compra de objetos con el propósito de realizar actividades productivas y no de consumirlos por la utilidad que estos tengan por sí mismos. " 9*

Entenderemos como valoración económica de los bienes y servicios ambientales a la aproximación en términos monetarios de los efectos experimentados por el ser humano a causa de una actividad desarrollada en el ambiente.

La cuantía monetaria asignada al bienestar o perjuicio del bien o servicio ambiental no representa en sí un precio o costo, sino que se convierte en un indicador entendido en términos monetarios de la equivalencia aproximada que puede tener para una persona o grupo de personas el bien o servicio ambiental tratado.



Para valorar un bien existen varios métodos, entre ellos anotamos:

Métodos indirectos: Consideran el comportamiento actitudinal de cada individuo, y con base de dicha observación se valora implícitamente la cuantía que se le otorga al bien o servicio.

Método de costos evitados: se estima una función de producción de la explotación o actividad afectada en la que el bien ambiental (calidad y cantidad del agua) se combina con el resto de los factores de producción.

Método de costo de viaje: está basado en el supuesto de que los consumidores valoran un servicio ambiental en no menos que el costo de acceso al mismo.

Método de precios hedónicos: Intentan descubrir los atributos del bien que explican su precio, y discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos. Se atribuye a cada característica del bien su precio, obteniéndose la disponibilidad marginal a pagar por persona por unidad adicional de la misma.

El costo de oportunidad: Es el valor máximo sacrificado alternativo al tomar una decisión económica.

Existen varias nociones adicionales que pueden servir:

- El costo alternativo de oportunidad de producir una unidad del bien X, es la cantidad del bien Y que se debe sacrificar para el efecto.
- Valor que representa el desaprovechar una oportunidad.
- Tasa de interés o retorno esperado más alto alternativo al del activo en cuestión.

- **El valor del medio ambiente.**

Para valorar al medio ambiente partiremos de la filosofía antropocéntrica en la que el valor de todas las cosas incluido el medio ambiente está determinado por la relación con el ser humano; en donde las cosas tienen el valor que las personas le dan, en función de la oferta, demanda, necesidad satisfecha, comodidad, movimiento económico del mercado, previsión para el futuro, entre otros.

Desde el punto de vista económico, un recurso natural es un factor de capital natural que produce bienes y/o servicios que satisfacen gustos, necesidades y podría llegar hasta solucionar problemas de los demandantes.

Es necesario introducir el concepto de **valor económico pleno**, el cual diferencia entre valores de uso directo e indirecto, de opción, de existencia y de herencia, estos últimos dependen de los valores actuales y futuros.



Varios autores los definen así:

- a. **El valor de uso directo:** son aquellos que se utilizan o emplean directamente de la naturaleza, por ejemplo la caza, la pesca, el paisaje, etc...
- b. **El valor de uso indirecto:** en esta clasificación se ubican los valores de las externalidades de las prevenciones y mitigaciones ecológicas, como por ejemplo el valor de controlar inundaciones, o el valor que trae el reciclaje, o la declaración de zonas protegidas, ó parques nacionales, la protección de cuencas tributarias, entre otros.
- c. **Valor de opción:** se refiere a los usos futuros directos más los indirectos, que parte de los supuestos (situaciones negativas redactadas de forma positiva) que un proyecto o persona argumenta respecto de las necesidades futuras para su desempeño efectivo. También se lo puede considerar como la disposición a pagar hoy por la preservación y conservación para el futuro de un bien o servicio ambiental.
- d. **Valor de existencia:** es el valor del derecho propio de existir basado actividades antrópicas éticas, por ejemplo el valor que tiene el que no se extinga una especie declarada en peligro de extinción.
- e. **Valor de legado:** llamado también de herencia, este valor es producto de la asignación de un alto valor destinado a la conservación de los recursos para que sean utilizados por las futuras generaciones.

3.2. Disponibilidad a pagar.- Método de valoración contingente. MVC.

El *método de valoración contingente* parte de la simulación de un mercado hipotético, examinando en sus demandantes cuál sería su máxima disponibilidad a pagar por el agua o su mínima retribución exigida por permitir se le desconecte el servicio domiciliario de agua.

El método se basa en la información obtenida de la gente (encuesta) para estimar el excedente del consumidor.

El método de valoración contingente es una herramienta muy cómoda cuando se pretende estimar la **disponibilidad a pagar** para reingeniería, mejoras en bienes o servicios, como el resguardo y conservación de la cuenca tributaria (fuente) de agua para consumo humano. Aquí, el objetivo de la encuesta es fácil de identificar y los encuestados fácilmente se ubican en lo que deben justipreciar.

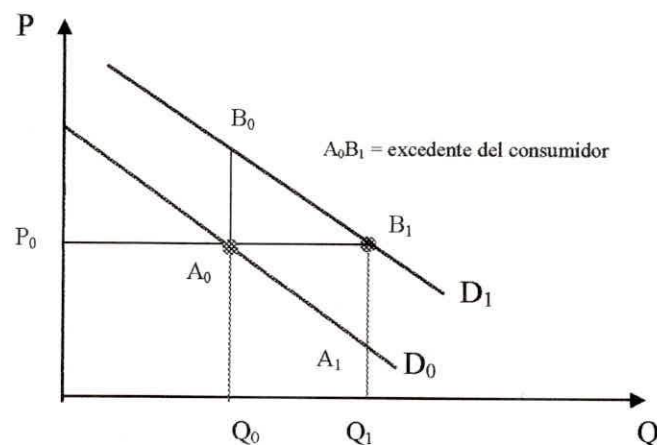
El sustento del modelo de valoración contingente pueden ser los siguientes criterios económicos del consumidor:



- La cantidad máxima que un individuo está dispuesto a pagar por un cambio favorable en el servicio o bien de interés.
- La cantidad máxima que un individuo está dispuesto a pagar para evitar un cambio desfavorable en el servicio o bien de interés.

Mediante el método de valoración contingente podremos determinar el *excedente del consumidor*, que es el área que queda entre la curva de demanda de una persona por un servicio o bien cualquiera entendido como la disposición que tiene a pagar por el, y la línea de precio mismo, también podemos expresarla como la diferencia entre lo que una persona está dispuesta a pagar por un servicio o bien y lo que realmente paga (distancia AB de la figura 10).

Figura # 10: **Curvas de demanda para el análisis del valor económico del agua**



Fuente: Adaptado de Castro R. Raúl & Mokate Karen (1996)

De aquí se deriva el cálculo del *bienestar total del individuo* que es igual a la suma de los gastos más el excedente del consumidor.



3.2.1. Estudio de mercado de agua potable en Loja.

Para el estudio de mercado, como universo emplearemos una cifra de 24410 conectados al sistema de agua potable en la ciudad de Loja, hemos calculado el tamaño de la muestra considerando un error del 5% y un nivel de confiabilidad del 95%, con la fórmula:

$$n = \frac{pqN}{Ne^2 + pq} \quad \dots (17)$$

n	=	tamaño de la muestra
N	=	universo
p	=	porcentaje de casos favorables
q	=	porcentaje de casos desfavorables
e	=	error bajo un determinado nivel de confianza

$$n = \frac{0.25 (24410)}{24410(0.05)^2 + 0.25}$$

$$n \cong 100$$

Finalmente aplicamos 106 encuestas, considerando que en la parroquia de El Valle 6 de los encuestados no están conectados al servicio de agua potable de la ciudad.

La encuesta se estructuró para determinar entre otros parámetros, la disponibilidad de la gente a incrementar el pago en las planillas mensuales para mantenimiento y conservación de las micro cuencas tributarias de El Carmen y San Simón; asimismo, conocer la opinión frente a la adquisición por parte de UMAPAL de los terrenos (fincas) para reforestar y dar el mantenimiento de sustentabilidad a las mismas. La encuesta tuvo 17 preguntas de selección múltiple y abiertas.

- **Análisis de los resultados del estudio de mercado.**

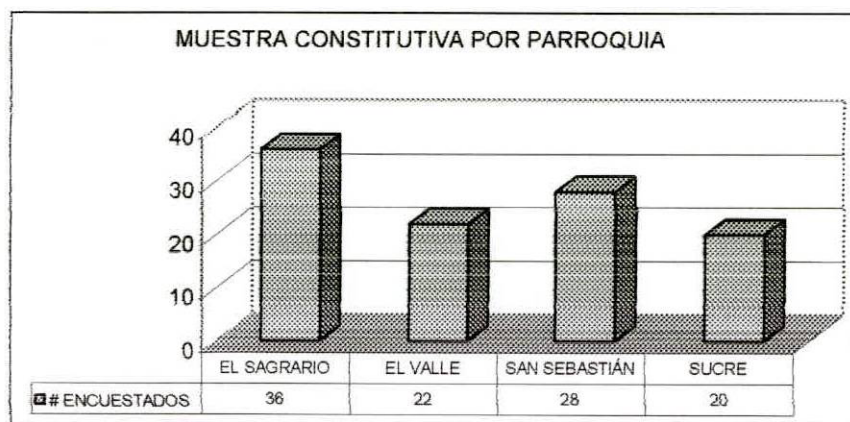
A) Datos generales de la muestra.

Los datos generales de los encuestados la exponemos gráficamente:



De la muestra piloto se encontró que los mayores porcentajes se ubican en las parroquias El Sagrario y San Sebastián del cantón Loja. Ver figura # 11.

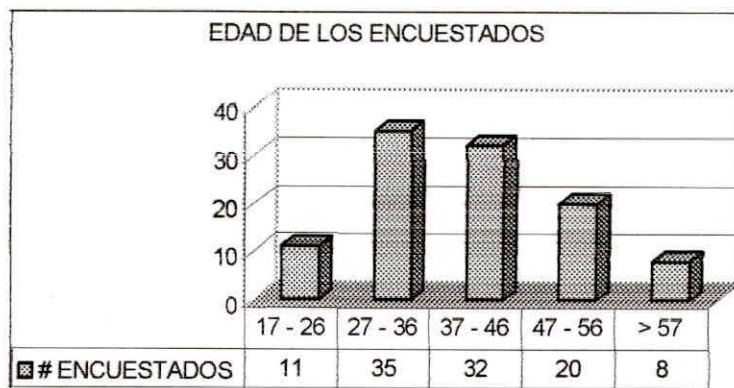
Figura # 11: Lugar de residencia de los encuestados



Fuente: Los autores

En lo concerniente a la edad de los encuestados los mayores pesos se localizan en los rangos de edad de 27 a 56 años; concomitantemente a esto predominó el sexo masculino. Ver figuras 12 y 13.

Figura # 12: Edad de los encuestados por rangos de variación

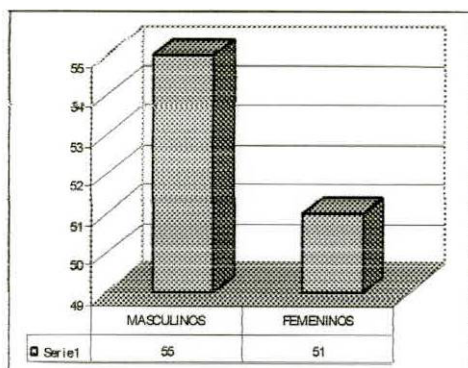


Fuente: Los autores

Promedio: 39.9 años



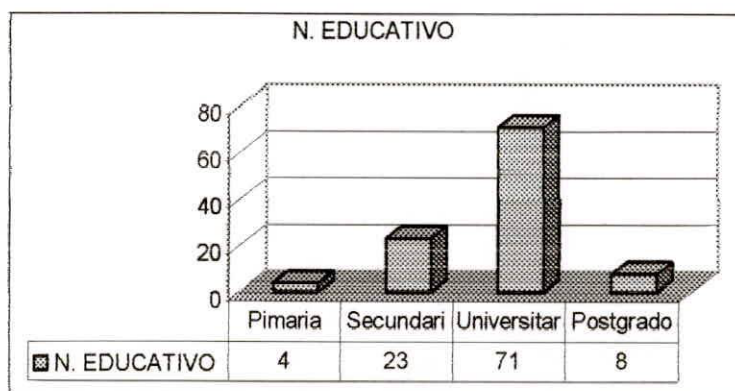
Figura # 13: Sexo de los encuestados



Fuente: Los autores

El 71% de los investigados tienen instrucción universitaria. Ver figura 14.

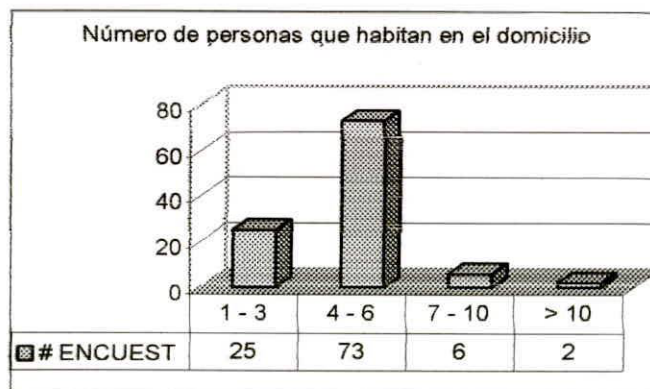
Figura # 14: Nivel educativo de los encuestados



Fuente: Los autores

En lo referente al número de personas que habitan por vivienda, el 73% se ubican en los rangos de 4 a 6 individuos.

Figura # 15: Número de personas por vivienda



Fuente: Los autores

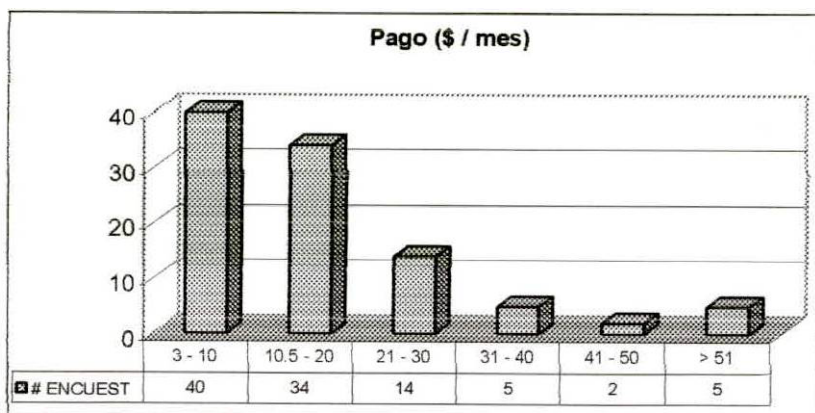
Promedio: 4.5 personas / vivienda



B) Componente agua.

De los 106 encuestados, 6 no están conectados al sistema de UMAPAL.

Figura # 16: Pago mensual actual en planillas de agua

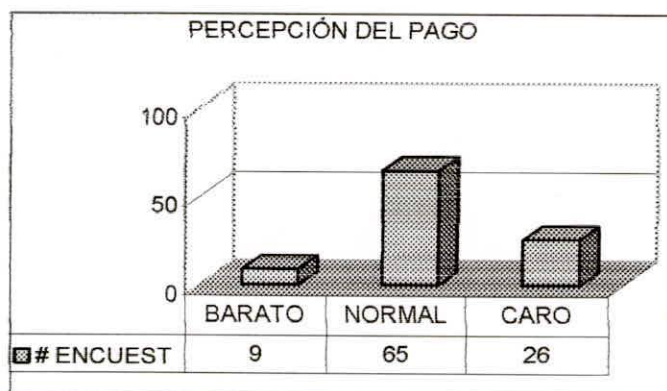


Fuente: Los autores

Promedio 19.6 \$ por mes

Al consultarles sobre cuál es su percepción de la cantidad pagada por consumo de agua potable, el 65% consideró que el pago es normal. Sin embargo, al contrastar sobre el tiempo de horas de servicio de agua disponible por día el 80% de los investigados dispone de un servicio cuyo intervalo está entre 12 y 24 horas por día. Ver figuras 17 y 18.

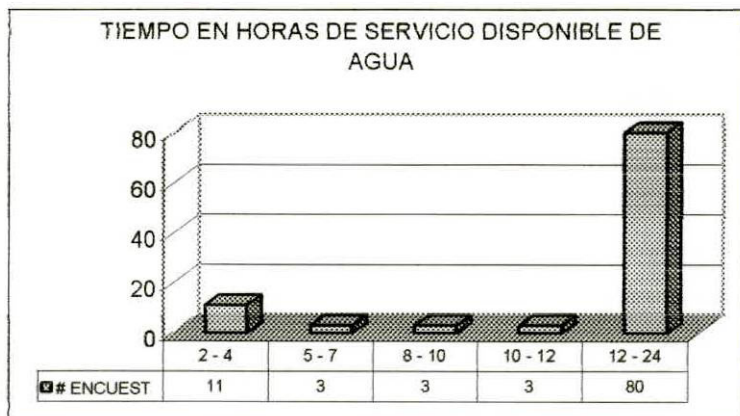
Figura # 17: Percepción de la cantidad pagada actualmente en planilla mensual



Fuente: Los autores



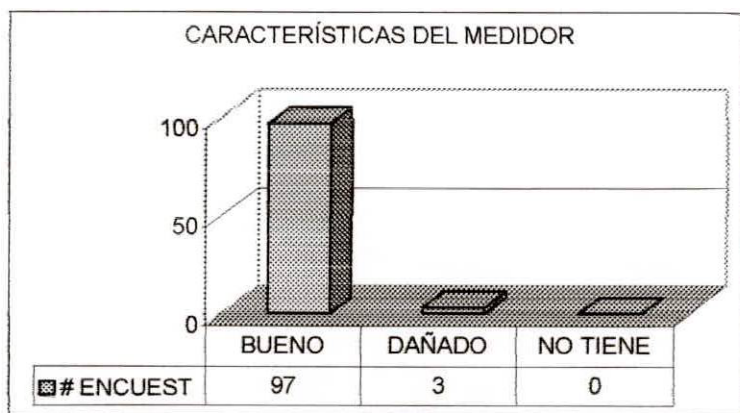
Figura # 18: Tiempo en horas del servicio de agua disponible por día



Fuente: Los autores

De los encuestados, el 11% dispone únicamente de hasta 4 horas por día del servicio de agua potable.

Figura # 19: Estado funcional del medidor (caudalímetro) según los propietarios

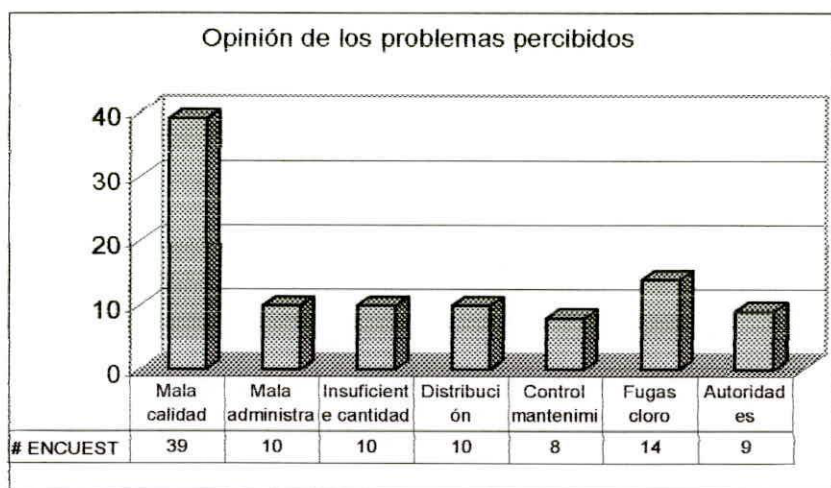


Fuente: Los autores

Los investigados manifestaron que uno de los mayores problemas percibidos en el consumo de agua potable es la mala calidad del agua y consideran que las soluciones serían mejorar la administración en UMAPAL, mejorar el tratamiento en la planta y cambiar las tuberías de distribución. Concatenar con figuras 20 y 21.

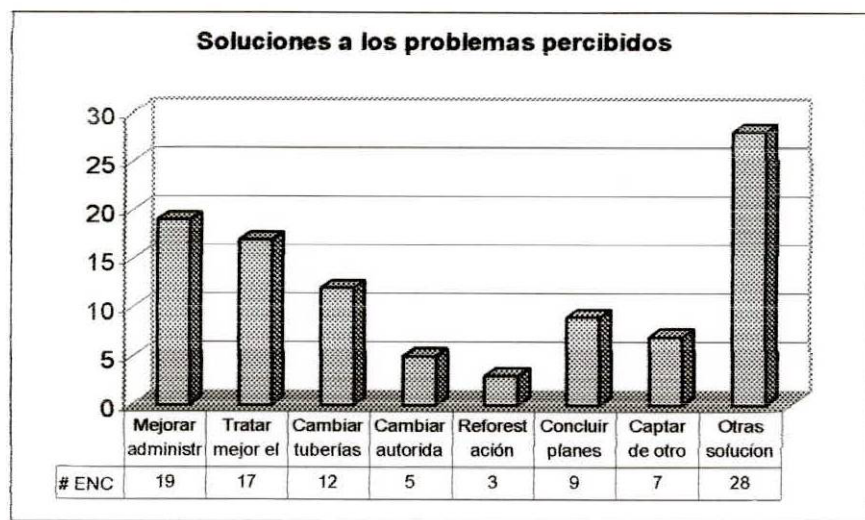


Figura # 20: Problemas percibidos del servicio de agua en la ciudad



Fuente: Los autores

Figura # 21: Planteamiento de soluciones a los problemas percibidos

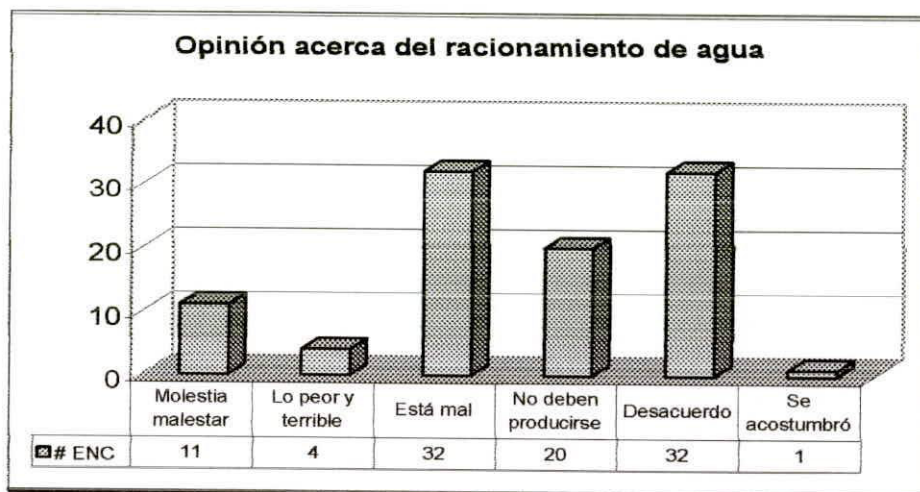


Fuente: Los autores

Al consultarles sobre los racionamientos de agua existentes en la ciudad de Loja el 84% consideran que está mal, o que no deberían producirse y por tal están en desacuerdo. Permitiendo corroborar lo manifestado por los encuestados que los últimos años se ha reducido la cantidad de agua distribuida; se debe esto también al incremento poblacional. Ver figura 22 y 23.

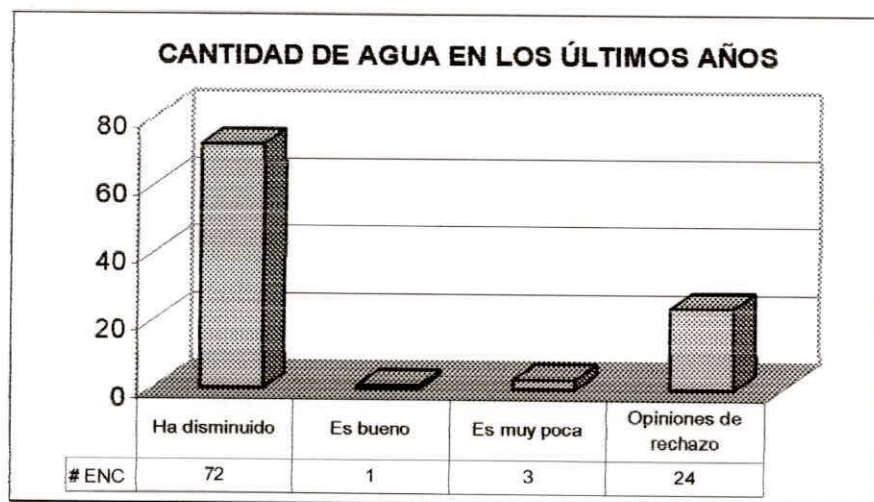


Figura # 22: Opinión acerca del racionamiento de agua



Fuente: Los autores

Figura # 23: Opinión acerca de la cantidad de agua en los últimos años



Fuente: Los autores

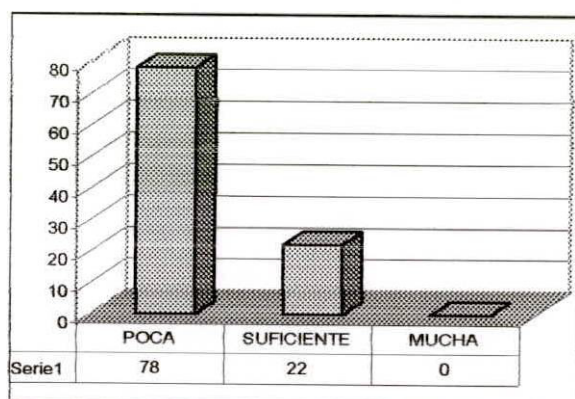




C) Percepción del servicio de agua.

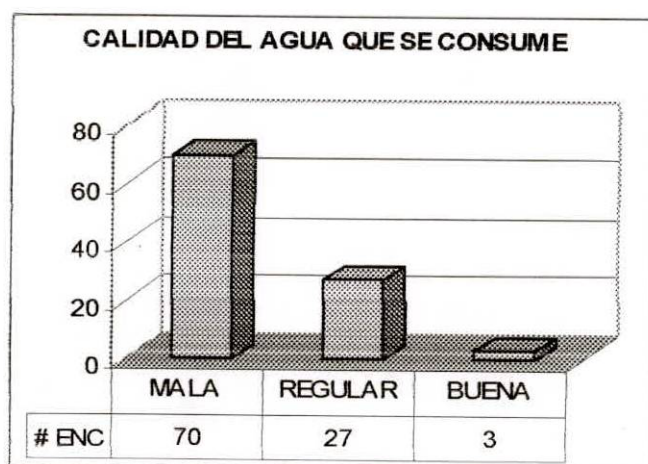
En lo referente a esta percepción, el 78% de encuestados considera que la cantidad de agua en la actualidad es poca. Además, su apreciación en cuanto a calidad estiman que es mala (70%). Ver figuras # 24 y 25.

Figura # 24: **Opinión acerca de la cantidad de agua en la actualidad**



Fuente: Los autores

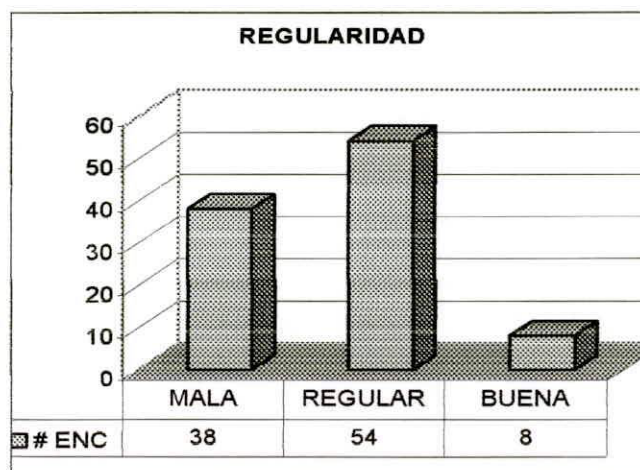
Figura # 25: **Opinión acerca de la calidad de agua que consume**



Fuente: Los autores



Figura # 26: Percepción respecto de la regularidad del servicio

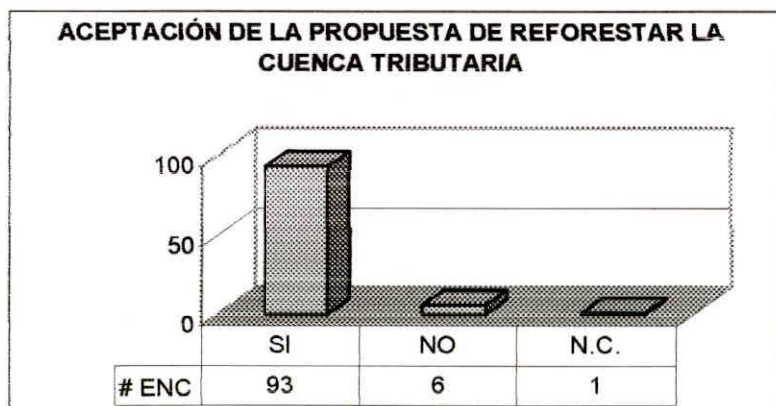


Fuente: Los autores

Del total muestreado el 54% consideran que el servicio de agua potable es regular, es decir que la periodicidad es intermedia entre mala y buena.

Del mismo modo, el 93% de los consultados, contestan que debería reforestarse las micro cuencas por que esto permite incrementar la cantidad y mejorar la calidad del agua cruda. Asimismo, al consultarles sobre su opinión acerca de los dueños de los terrenos existentes en la micro cuencas el 42 y 22 % manifiestan que deberían reubicarlos y comprarlos en su orden Según figuras 27 y 28 respectivamente.

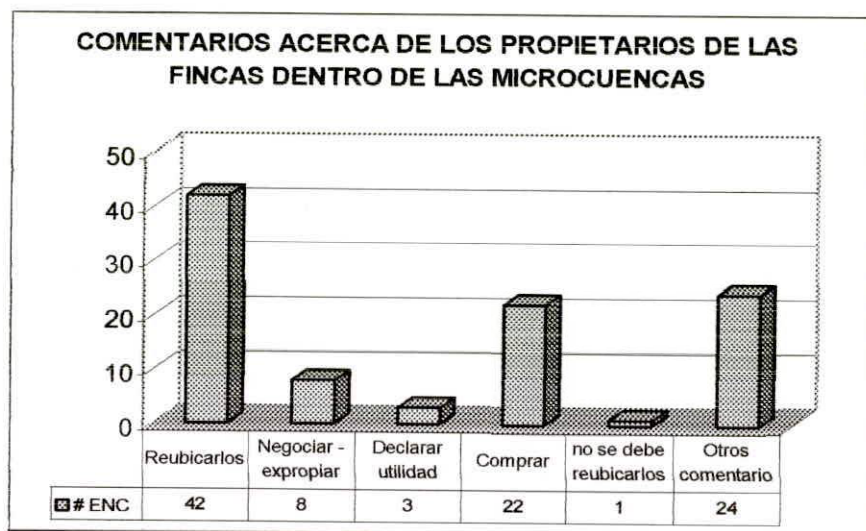
Figura # 27: Opinión acerca de reforestar las micro cuencas



Fuente: Los autores



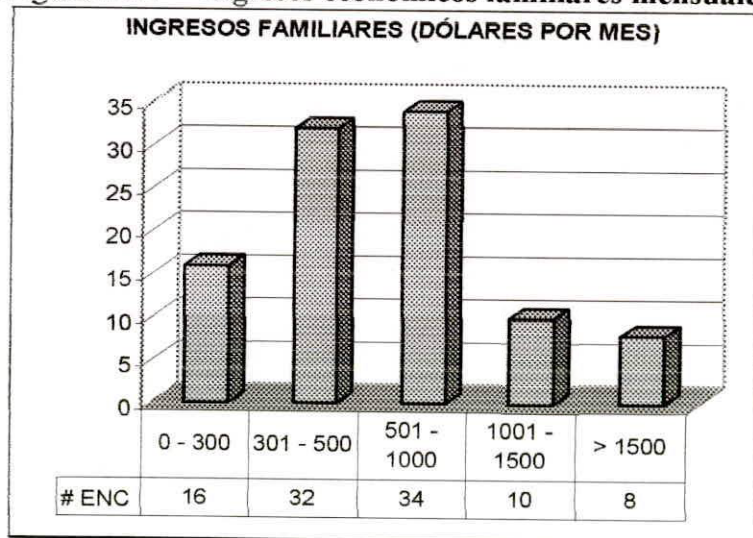
Figura # 28: Opinión acerca de los propietarios de los terrenos y fincas que están ubicados dentro de las micro cuencas tributarias



Fuente: Los autores

Siendo los ingresos económicos una fuente importante para cubrir sus necesidades, los encuestados manifestaron en un 66% que sus ingresos se ubican entre los rangos de 301 a 1000 dólares mensuales; mientras que los gastos familiares mensuales mayoritariamente se ubican entre 0 y \$ 1000 Confrontar figuras 29 y 30.

Figura # 29: Ingresos económicos familiares mensuales

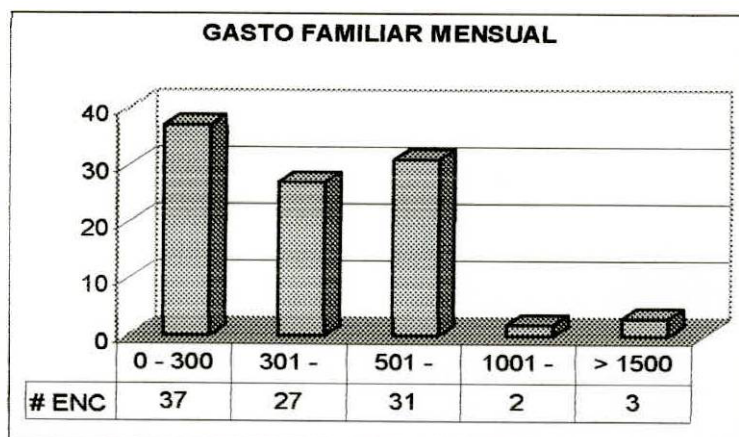


Fuente: Los autores

Promedio: 789.8 \$ / mes



Figura # 30: Gastos familiares mensuales



Fuente: Los autores

Promedio: 495.9 \$ / mes

Como promedio general, podremos decir que los encuestados tienen un gasto mensual de \$ 495.9. Sin embargo la gran mayoría (95 %) se sitúa por debajo de \$ 1000.



3.2.2. Cálculo del valor del recurso.

El cumplimiento a cabalidad del principio de eficiencia económica, exige la determinación de precios sobre la base del cálculo del costo de oportunidad de los bienes o servicios involucrados.

En mercados competitivos, dicho costo de oportunidad es igual al precio de equilibrio de corto plazo de estos bienes o servicios, el cual es fruto del libre juego de demandantes y oferentes. Ante ello, la metodología que debe utilizarse para obtener el precio de todo el bien o servicio que se desee tarifar, con el objetivo de maximizar la eficiencia en la distribución de los recursos, y para el cual no exista un valor de referencia valedero en el mercado, se basa en reproducir los equilibrios y resultados que se darían en un mercado competitivo en el cual se transe el bien o servicio respectivo.

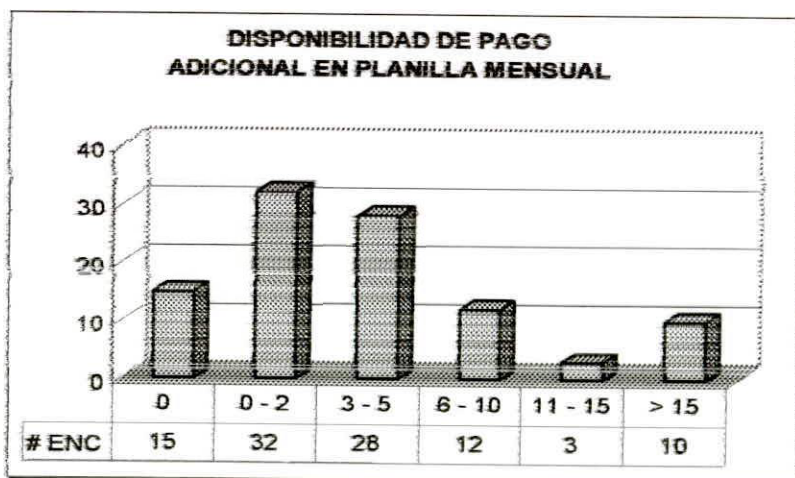
Para estimar el valor económico del agua, a través del método de valoración contingente, construiremos una *circunstancia teórica posible* tal que nos permita determinar la *disponibilidad máxima de pago* que los demandantes estarían dispuestos a abonar a cambio de la mejora de la calidad y cantidad del agua potable en el futuro.

Estructura de la *circunstancia teórica posible* que permita estimar la disponibilidad de pago.

En el estudio de mercado que se realizó, a través de obtención de información de primera mano de la muestra mediante encuestas, se hizo constar como última pregunta lo siguiente: ¿Cuánto más estaría dispuesto(a) a pagar en la planilla mensual del servicio de agua, para que se compre los terrenos de la cuenca y se mejore la calidad y cantidad de agua a través de reforestar, proteger y mantener el área de las captaciones de agua (cuenca de El Carmen y San Simón en Zamora Huayco Alto)? \$ _____

El resultado tabulado de esta pregunta la exponemos mediante la figura 31.

Figura # 31: Disponibilidad de pago adicional mensual



Fuente: Los autores

Promedio: 5.86 \$ / mes



Hemos determinado que para los 15 encuestados que respondieron que su disponibilidad de pago adicional al de la planilla mensual es nula (o según lo expresado por ellos: "ni un solo centavo más") no significa que el encuestado no aprecie las mejoras o cambios positivos al servicio actual; o tampoco no se lo puede considerar como que luego que esté funcionando adecuadamente no se van a sumar a la mayoría; mas por la expresión y forma de manifestarse de ellos, pudimos observar que la persona intentó poner su queja o reproche a la administración, al sistema y a la comunidad en general.

En promedio obtenido de la muestra encuestada determinamos que: el *excedente del consumidor* es de \$ 5.86 por mes, es decir \$ 70.32 por año.

El excedente del consumidor generado por los 23 922 usuarios, nos proyectará una cuantía promedio total al primer año del proyecto de \$ 1 682 195

Valor del agua como insumo de la producción.

Para valorar la importancia económica del recurso agua cubrimos la necesidad de asignarle una tarifa que responda hipotéticamente al valor de escasez del agua, y existirá un precio según el uso y aplicación que el recurso

Para la valoración económica del agua se puede utilizar diferentes técnicas, debido a los múltiples usos que se hace de este recurso. Frente a una diversidad de usos para el agua, la valoración económica puede hacerse bajo el enfoque de ahorros en costos, cambio en productividad (sistemas de riego agrícola e industrial) y excedente del consumidor (sector doméstico). Esa mezcla de enfoques de valoración proporciona un valor económico diferenciado para el agua, cuando ésta es usada como insumo de la producción.

Externalidad en el consumo.

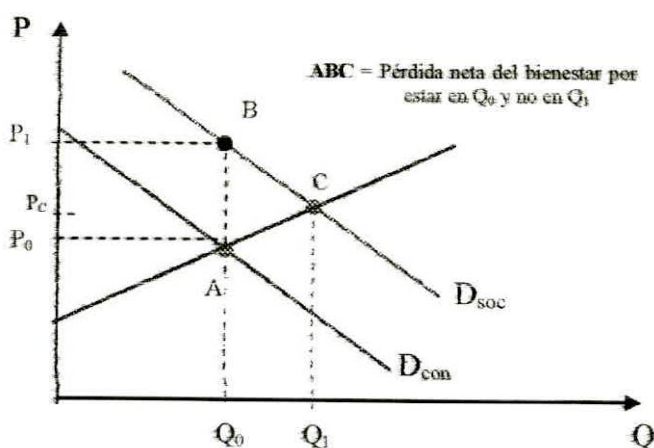
Para una externalidad positiva en el consumo.- Sea el punto A (figura 32) el punto de equilibrio para (P_0, Q_0) aquí el costo marginal de producción es igual a la utilidad marginal percibida por los consumidores.

Podemos anotar que desde el punto de vista social este equilibrio es ineficiente ya que (P_1) la utilidad marginal social del consumo Q_0 es mayor que P_0 .

Para optimizar socialmente la relación, el costo marginal de producción debe ser igual a la utilidad marginal social, esto se produce con un Q_1 a un P_0 .



Figura # 32: Curva de externalidad positiva en el consumo



Fuente: Adaptado de Castro R. Raúl & Mokate Karen (1996)

Donde:

D_{social} = Utilidad marginal social

$D_{consumidor}$ = Utilidad marginal del consumidor

Colegimos entonces que, el perjuicio provocado por los finqueros y productores agropecuarios en terrenos de las microcuencas tributarias: El Carmen y San Simón de la subcuenca del Zamora Huayco, afectan a la ciudadanía lojana sin que la participación de estos últimos sea voluntaria y además sin transacción monetaria directa entre ellos.

Un modelo de una *externalidad positiva en el consumo* sería, el placer altruista y generoso que una persona siente cuando ha reforestado y cuidado parte de las microcuencas para (en un futuro) satisfacer las necesidades de otros, siendo que el consumo de agua de las generaciones futuras (gracias al cuidado y reforestación) le generan entusiasmo y satisfacción a quien cuidó y reforestó tempranamente.

Estimación de la demanda de agua

Cuadro # 23: Incremento histórico de los demandantes del servicio de agua potable. Período 1996 – 2004

FECHA	# CONEXIONES	INCREMENTO		
		NÚMERO	%	Acumulado
Dic-96	11888			
Dic-97	14201	2313	19.46	19.46
Dic-98	15304	1103	7.77	27.22
Dic-99	16364	1060	6.93	34.15
Dic-00	18197	1833	11.20	45.35
Dic-01	19041	844	4.64	49.99
Dic-02	19597	556	2.92	52.91
Dic-03	21190	1593	8.13	61.04
Dic-04	22682	1492	7.04	68.08

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.



Figura # 33: Curva de crecimiento histórico de la demanda



Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.

Con los datos históricos, efectuamos una regresión lineal, obteniendo el siguiente modelo matemático que simula el comportamiento del crecimiento histórico de la demanda de agua en la ciudad de Loja, así:

$$C = 6.8715 (\tilde{N}) - 13701.66 \quad \dots (19)$$

Donde:

- C = Número de conexiones esperadas (Proyección).
Ñ = Año (mayor a 2005). Considerado siempre al mes de diciembre.

Cuadro # 24: **Proyección de los demandantes del servicio de agua potable**
(en base del crecimiento histórico 1996 – 2004 / cuadro 23)

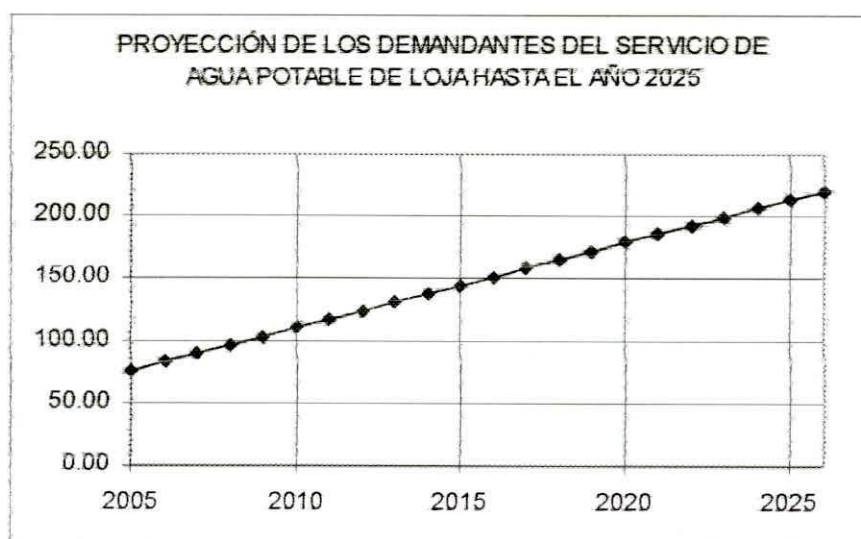
Período 2005 - 2026

AÑO	PROYECCIÓN	AÑO	PROYECCIÓN
2005	75.70	2016	151.28
2006	82.57	2017	158.16
2007	89.44	2018	165.03
2008	96.31	2019	171.90
2009	103.18	2020	178.77
2010	110.06	2021	185.64
2011	116.93	2022	192.51
2012	123.80	2023	199.38
2013	130.67	2024	206.26
2014	137.54	2025	213.13
2015	144.41	2026	220.00

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.



Figura # 34: **Proyección del crecimiento de la demanda**
Período 2005 - 2026



Fuente: Los autores.

Categorización de los demandantes conectados

Según las bases de información de UMAPAL, las tarifas de agua están en función del volumen de agua consumido según 6 categorías de usuarios por 4 posibilidades de funcionamiento del medidor, así:

Figura # 35: **Resumen de las categorías para tarifas de pago de agua**

	Código	Medidor bueno	Medidor dañado	Dato estimado	Sin medidor
Residencial	R	Pago en \$ $\rightarrow f(\text{caudal de consumo})$			
Comercial	CI				
Industrial	IN				
Oficial	O				
Oficial Media	OM				
Tercera Edad	TE				

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.



Cuadro # 25: Ingresos recaudados por planillas de agua potable en octubre del 2004

FECHA:	Oct-04			Oct-04			Oct-04			Oct-04		
LECTURA VOLUMEN:	MEDIDOR BUENO			MEDIDOR DAÑADO			ESTIMADO			SIN MEDIDOR		
	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)
Residencial R	16061.00	414148.00	52426.33	1075.00	29970.00	3548.38	1149.00	6904.00	1287.70	415.00	13924.00	1694.97
Comercial CI	2352.00	85702.00	32301.82	129.00	5133.00	1843.41	150.00	1068.00	671.08	97.00	3685.00	1340.99
Industrial IN	7.00	2782.00	2267.21	2.00	850.00	500.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oficial O	109.00	15576.00	3906.26	27.00	14642.00	3888.47	8.00	1413.00	375.98	17.00	2249.00	560.49
Oficial Media OM	50.00	7566.00	948.25	4.00	300.00	32.87	2.00	69.00	7.06	11.00	1150.00	135.26
Tercera Edad TE	409.00	12169.00	1181.91	19.00	641.00	62.04	30.00	207.00	21.54	2.00	66.00	4.60
TOTALES	18988.00	537943.00	93031.78	1256.00	51336.00	9875.33	1339.00	9661.00	2363.36	542.00	21074.00	3736.31
TOTAL USUARIOS	22125.00											
TOTAL Q CONTABILIZADO	620014.00											
TOTAL \$ INGRESADOS	109006.78											

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.

Cuadro # 26: Ingresos recaudados por planillas de agua potable en noviembre del 2004

FECHA:	Nov-04			Nov-04			Nov-04			Nov-04		
LECTURA VOLUMEN:	MEDIDOR BUENO			MEDIDOR DAÑADO			ESTIMADO			SIN MEDIDOR		
	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)
Residencial R	16447.00	436904.00	56275.55	1081.00	29841.00	3544.00	1182.00	7009.00	1335.31	420.00	14082.00	1730.19
Comercial CI	2353.00	89962.00	34009.75	122.00	4749.00	1717.99	145.00	990.00	638.81	95.00	3257.00	1146.62
Industrial IN	7.00	2453.00	1993.98	2.00	750.00	589.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oficial O	101.00	17454.00	4463.16	26.00	8367.00	2174.18	16.00	1924.00	492.42	17.00	2249.00	560.49
Oficial Media OM	53.00	7832.00	983.54	4.00	300.00	32.87	2.00	17.00	2.04	11.00	1150.00	135.26
Tercera Edad TE	410.00	14148.00	1570.00	18.00	519.00	39.61	41.00	298.00	28.23	4.00	141.00	10.11
TOTALES	19371.00	568753.00	99295.98	1253.00	44526.00	8098.61	1386.00	10238.00	2496.81	547.00	20879.00	3582.67
TOTAL USUARIOS	22557.00											
TOTAL Q CONTABILIZADO	644396.00											
TOTAL \$ INGRESADOS	113474.07											

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.



Cuadro # 27: Ingresos recaudados por planillas de agua potable en diciembre del 2004

FECHA:		Dic-04			Dic-04			Dic-04			Dic-04		
LECTURA VOLUMEN:		MEDIDOR BUENO			MEDIDOR DAÑADO			ESTIMADO			SIN MEDIDOR		
		# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)
Residencial	R	16437.00	388565.00	49069.91	1111.00	30352.00	3610.08	1266.00	7840.00	1447.59	442.00	13759.00	1709.06
Comercial	CI	2351.00	83492.00	31666.93	120.00	4727.00	1723.51	137.00	903.00	581.35	96.00	3277.00	1152.87
Industrial	IN	7.00	2715.00	2249.53	2.00	750.00	589.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oficial	O	104.00	15367.00	3894.01	26.00	8367.00	2174.18	13.00	1886.00	487.56	17.00	2249.00	560.00
Oficial Media	OM	53.00	6802.00	842.58	4.00	300.00	32.87	3.00	18.00	2.73	11.00	1150.00	135.27
Tercera Edad	TE	428.00	12459.00	1225.70	17.00	451.00	32.00	31.00	220.00	19.67	6.00	176.00	15.04
TOTALES		19380.00	509400.00	88948.66	1280.00	44947.00	8162.60	1450.00	10867.00	2538.90	572.00	20611.00	3572.24
TOTAL USUARIOS		22682.00											
TOTAL Q CONTABILIZADO		585825.00											
TOTAL \$ INGRESADOS		103222.40											

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.

Cuadro # 28: Ingresos recaudados por planillas de agua potable en enero del 2005

FECHA:		Ene-05			Ene-05			Ene-05			Ene-05		
LECTURA VOLUMEN:		MEDIDOR BUENO			MEDIDOR DAÑADO			ESTIMADO			SIN MEDIDOR		
		# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)
Residencial	R	16768	483899	67170.85	1087	29797	3731.81	985	5744	1163.03	448	13816	1807.23
Comercial	CI	2359	97191	39003.15	126	4933	1865.97	128	981	627.24	95	3200	1188.88
Industrial	IN	7	3071	2737.39	2	750	632.01	0	0	0	0	0	0
Oficial	O	105	20442	5576.66	26	8682	2381.49	12	1682	459.43	17	2249	590.74
Oficial Media	OM	57	7184	938.04	4	300	34.57	0	0	0	10	950	116.07
Tercera Edad	TE	460	16655	2021.73	17	436	32.15	25	193	16.44	7	225	19.95
TOTALES		19756	628442	117447.82	1262	44898	8678	1150	8600	2266.14	577	20440	3722.87
TOTAL USUARIOS		22745.00											
TOTAL Q CONTABILIZADO		702380.00											
TOTAL \$ INGRESADOS		132114.83											

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.



Cuadro # 29: Ingresos recaudados por planillas de agua potable en febrero del 2005

FECHA:		Feb-05			Feb-05			Feb-05			Feb-05		
LECTURA VOLUMEN:		MEDIDOR BUENO			MEDIDOR DAÑADO			ESTIMADO			SIN MEDIDOR		
		# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)
Residencial	R	16834	401238	53635.08	1101	30260	3819.82	899	5401	1072.28	453	13826	1816.39
Comercial	CI	2396	83352	33306.27	143	5893	2199.65	112	855	536.01	96	3310	1223.25
Industrial	IN	7	2641	2322.8	2	750	632.01	0	0	0	0	0	0
Oficial	O	109	15747	4190.61	25	8682	2386.87	10	355	88.14	17	3448	930.22
Oficial Media	OM	57	6380	823.21	5	450	53.52	0	0	0	0	800	97.12
Tercera Edad	TE	475	14049	1500.48	19	474	34.12	27	211	18.19	6	110	9.16
TOTALES		19878	523407	95778.45	1295	46509	9125.99	1048	6822	1714.62	581	21503	4076.14
TOTAL USUARIOS		22802.00											
TOTAL Q CONTABILIZADO		598241.00											
TOTAL \$ INGRESADOS		110895.20											

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.

Cuadro # 30: Ingresos recaudados por planillas de agua potable en marzo del 2005

FECHA:		Mar-05			Mar-05			Mar-05			Mar-05		
LECTURA VOLUMEN:		MEDIDOR BUENO			MEDIDOR DAÑADO			ESTIMADO			SIN MEDIDOR		
		# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)	# Usuarios	Q (m³/mes)	P (\$/mes)
Residencial	R	16886	399039	53718.46	1113	30994	3876.65	919	5391	1077.89	452	13673	1801.88
Comercial	CI	2386	86418	35612.29	137	5526	2081.48	130	888	628.56	98	3462	1276.03
Industrial	IN	7	2550	2228.76	2	750	632.01	0	0	0	0	0	0
Oficial	O	110	20252	5474.31	27	8870	2430.9	8	269	62.4	16	3398	919.55
Oficial Media	OM	55	6242	800.88	5	550	67.9	2	1	1.92	0	800	97.12
Tercera Edad	TE	489	13881	1429.44	16	411	30.73	30	186	18.41	6	138	9.92
TOTALES		19933	530380	99264.14	1300	47101	9119.67	1089	6735	1789.18	581	21471	4104.5
TOTAL USUARIOS		22903.00											
TOTAL Q CONTABILIZADO		605687.00											
TOTAL \$ INGRESADOS		114277.49											

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.

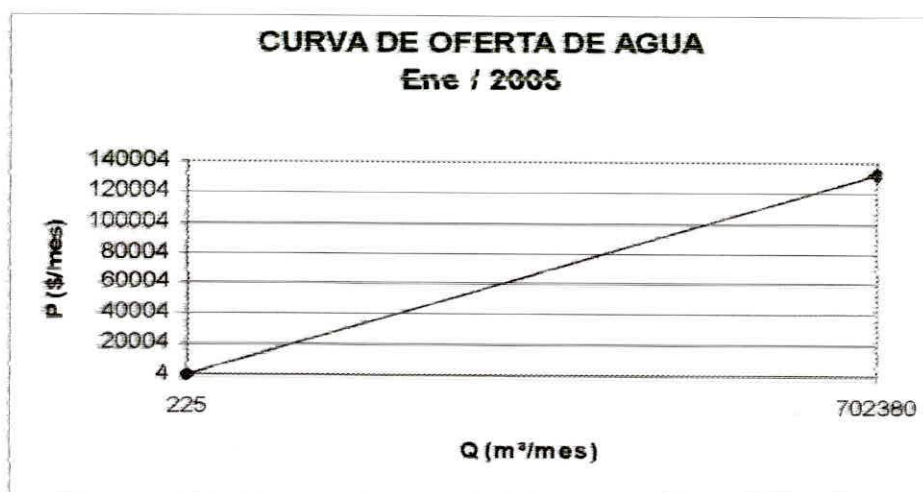


Cuadro # 31: Datos máximos contabilizados en enero 2005
Creación de la curva de oferta

	Q (m ³ /mes)	\$ / mes
Tercera Edad (sin Medidor)	225.00	19.95
Totales del mes	702380.00	132114.83

Fuente: Adaptado por los autores.

Figura # 36: Curva de oferta registrada como máxima en enero 2005



Fuente: Los autores.

Debemos anotar que UMAPAL está en la capacidad de ofrecer algo más que 702380 m³/mes, sin embargo esta agua no solamente es contribuida por la planta de tratamiento de Pucará (cuyo 43 % → [57% x 75%] de agua proviene de las quebradas el Carmen y San Simón), sino que también se abastece de otros sistemas de agua o planes maestros de la ciudad.

Incremento histórico de los precios del servicio de agua potable en Loja

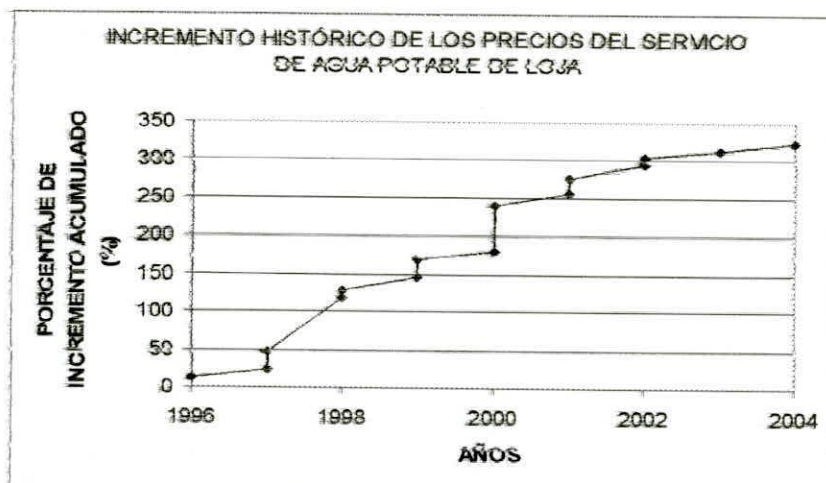
Cuadro # 32: Porcentajes acumulados del incremento
histórico de los precios del agua potable en Loja

FECHA	% INCREMENTO		
	1ER SEMESTRE	2DO SEMESTRE	% PROMEDIO
1996		12.20	12.20
1997	11.40	23.00	17.20
1998	70.10	11.00	40.55
1999	17.60	23.20	20.40
2000	10.30	61.20	35.75
2001	15.40	20.00	17.70
2002	20.10	7.70	13.90
2003	10.04	10.04	10.04
2004	10.40	10.40	10.40

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.



Figura # 37: Porcentajes acumulados del incremento histórico de los precios del agua potable en Loja



Fuente: Adaptado por los autores.

Cuadro # 33: Porcentaje promedio acumulado del incremento de precios de agua planillada. (Periodo 1996 – 2004)

año	acumulado
1996	12.20
1997	29.40
1998	69.95
1999	90.35
2000	126.10
2001	143.80
2002	157.70
2003	167.74
2004	178.14

Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.

Figura # 38: Curva de los porcentajes promedios acumulados del incremento de precios de agua planillada.



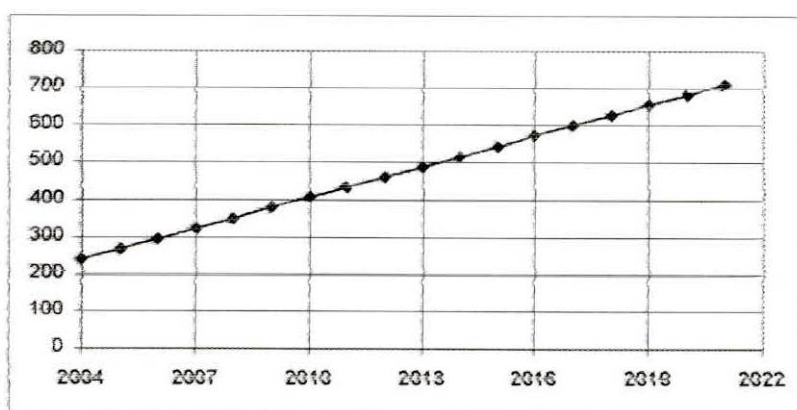
Fuente: Registros de UMAPAL; adaptado por los autores.



Para la proyección del incremento de los precios de agua potable basados en la información de 8 años atrás (1996 – 2004) y luego de desarrollado análisis de regresión lineal ($y = a + bx$), exponencial ($y = ab^x$), de potencia ($y = ax^b$) y logarítmica ($y = a + b \cdot \ln(x)$), hemos llegado a determinar que la regresión que más se aproxima a la realidad actual, siguiendo la tendencia de crecimiento futuro, es la regresión logarítmica, además el grado de confiabilidad es el mayor de todos los analizados, $r = 0.7$. Para crear la curva de crecimiento y proyección a 21 años hemos trabajado con el siguiente modelo matemático:

$$Pf = 55847.18 [\ln(\tilde{N})] - 424361.69 \quad \dots (20^*)$$

Figura # 39: Curva estimativa del porcentaje promedio acumulado del incremento de las planillas por pago de agua potable en Loja (empleando la ecuación 20*)



Fuente: Los autores.

Sin embargo, este supuesto del incremento proyectado es muy alto, por lo que, para la evaluación económica hemos correlacionado linealmente los datos del 2002 al 2004 únicamente y se proyectaron con la ecuación 20.

$$Pf = 6.37 (\tilde{N}) - 12743.817 \quad \dots (20)$$

Donde:

Pf = Porcentaje acumulado promedio anual del incremento del precio en las planillas de agua potable para la ciudad de Loja - (Proyección a 21 años).
 $\tilde{N}$ = Año (entre 2005 y 2026).



Cuadro # 34: (Empleando fórmula 20)
proyección de incremento de tarifas

año	% acumulado	año	% acumulado
2005	28.033	2016	98.103
2006	34.403	2017	104.473
2007	40.773	2018	110.843
2008	47.143	2019	117.213
2009	53.513	2020	123.583
2010	59.883	2021	129.953
2011	66.253	2022	136.323
2012	72.623	2023	142.693
2013	78.993	2024	149.063
2014	85.363	2025	155.433
2015	91.733	2026	161.803

Fuente: Los autores.

3.3. Caracterización de las variables independientes (categóricas y continuas) versus la variable dependiente del estudio muestral.

3.3.1. Variable dependiente.

- **Disponibilidad de pago incremental en la planilla mensual (úpi)**, es la cantidad incremental que los usuarios (24410, a la fecha del análisis) estarían dispuestos a pagar para que se compre los terrenos de la cuenca tributaria y se mejore la calidad y cantidad de agua a través de reforestar, proteger y mantener el área que es la fuente de abastecimiento para las captaciones de agua (cuenca de El Carmen y San Simón en Zamora Huayco Alto) a través de un incremento en el pago mensual.

3.3.2. Variables categóricas.

Se conoce con este nombre a las variables que reflejan características y cuyas particularidades no se pueden escribir numéricamente con sentido íntegro. El número de valores que pueden tomar están dentro de un rango pequeño, dividiendo así a las características bajo análisis en *categorías*. Estas variables a su vez se subdividen en:

Nominales: Sus valores son meros nombres que no admiten ningún tipo de interpretación numérica.

Por ejemplo, el sexo, la raza u origen. Puede asignarse a cada categoría un número arbitrario dentro de un rango. 1 (Peruano), 2 (Boliviano), 3 (Iraní), 4 (Otros).

Ordinales: En este tipo de variables podemos atribuir un orden natural numérico a las categorías escogidas. Así podemos recoger la opinión de los encuestados sobre un nuevo candidato a un cargo gubernamental, con una **variable** que puede asignársele valores de 1 a 3, anotando: 1 (malo), 2 (bueno) y 3 (muy bueno).



Aplicando una escala de actitudes (*las actitudes no son susceptibles de observación directa, mas deben ser supuestas ó inferidas por las expresiones verbales, por el tipo de respuesta, y por la conducta observada, principalmente*), dependiendo de la pregunta, hemos asignado valores con tres características estimadas entre 1 y 3; así:

Valoración por escala de actitudes: por ejemplo anotaremos que hemos asignado un valor de uno para mala, poca y/o barato; un valor de dos para clasificación de regular, suficiente y/o normal; y, valor de tres para características buena, mucha y/o caro.

Para la demostración de la hipótesis planteada en el capítulo primero del presente estudio, es preciso discernir la información de mercado a través de la correlación entre variables, las mismas que nos conducirán al sustento categórico de la investigación desarrollada. Por tal motivo, se ha ordenado las variables según los siguientes cuadros:

Relación de la variable: **(gen) género** con la (dpi); analizaremos la disponibilidad de pago tanto de los hombres como de las mujeres encuestadas. Esta variable está en rangos de dólares, así: de \$ 0 a \$ 2; de \$ 3 a \$ 5; de \$ 6 a \$ 10; de \$ 11 a \$ 15 y > \$ 15.

Cuadro # 35: **Relación gen vs dpi (\$)**

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
GEN	Masculino = 1	21	12	10	1	6	52
	Femenino = 0	26	16	2	2	2	48
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: **(na) nivel académico** con la (dpi); se consideró el grado de estudios del encuestado valorando como 1 para universitarios y 0 para otros.

Cuadro # 36: **Relación na vs dpi (\$)**

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
NIVEL EDUCATIVO	Universitario = 1	34	20	7	3	4	68
	Otros = 0	13	8	5	0	6	32
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: **(edad) edad** con la (dpi); se asignó un valor de 1 para aquellos encuestados que están entre los 17 y los 40 años inclusive (por ser el rango de mayor fuerza de trabajo), valor de 0 para edades superiores a los 40 años. (Sin que esto signifique que no pertenecen a la PEA).

Cuadro # 37: **Relación edad vs dpi (\$)**

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
EDAD	(17 - 40) = 1	26	18	9	1	5	59
	(> 40) = 0	21	10	3	2	5	41
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: **(tada) tasa de actitud ante la disminución del agua** con la (dpi); 1 si responde que ha disminuido la cantidad de agua y 0 en cualquier otro caso.



Cuadro # 38: Relación tada vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
TADA	(ha disminuido) = 1	45	22	10	3	8	88
	(Otro) = 0	2	6	2	0	2	12
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: (tavpa) tasa de actitud ante el valor planillado actualmente con la (dpi); cuya caracterización hemos signado como: barato = 1, normal = 2, caro = 3

Cuadro # 39: Relación tavpa vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
TAVPA	barato = 1	3	3	1	1	1	9
	normal = 2	28	18	10	2	7	65
	caro = 3	16	7	1	0	2	26
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: (tacsag) tasa de actitud ante la cantidad del servicio de agua con la (dpi); se ha valorado con 1 (poco), 2 (suficiente) y 3 (mucho).

Cuadro # 40: Relación tacsag vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
TACSAG	poco = 1	37	21	10	3	7	78
	suficiente = 2	10	7	2	0	3	22
	mucho = 3	0	0	0	0	0	0
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: (talsag) tasa de actitud ante la calidad del servicio de agua con la (dpi); donde: mala = 1, regular = 2 y buena = 3

Cuadro # 41: Relación talsag vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
TALSAG	mala = 1	36	18	8	2	6	70
	regular = 2	9	9	4	1	4	27
	buena = 3	2	1	0	0	0	3
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: (tarsag) tasa de actitud ante la regularidad del servicio de agua con la (dpi); se asignó un valor de 1 para mala, 2 para regular y 3 para buena.

Cuadro # 42: Relación tarsag vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
TARSAG	mala = 1	20	10	3	1	4	38
	regular = 2	23	17	7	2	5	54
	buena = 3	4	1	2	0	1	8
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.



Relación de la variable: **(tapte) tasa de actitud ante los propietarios particulares de los terrenos de las microcuencas** con la (dpi); la valoración se asignó así: no importa o no sabe o no sacarlos = 0, reubicar ó comprar = 1, expropiar ó declarar utilidad pública = 2, otro = 3.

Cuadro # 43: Relación tapte vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
TAPTE	no sacarlos = 0	3	5	1	0	0	9
	reubicar o comprar = 1	30	12	7	1	7	57
	declarar utilidad pública ó expropiar = 2	7	5	3	0	0	15
	otro = 3	7	6	1	2	3	19
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: **(tappa) tasa de actitud ante el problema principal del recurso agua** con la (dpi); para medir el conocimiento sobre el problema principal del recurso agua en la ciudad, se asignó un valor de 0 en el caso que el problema se relacione con las autoridades o sea del orden administrativo, 1 si se refería a la calidad del agua, 2 cuando se relaciona con la cantidad de agua, 3 para una combinación de calidad y cantidad del agua ó redes, captación, tratamiento ó distribución, y 4 no hay problema.

Cuadro # 44: Relación tappa vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
TAPPA	administrativos ó autoridades actuales = 0	12	3	0	0	4	19
	calidad del agua = 1	11	15	3	2	4	35
	cantidad de agua = 2	13	6	7	1	2	29
	calidad + cantidad ó tuberías + redes = 3	10	4	2	0	0	16
	no hay problema = 4	1	0	0	0	0	1
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: **(taref) tasa de actitud ante la reforestación** con la (dpi); se pretende valorar la actitud y el conocimiento de la acción de reforestación, por tal hemos caracterizado como 0 si dijo que no importa o no sabe, 1 si reforestar ayuda a la calidad del agua, 2 si aumenta la cantidad, 3 atrae la lluvias y mejora la cantidad y/o la calidad.

Cuadro # 45: Relación taref vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
TAREF	no importa o no sabe = 0	4	1	1	1	2	9
	ayuda a la calidad = 1	0	2	6	0	0	8
	ayuda a la cantidad = 2	26	12	0	0	7	45
	(calidad y cantidad) ó atrae lluvias = 3	17	13	5	2	1	38
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.



Relación de la variable: **(ocup) nivel ocupación** con la (dpi); pretendió poner un valor que relacione el nivel de ocupación con la disponibilidad de pago, se utilizó un valor de **0** en el nivel de desempleado, estudiante ó Q.D.; **1** para un nivel de artesano, independiente, o técnico profesional y **2** para un nivel de empleado público o dependiente.

Cuadro # 46: **Relación ocup vs dpi (\$)**

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
OCUP	estudiante, Q.D. = 0	10	3	1	0	2	16
	independiente ó técnico o profesional = 1	16	15	8	1	6	46
	empleado público ó dependiente = 2	21	10	3	2	2	38
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

3.3.3. Variables continuas.

Variable que puede tomar una infinidad de valores, de forma que dados dos valores cualesquiera, también pueda tomar cualquier valor entre dichos valores.

Relación de la variable: **(nhab) número de habitantes** con la (dpi); se consideró el número de personas que viven en la vivienda del encuestado agrupados en cuatro rangos.

Cuadro # 47: **Relación nhab vs dpi (\$)**

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
NHAB	de 1 a 3 personas	12	7	4	0	1	24
	de 4 a 6 personas	30	20	7	3	7	67
	de 7 a 10 personas	4	1	1	0	1	7
	> 10 personas	1	0	0	0	1	2
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: **(pmsa) pago mensual por planillas de servicio de agua** con la (dpi); hemos determinado entre \$ 3 y más de \$ 50, seis rangos de tarifas de pago; así:

Cuadro # 48. Relación pmsa vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
PMSA	(3 - 10)	23	10	5	2	0	40
	(10.5 - 20)	14	12	5	1	2	34
	(21 - 30)	4	4	2	0	4	14
	(31 - 40)	2	1	0	0	2	5
	(41 - 50)	2	0	0	0	0	2
	(> 50)	2	1	0	0	2	5
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.



Relación de la variable: **(nha) número de horas por día del servicio de agua disponible** con la (dpi); indica el número de horas por día que el encuestado dispone del servicio de agua potable en su domicilio. Rangos en número de horas por día (h/d), así: de 2 a 4 h/d, de 5 a 7 h/d, de 8 a 10 h/d, de 11 a 13 h/d y de 14 a 24 h/d.

Cuadro # 49: Relación nha vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
NHA	(2 - 4)	7	3	1	0	0	11
	(5 - 7)	3	0	0	0	0	3
	(8 - 10)	2	1	0	0	0	3
	(11 - 13)	1	2	0	0	0	3
	(14 - 24)	34	22	11	3	10	80
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: **(imf) ingreso mensual familiar** con la (dpi); mide la cantidad de dinero generada en un mes, ordenada en 5 rangos, así: menos de \$ 300, de \$ 301 a \$ 500, de \$ 501 a \$ 1000, de \$ 1001 a \$ 1500 y más de \$ 1500.

Cuadro # 50: Relación ifm vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
IFM	(< 300)	11	2	1	1	1	16
	(301 - 500)	18	10	3	0	1	32
	(501 - 1000)	10	14	4	2	4	34
	(1001 - 1500)	5	0	4	0	1	10
	(> 1500)	3	2	0	0	3	8
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.

Relación de la variable: **(gmf) gasto mensual familiar** con la (dpi); determina la cantidad de dinero gastada mensualmente, se la ha ordenado en 5 rangos; así: menos de \$300, de \$ 301 a \$ 500, de \$ 501 a \$ 1000, de \$ 1001 a \$ 1500 y más de \$ 1500.

Cuadro # 51: Relación gfm vs dpi (\$)

VARIABLE	CARACTERIZACIÓN	DISPONIBILIDAD DE PAGO INCREMENTAL EN LA PLANILLA MENSUAL					TOTAL
		0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 15	> 15	
GFM	(< 300)	21	10	4	1	1	37
	(301 - 500)	14	7	2	0	4	27
	(501 - 1000)	9	10	6	2	4	31
	(1001 - 1500)	0	1	0	0	1	2
	(> 1500)	3	0	0	0	0	3
	Total	47	28	12	3	10	100

Fuente: Los autores.



Cuadro # 52: Distribución de variables según la edad.

VARIABLES	DEMANDANTES ENTRE 17	DEMANDANTES	TOTAL
	Y 40 AÑOS	MAYORES DE 40 AÑOS	
Género - masculino	36	19	55
Disponibilidad incremental de pago - promedio	5.50	6.21	5.86
Nivel académico - universitario	47	24	71
Actitud ante la disminución del agua - percibe que disminuye	52	36	88
Actitud ante el valor planillado actualmente - pago normal	42	23	65
Actitud ante la cantidad del servicio de agua - percibe que es poca	47	31	78
Actitud ante la calidad del servicio de agua - percibe que es mala	43	27	70
Actitud ante la regularidad del servicio de agua - percibe que es regular	33	21	54
Actitud ante los propietarios particulares de los terrenos de las microcuencas - percibe que se debe comprar ó reubicar a los propietarios actuales ó declarar de propiedad pública ó expropiar u otros similares.	51	40	91
Actitud ante el problema principal del recurso agua - percibe que es la cantidad y/o calidad y/o tratamiento y/o redes	49	31	80
Actitud ante la reforestación - percibe que reforestando aumenta la cantidad y mejora la calidad del agua ó atrae lluvias	53	36	89
Nivel ocupación - dependiente ó empleado público	32	15	47
Número de habitantes - promedio matemático	4.30	4.9	4.6
Pago mensual por planillas de servicio de agua - promedio matemático	18.93	20.59	19.76
Número de horas por día del servicio de agua disponible - dispone de agua todo el día	51	29	80
Ingreso mensual familiar - promedio matemático	734.39	860.98	797.69
Gasto mensual familiar - promedio matemático	477.14	516.83	496.99

Fuente: Los autores.



3.3.4. Evaluación estadística de pares de grupos entre sí.

La hipótesis de investigación propuesta es la de determinar que el grupo de los demandantes entre 17 y 40 años difiere significativamente del grupo de demandantes mayores de 40 años de edad. Como hipótesis nula se propone que los grupos estudiados no difieran significativamente entre sí.

Prueba con tablas de contingencia [uso de (χ^2) chi cuadrado]

Este método permite determinar si dos variables categóricas se relacionan entre sí. Para este análisis se emplea las fórmulas 22 y 23:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad \dots (22)$$

$$gl = (n_f - 1)(n_c - 1) \quad \dots (23)$$

Donde:

f_o = frecuencia observada.

$f_e = \frac{(\text{total de fila})(\text{total de columna})}{\text{tamaño de la muestra}}$ frecuencia esperada.

n_f = número de filas

n_c = número de columnas

Mediante la matriz de contingencia # 01 analizaremos las variables de edad y género.

Tabla # 12: Análisis de contingencia entre edad y género

MATRIZ DE CONTINGENCIA #01					CÁLCULO DE CHI CUADRADO				INTERPRETACIÓN			
Género	VARIABLES	Edad		TOTAL	f_o	f_e	$(f_o - f_e)^2$	$(f_o - f_e)^2 / f_e$	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
		Demandantes entre 17 y 40 años	Demandantes mayores a 40 años									
	Género masculino	30,68	21,32	52	33	30,7	5,4	0,1754	1	0,05	3,841	NO
	Género femenino	28,32	19,68	48	19	21,3	5,4	0,2525	tabla E6 (Hanks)			
	TOTALES	59	41	100	26	28,3	5,4	0,1901	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
					22	19,7	5,4	0,2735	1	0,01	6,635	NO al 99%
					$\chi^2 = 0,8914$				por tal Edad y Género son independientes al 95%			

Fuente: Los autores.

Se determina que las variables: edad y género son independientes entre sí.

Tabla # 13: Análisis de contingencia entre edad y nivel académico

MATRIZ DE CONTINGENCIA #02					CÁLCULO DE CHI CUADRADO				INTERPRETACIÓN			
NA	VARIABLES	Edad		TOTAL	f_o	f_e	$(f_o - f_e)^2$	$(f_o - f_e)^2 / f_e$	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
		Demandantes entre 17 y 40 años	Demandantes mayores a 40 años									
	NA Universitario	41,89	29,11	71	47	41,9	26,1	0,6238	1	0,05	3,841	SI al 95%
	NA Otro	17,11	11,89	29	24	29,1	26,1	0,8970	tabla E8 (Hanks)			
	TOTALES	59	41	100	12	17,1	26,1	1,5261	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
					17	11,9	26,1	2,1961	1	0,01	6,635	NO al 99%
					$\chi^2 = 5,2426$				por tal Edad y NA son Dependientes al 99%			

Fuente: Los autores.



De donde determinamos que las variables: edad y NA son dependientes con el 95 % de confianza o con posibilidad de error de 5%.

Tabla # 14: Análisis de contingencia entre edad y TAPPA

MATRIZ DE CONTINGENCIA #03				CÁLCULO DE CHI CUADRADO				INTERPRETACIÓN			
VARIABLES	Edad		TOTAL	f_o	f_e	$(f_o - f_e)^2$	$(f_o - f_e)^2 / f_e$	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
	Demandantes entre 17 y 40 años	Demandantes mayores a 40 años									
TAPPA											
Cant + Cali + Tratam+redes	47,2	32,8	80	49	47,2	3,2	0,0686	1	0,05	3,841	NO
TAPPA											
Administrativo + no hay problema	11,8	8,2	20	31	32,8	3,2	0,0988	tabla E8 (Hanke)			
				10	11,8	3,2	0,2746	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
				10	8,2	3,2	0,3951	1	0,01	6,635	NO al 99%
TOTALES	59	41	100	$\chi^2 = 0,8371$				por tal Edad y TAPPA son independientes al 95%			

Fuente: Los autores.

Anotamos entonces que las variables: edad y TAPPA son independientes con el 95 % de confianza o con posibilidad de error de 5%.

Tabla # 15. Análisis de contingencia entre edad y TAPTE

TABLA DE CONTINGENCIA #04				CÁLCULO DE CHI CUADRADO				INTERPRETACIÓN			
VARIABLES	Edad		TOTAL	f_o	f_e	$(f_o - f_e)^2$	$(f_o - f_e)^2 / f_e$	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
	Demandantes entre 17 y 40 años	Demandantes mayores a 40 años									
TAPTE											
Comprar + reubicar + expropiar	53,69	37,31	91	51	53,7	7,2	0,1348	1	0,05	3,841	NO
TAPTE											
no reubicar + no comprar	6,31	3,69	9	40	37,3	7,2	0,1939	tabla E8 (Hanke)			
				8	5,3	7,2	1,3627	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
				1	3,7	7,2	1,9610	1	0,01	6,635	NO al 99%
TOTALES	59	41	100	$\chi^2 = 3,6525$				por tal Edad y TAPTE son independientes al 95%			

Fuente: Los autores.

Observamos que las variables: edad y TAPTE son independientes con el 95 % de confianza o con posibilidad de error de 5%.

Tabla # 16: Análisis de contingencia entre edad y TAREF

MATRIZ DE CONTINGENCIA #05				CÁLCULO DE CHI CUADRADO				INTERPRETACIÓN			
VARIABLES	Edad		TOTAL	f_o	f_e	$(f_o - f_e)^2$	$(f_o - f_e)^2 / f_e$	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
	Demandantes entre 17 y 40 años	Demandantes mayores a 40 años									
TAREF											
Mejora cantidad + calidad + atrae lluvias	62,51	36,49	89	53	62,5	0,2	0,0046	1	0,05	3,841	NO
TAREF											
N.Contesta + No reforestar + otro	6,49	4,51	11	36	36,5	0,2	0,0066	tabla E8 (Hanke)			
				6	6,5	0,2	0,0370	gl	Significancia	χ^2 crítico	acepto hipo. nula
				5	4,5	0,2	0,0522	1	0,01	6,635	NO al 99%
TOTALES	59	41	100	$\chi^2 = 0,1014$				por tal Edad y TAREF son independientes al 95%			

Fuente: Los autores.

Las variables: edad y TAREF son independientes con el 95 % de confianza o con posibilidad de error de 5%.



3.4. Evaluación económica – ambiental del sistema de captación, producción y distribución del agua potable en Loja.

3.4.1. Valor del agua en el sector doméstico.

El pago del agua en nuestra ciudad se basa en la cantidad consumida y la zona de residencia donde se ubica la vivienda. En el cuadro 52, se resume las tarifas del agua en función de la categoría y caudales (impuesta por UMAPAL) por mes.

Cuadro # 53: Precios del agua que rigen en el año 2005
(\$ por consumo por categoría por m³ por mes)

Consumo (m ³ / mes)	Categoría R (\$ / m ³ / mes)	Categoría CI (\$ / m ³ / mes)	Categoría IN (\$ / m ³ / mes)	Categoría O (\$ / m ³ / mes)	Categoría OM (\$ / m ³ / mes)	Categoría TE (\$ / m ³ / mes)
10	0.981	0.212	0.315	0.213	0.106	0.049
20	2.667	0.212	0.315	0.213	0.111	0.107
50	7.508	0.335	0.504	0.220	0.128	0.107
70	16.193	0.418	0.629	0.257	0.144	0.132
90	25.610	0.418	0.629	0.257	0.144	0.153
100	36.544	0.418	0.629	0.257	0.144	0.212
200	69.289	0.629	0.946	0.289	0.144	0.253

Fuente: Datos obtenidos de UMAPAL. 2005

El valor promedio del agua se puede obtener aplicando la siguiente ecuación:

$$V_p = \frac{\sum_{i=1}^n P_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad \dots (25)$$

Donde:

- VP Valor promedio total del agua (\$/m³)
- P_i Valor del agua como insumo en la categoría i (\$/m³)
- Q_i Volumen de agua demandado en la categoría i (m³/año)

Para el año 2005, tenemos un valor promedio de 0.1818 \$/m³. Con este valor iniciaremos nuestra evaluación financiera. Para este análisis se ha trabajado con los cuadros del # 25 al # 30.

$$V_p = \frac{682790.77}{3756543}$$

$$V_p = 0.18176 \text{ } \$/m^3$$



3.4.2. Cálculos incrementales considerados en ingresos y egresos del análisis financiero.

Para estimar el cálculo incremental de los caudales demandados totales, los costos de producción y conexiones, se ha efectuado una regresión lineal basada en el histórico de información disponible de 8 años. Ver: cuadros 23 y 24; figuras 33 y 34; y, fórmula 19. Además, intervienen en el cálculo del total facturado y del total del excedente del consumidor.

Para estimar el incremento de los precios por planillas anuales se ha considerado una regresión logarítmica basada en los históricos disponibles 8 años atrás. Concatenar con: cuadros 32 y 33; figuras 37, 38 y 39; y, fórmula # 20. Al igual que el caso anterior entran en el cálculo del total facturado y del total del excedente del consumidor.

La inflación anual se estimó en 2 %, afectando con este incremento a:

- *Gastos de personal* incluye: remuneraciones y salarios unificados del personal de UMAPAL, remuneraciones complementarias, remuneraciones temporales y aportes patronales a la seguridad.
- *Bienes y servicios de consumo*: servicios básicos, servicios generales, traslados e instalación, instalación y mantenimiento, informática, otros.
- *Bienes y servicios de consumo para inversión*: gastos eléctricos, plomería y carpintería.
- *Mantenimiento*, de maquinaria, equipos e infraestructura en general.
- *Costo de mano de obra para mantenimiento de la cuenca hidrográfica* (reforestación, podas, estabilizaciones de taludes, caminos),

3.4.3. Programa de inversiones del proyecto:

Las inversiones en capital de trabajo reflejan los fondos que deben ser comprometidos para conseguir activos de corto plazo e insumos para el ciclo productivo, necesarios para el funcionamiento del proyecto. Así tenemos que para la implementación y ejecutabilidad de nuestro proyecto se requieren en este momento las siguientes inversiones:

Año cero del proyecto:

1. **Adquisición de terrenos** **\$ 43 330 000**
Consideramos un pago promedio de \$ 7 por metro cuadrado. Para la adquisición de aproximadamente 619 hectáreas entre las dos micro cuencas (El Carmen y San Simón).
Como gastos judiciales para la compra se consideró el 5 % de la cuantía estimada, es decir **\$ 216 650**
2. **Forestación y reforestación** **\$ 3 343 125**
En esta etapa se proyecta forestar y reforestar la mitad (8.835 Km²) del área de las dos micro cuencas (17.67 Km²). Dependiendo de las especies del lugar se



sembrará en promedio una plántula a 3 x 3 m. Para los cálculos económicos se ha considerado 10 centavos de dólar por cada planta colocada al centro de masas de las dos micro cuencas, más 27.5 centavos por ferti-abono para cada planta. El costo promedio estimado por hectárea es entonces de: \$ 3 783.96

Se incluye en los costos:

- 2.1 costo total mano de obra para la reforestación.
- 2.2 personal mantenimiento de cuenca hidrográfica
- 2.3 adquisición plantas + abono.
- 2.4 adquisición herramientas.

3. Lindero / cerco 10 Km **\$ 24 000**

Alambrado: $10000 \text{ m} \times 5 \text{ filas} = 50000 \text{ m} / \{400 \text{ m} / \text{rollo}\} = 125 \text{ rollos de alambre.}$

125 x 30 3 750.0

Postes: $10000 \text{ m} / 2 \text{ m} = 5000 \text{ postes de 2 m de alto}$

5000 postes x 3.00 15 000.0

Grapas y preservado de postes 1 750.0

Mano de obra 3 500.0

Del mismo modo se tiene previsto un arreglo y reposición del
5 % de cercos por año.

Año uno del proyecto:

Forestación y reforestación **\$ 4 489 827**

En esta etapa se considera forestar y reforestar las micro cuencas, incrementando el área y procurando cubrir las dos micro cuencas tributarias completas. Se procurará la regeneración del bosque natural, matorrales y pastos nativos en toda el área de las micro cuencas, incluye reposición y resiembra.

Para los años subsiguientes del proyecto, se tiene previsto efectuar cada dos años una reposición y un incremento de foresta en zonas que lo requieran de aproximadamente el 1 % de las plántulas sembradas en el primer año de ejecución. (**\$ 11044; 29451 plantas**)

Actividades:

- * Construcción de caminos.
- * Preparación del sitio
- * Señalización.
- * Línea de corta fuegos.
- * Apertura de hoyos.
- * Plantación.
- * Limpieza manual y podas.
- * Prevención y control de plagas.
- * Prevención y control de incendios.



Estrategia de operación del proyecto ¹⁰

Del estudio de mercado podemos inferir que los usuarios estarían dispuestos a participar en el proyecto involucrándose como co-ejecutores. Se garantizaría la viabilidad del proyecto poniendo en práctica las siguientes recomendaciones.

Además se considera como óptimo e ideal que UMAPAL (Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja) maneje y administre el proyecto en su totalidad, considerando las siguientes recomendaciones (ver cuadros 43 y 45):

a) En lo político – institucional:

- Establecer una política municipal de apertura e involucramiento de la organización social para que participe en las decisiones municipales sobre el desarrollo sustentable de las micro cuencas.
- Incluir la variable de la acción comunitaria dentro de los programas educativos del cantón.
- Directrices de una política educativa ambiental en todos los niveles de instrucción que tenga inclinación a formar la predisposición y positiva participación de la organización social.
- Consumar el componente técnico de comunicación y turismo ambiental para una gestión sustentable.

b) En lo económico

- Establecer un fondo que cubra los gastos de asistencia técnica y capacitación para la organización directa.
- Demostrar estadísticamente que los aportes mensuales incrementales se manejan con transparencia y que sirven específicamente para el mantenimiento y mejora de la explotación sostenible del recurso agua.

c) En el empoderamiento del proyecto y género

- Participación directa de la sociedad civil en el proyecto.
- Establecer mecanismos constantes de apoyo a la organización social para un permanente intercambio de opinión y crítica constructiva, estableciendo mecanismos directos de participación y opinión comunitaria respecto a la gestión ambiental.
- Tender a que la organización social se sienta parte integrante y principal de los diagnósticos previos a la ejecución del proyecto.

d) En lo legal

- Revisión del marco legal en el que se desenvuelve la relación con la



comunidad y el entorno ambiental de las microcuencas.

- Reglamentación de los procedimientos de la gestión ambiental en función de la participación social y el beneficio común.
- Los precios para la compra y venta de las tierras, deberán ser dirimidos mediante peritajes, quienes a su vez harán las propuestas en base a los registros catastrales actuales y a una base referencial.
- El Municipio de Loja, utiliza el tipo de "canje" de tierra o bienes de su propiedad en la zona urbana.
- Puede declarárselo como "bien público" e indemnizar a cada propietario.
- Se recomienda también que la UMAPAL se encargue de todo el trámite legal para declarar a todo este sector como "bosque protector de las vertientes altas del Zamora Huayco".

e) En lo educativo

- Incluir alternativas de capacitación en la organización social para encontrar mecanismos conjuntos que permitan una mejora y un acceso a métodos de planificación, administración, financiamiento, y capacitación en gestión ambiental.
- Formar líderes para garantizar continuidad y sostenibilidad del proyecto.

f) En participación de involucrados, universidades y ONG's

- Las instituciones de formación universitaria y ONG's juegan un papel fundamental ya que son entes de investigación y transferencia de conocimiento desde y hacia la ciudadanía a través de un permanente y desinteresado estudio de las micro cuencas.

g) En lo técnico – forestal ¹¹

- El sistema de siembra puede ser a pata de gallo ó tres bolillos, a distancia promedio de 3 x 3 m. Es más común el cuadrado o marco real, este sistema es fácil de realizar, pero también puede usarse el sistema triangular; pues, presenta la ventaja de un 15% más de densidad de siembra.
- Se considera como especies que sirvan en la reforestación:
 - Los matorrales como: *Carraria thimifolia*; *Bacharis barbaria* sp.
 - Desarrollar tareas de estimulación y compensación ambiental en áreas húmedas y suelos areno-limosos para una regeneración natural del Aliso (*Alnus Jorulensis*).
- Las áreas que actualmente son potreros y fincas agro-productivas, se deberían resembrar con especies nativas como el Laurel (*Mirya*

11 Resumen, producto del diálogo personal y entrevistas extraoficiales de los autores con los técnicos y ex - técnicos municipales y de UMAPAL.



pubscens); Romerillo (*Podocarpus sprucei*); Piquil (*Gynxys buxifolia*); Quishuar (*Buddleia incana*); Pumamaquí, (*Oreopanax* sp); Chachacomo (*Escallonia murtilloide*). Cedro de la Sierra (*Cedrela montana*); Arrayán (*Eugenia* sp); Quinoa (*Polylepis incana*); entre otros.

- Siendo el Ing. Forestal quién determine con más propiedad la metodología de siembra en cada caso; aquí nos permitimos recomendar brevemente una posible forma de siembra para plántulas de especies arbóreas.- Luego del roce, señalamiento y estaquillado en el terreno, se excavarán hoyos de 45 x 45 x 40 cm, al momento de la siembra se coloca en el hoyo, tierra superficial y pueden agregarse entre 80 y 120 g de 12-24-12 u 80 a 90 g de 10-30-10; además, un poco de cal por hoyo, se colocará bien el árbol, teniendo cuidado de sembrarlo a la misma profundidad a que estaba en la bolsa o el pilón. Finalmente se riega.
- Deshierbas, podas y control foliar.- Se las realizará regularmente con el personal de mantenimiento de la cuenca. A la medida de las posibilidades se lo desarrollará manualmente. Maquinaria se empleará lo menos posible y se optará por no utilizar productos químicos. En la tarea de la deshierba se conforma la corona, es necesario aplicar la deshierba manual con machetes, azadones y herramienta menor.
- Luego de haberlo declarado como bosque protector, se considera necesario demarcar linderos. La longitud del lindero es de alrededor de 17 kilómetros. De esta longitud gran parte no requiere de cercado por ser escarpado natural. No obstante, unos 10 kilómetros de estos si recomendamos que se cerquen con postes de dos metros de longitud a cada 2 metros, con cinco filas de alambre de púas.
- Adicionalmente, UMAPAL debe crear la figura de guarda parques para que al tiempo que vigilen, custodien las micro cuencas se dediquen a darles mantenimiento todo el tiempo. En la evaluación se ha considerado personal de mantenimiento de la cuenca hidrográfica.

ELIJO DE COSTOS E INDICADORES ECONÓMICO - AMBIENTALES
Horizonte de evaluación: 21 años
Cifras en DÓLARES AMERICANOS

Concepto		Incremento del Proyecto												Tasa de oportunidad: 5%									
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1. INGRESOS:	1.1. Ingresos por explotación	521.835	1.726.441	1.792.801	1.959.015	2.224.951	2.546.475	2.889.118	3.289.305	3.732.435	4.233.068	4.803.112	5.455.017	6.198.172	7.036.172	7.969.172	8.999.172	10.229.172	11.669.172	13.319.172	15.189.172	17.289.172	19.629.172
	1.2. Ingresos por venta de bienes	28.551	40.645	41.451	42.261	43.071	43.881	44.691	45.501	46.311	47.121	47.931	48.741	49.551	50.361	51.171	51.981	52.791	53.601	54.411	55.221	56.031	56.841
	1.3. Ingresos por servicios de consultoría, equipos y	28.501	23.971	24.450	24.929	25.408	25.887	26.366	26.845	27.324	27.803	28.282	28.761	29.240	29.719	30.198	30.677	31.156	31.635	32.114	32.593	33.072	33.551
	1.4. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.5. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.6. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.7. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.8. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.9. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.10. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.11. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.12. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.13. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.14. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.15. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.16. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.17. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.18. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.19. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.20. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.21. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.22. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.23. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.24. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.25. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.26. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.27. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.28. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.29. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.30. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.31. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.32. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.33. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.34. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.35. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.36. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.37. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.38. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.39. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.40. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.41. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.428	520.460	529.492	538.524	547.556	556.588	565.620	574.652	583.684	592.716	601.748
	1.42. Ingresos por servicios de mantenimiento, equipos y	419.437	421.108	430.140	439.172	448.204	457.236	466.268	475.300	484.332	493.364	502.396	511.										

06



CAPÍTULO IV



4. MARCO LÓGICO DE LA PROPUESTA

El Marco Lógico se desarrolló por primera vez en el año 1969 por la USAID, a través de Practical Concepts Inc. para apoyar la solución de problemas elementales que entorpecían la aprobación, ejecución y evaluación de los proyectos; teniendo que la planificación fue imprecisa, al igual que la evaluación de proyectos se consideró poco efectiva por la dificultad en determinar lo que realmente era el propósito del proyecto y la responsabilidad por la gerencia del proyecto también formulada como imprecisa y carentes de claridad con relación al logro de sus resultados.

Además, los proyectos carecían de la precisión requerida, no estaban siendo ejecutados exitosamente, no existía el método para determinar el éxito del mismo.

1. Enunciado del problema central del proyecto a partir de la definición de la situación negativa que afecta a un grupo humano y dentro de un espacio y tiempo determinados.
2. Análisis de involucrados a partir del problema central y enfocado en los intereses, problemas percibidos, recursos y mandatos y conflictos de cada actor respecto al problema central.
3. Análisis de problemas para la construcción del árbol de problemas a partir del problema central y la columna de los problemas percibidos en el análisis de involucrados. Relación causa-efecto.
4. Análisis de objetivos para la construcción del árbol de objetivos estableciéndolos a partir del árbol de problemas escritos como estados positivos, relación medios-fines.



4.1 Matriz de Involucrados

A través de esta matriz identificaremos los intereses, necesidades, recursos y mandatos que cada actor tiene alrededor del problema central planteado.

Podremos distinguir los problemas percibidos de los involucrados. Listaremos, las situaciones que actúan de manera negativa y contundente afectando los intereses básicos de cada involucrado, o lo que para éste se haya convertido en problema solucionable.

Establecer que tipo de recursos, mandatos, capacidades, motivaciones, o posibles compromisos tienen los diferentes grupos de involucrados para contribuir a la solución del problema central, incluyendo recursos políticos, legales, humanos, o financierosque, así como los compromisos que eventualmente éstos podrían asumir frente al proyecto y su capacidad de participar.

Identificar los intereses de los actores en relación al proyecto.- Considerar expectativas o necesidades que tienen los actores involucrados y que se espera que el proyecto pueda responder o no en el futuro.

Identificar los posibles niveles de cooperación o conflicto que podrían producirse entre los actores involucrados resultantes de intereses contrapuestos que puedan afectar las posibilidades del proyecto o ponerlo en riesgo en razón de que no fueron considerados o manejados adecuadamente; y en lo opuesto, facilitar las posibilidades del proyecto.



Cuadro # 54. Matriz de involucrados

Actores	Intereses	Problemas Percibidos	Capacidades, Mandatos y Recursos	Intereses sobre el Proyecto	Cooperación & Conflictos Potenciales
I. MUNICIPIO DE LOJA	GARANTIZAR SANEAMIENTO AMBIENTAL Y BUENA SALUD DE LA CIUDADANÍA. MEJORAR IMAGEN INSTITUCIONAL.	AUMENTO DE LA DEMANDA DE AGUA DEBIDO A UN INCREMENTO DE LA POBLACIÓN Y DISMINUCIÓN DE CAUDALES. NO TIENE EL CONTROL DE LAS MICRO CUENCAS TRIBUTARIAS. USUARIOS EXIGEN MEJORAR CALIDAD DE AGUA A UMAPAL. MALA IMAGEN INSTITUCIONAL.	LEY MUNICIPAL - ORDENANZAS, ECONÓMICOS, TÉCNICOS Y HUMANOS.	ABASTECER DE AGUA POTABLE A TODOS LOS USUARIOS CONECTADOS AL SISTEMA DE UMAPAL TODO EL AÑO.	DUEÑOS Y HABITANTES DE LAS MICRO CUENCAS OPONGAN A LA COMPRA LEGAL DE TERRENOS
GOBERNACIÓN DE LOJA	CUMPLIR CON LAS POLÍTICAS DE ESTADO. IMAGEN INSTITUCIONAL.	NOTABLE DESATENCIÓN DEL PROBLEMA DE SALUBRIDAD EN LA CIUDAD.	CONSTITUCIÓN POLÍTICA, ECONÓMICOS.	MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CIUDADANOS	POSIBLES DESMANES CIUDADANOS POR MALESTAR EN LOS SERVICIOS DE AGUA
MINISTERIO DEL AMBIENTE	PROTECCIÓN DE CUENCAS IMAGEN INSTITUCIONAL.	NO APLICACIÓN Estricta ni CUMPLIMIENTO DE LEYES AMBIENTALES POR PARTE DE LOS HABITANTES Y PROPIETARIOS DE LAS MICRO CUENCAS	LEY AMBIENTAL, ECONÓMICOS, TÉCNICOS Y HUMANOS.	MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CIUDADANOS	CONFLICTO DE INTERESES CON OTROS MINISTERIOS O INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES
CÁMARAS: PRODUCCIÓN, COMERCIO Y PEQUEÑOS INDUSTRIALES DE LOJA.	MEJORAR SUS INGRESOS ECONÓMICOS	DESPREOCUPACIÓN PRODUCTIVA SUSTENTABLE EN LA ZONA.	LEY DE LA CÁMARA DE INDUSTRIALES, COMERCIO Y DE PEQUEÑOS INDUSTRIALES, ECONÓMICOS.	MEJORAR LA CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN	PARALIZACIÓN DE LAS CÁMARAS DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL.
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS	MANTENER Y OTORGAR PERMISOS DE EXPLOTACIÓN MINERA	RIVALIDAD DE COMPETENCIAS CON EL MINISTERIO DEL AMBIENTE PARA OTORGAR PERMISOS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS Y MINERALES	LEY DE ENERGÍA Y MINAS.	PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE	CONFLICTO DE INTERESES CON OTROS MINISTERIOS O INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES
INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO AGRARIO - INDA	MANTENER Y OTORGAR PERMISOS DE OCUPACIÓN DE TIERRAS PARA EXPLOTACIÓN AGROPECUARIA	INCOMUNICACIÓN CON MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE ENERGÍA Y MINAS PARA OTORGAR PERMISOS ADECUADOS	AMPARO CONSTITUCIONAL A LA PROPIEDAD PRIVADA.	ORGANIZACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	CONFLICTO DE INTERESES CON OTROS MINISTERIOS O INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES
MINISTERIO DE TURISMO	INCREMENTO TURÍSTICO. INTRODUCCIÓN DESCONTROLADA DE TURISTAS A LAS MICRO CUENCAS.	POCA AFLUENCIA DE TURISTAS A LA CIUDAD Y PARQUES NATURALES IMPORTANTES DE LA ZONA	LEY DE TURISMO, ECONÓMICOS	MEJORAR EL CRECIMIENTO TURÍSTICO LOCAL, NACIONAL E INTERNACIONAL	DESATENCIÓN GUBERNAMENTAL A PROYECTOS TURÍSTICOS INTEGRALES EN LA LOCALIDAD
ONGS	CONSEGUIR FINANCIAMIENTO A TRAVÉS DE LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS RELACIONADOS CON SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN MICRO CUENCAS DE INTERES LOCAL.	COMPETENCIA O INCOMPETENCIA EJECUTIVA Y ADMINISTRATIVA PARA EJECUTAR PROYECTOS AMBIENTALES EN LA ZONA. RESULTADOS DE ESTUDIOS EFECTUADOS EN LAS MICRO CUENCAS SON DE DIFÍCIL ACCESO LOCAL. LA INFORMACIÓN ESTÁ DISPONIBLE PARA LOS FINANCIEROS EXTRANJEROS ÚNICAMENTE	TÉCNICOS Y ECONÓMICOS, LEYES INTERNACIONALES	MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA HUMANA Y AMBIENTAL	CONFLICTO DE INTERESES TÉCNICO-ECONÓMICOS PARA INTERVENIR EN LAS MICRO CUENCAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LOJA
CIUDADANÍA Y USUARIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE - LOJA	MEJORAR LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA. PODER CONECTARSE Y/O DISPONER DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE	MALA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA. DESABASTECIMIENTO DE AGUA. RACIONAMIENTOS.	LEY DE DEFENSA DEL CONSUMIDOR	MEJORAR LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA POTABLE.	LEVANTAMIENTO A PONER SU QUEJA POR MAL ATENCIÓN, MAL SERVICIO DE AGUA E INCREMENTOS ANUALES EN PLANILLAS
DISTRIBUIDORES DE PRODUCTOS QUÍMICOS.	MEJORAR LA UTILIDAD. INTRODUCIR MÁS DE SUS PRODUCTOS EN EL MERCADO LOJANO	DISMINUCIÓN DE LAS VENTAS	NINGUNA	CRECIMIENTO DE LA UTILIDAD	LEYES RADICALES PROHIBAN LA DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE SUS PRODUCTOS QUÍMICOS
DIRECCIÓN DE SALUD	DISMINUCIÓN DE LOS NIVELES DE ENFERMEDAD GASTRO INTESTINALES.	DESINFORMACIÓN O ESCASOS PROGRAMAS DE CAMPAÑAS DE CAPACITACIÓN CIUDADANA	LEY DEL MINISTERIO DE SALUD, ECONÓMICOS Y TÉCNICOS.	MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CIUDADANOS A TRAVÉS DE OTORGARLES BUENA SALUD	EPIDEMIA DE CÓLERA EN LA CIUDADANÍA. EPIDEMIA DE ENFERMEDADES GASTRO INTESTINALES
ASOCIACIÓN DE COLEGIOS PROFESIONALES DE LOJA	MEJORAR FUENTES DE TRABAJO PARA SUS AFILIADOS.	NO SE PERMITE UN FRONTAL APOYO DE LOS COLEGIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES QUE BENEFICIEN A LA COLECTIVIDAD	LEY DE DEFENSA PROFESIONAL, ECONÓMICOS.	OFERTA DE TRABAJOS	PROTESTA PROFESIONAL PARA PARTICIPAR EN TOMA DE SOLUCIONES PARA LOJA
H. CONSEJO PROVINCIAL DE LOJA	APOYAR EN ACTIVIDADES Y ACCIONES QUE CONLLEVEN AL ADELANTO DE LA PROVINCIA	INCOMUNICACIÓN Y COMPETENCIA POLÍTICA ENTRE PERSONEROS DE ALCALDÍA, GOBERNACIÓN Y EL HCPL	LEGALES, TÉCNICOS Y ECONÓMICOS.	PRESENCIA INSTITUCIONAL	POLÍTICAS PARTIDISTAS OPONEN Y EMPAÑAN IMAGEN INSTITUCIONAL
MOP	APOYO AL ADELANTO DE LA PROVINCIA A TRAVÉS DEL FINANCIAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS	APERTURA DE VÍAS DE COMUNICACIÓN EN ZONAS DECLARADAS DE AMORTIGUAMIENTO Y PARQUES NATURALES	LEY DE VIALIDAD, TÉCNICOS Y ECONÓMICOS	IMAGEN INSTITUCIONAL.	NO SE DIRIGEN ADECUADAMENTE LOS FONDOS PARA LA INVERSIÓN EN LA INSTITUCIÓN
SUBCOMISIÓN ECUATORIANA - PREDESUR	CONTRIBUIR CON EL PROGRAMA DE DESARROLLO SUR DEL PAÍS	NO SE LE PERMITE INVOLUCRARSE EN ACTIVIDADES DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE LOJA	TÉCNICOS Y ECONÓMICOS.	PRESENCIA EN LA COMUNIDAD CON ACTIVIDADES QUE JUSTIFIQUEN SU MISIÓN INSTITUCIONAL	INTENTAR EFECTUAR DESARROLLO PRODUCTIVO DE GRANJAS EN ÁREAS DECLARADAS COMO PROTEGIDAS

Fuente: Los autores.



4.2 Árbol de problemas

A partir del problema central y los problemas percibidos por los involucrados, consideraremos las relaciones de causa y efecto entre ellos.

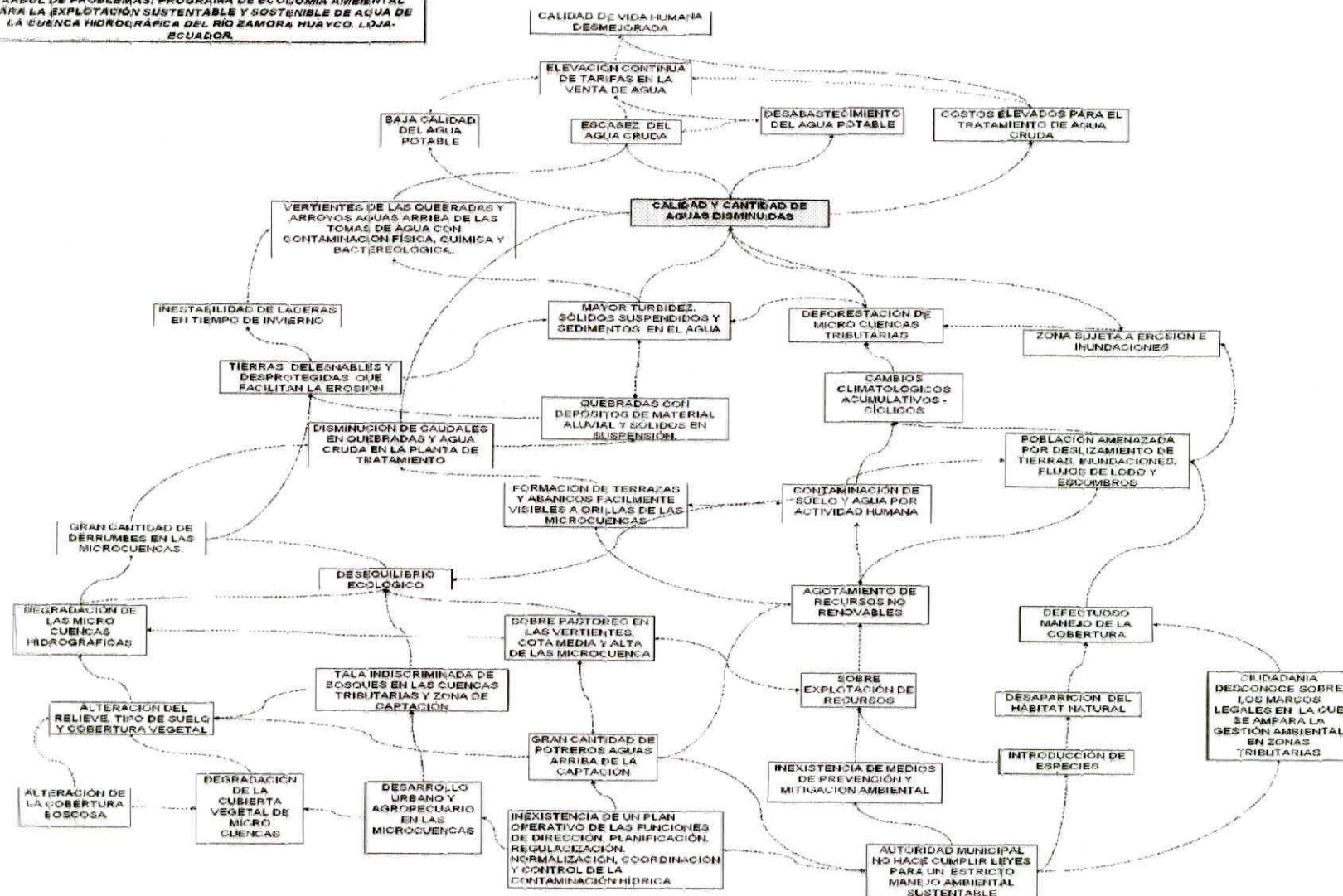
Estableceremos los niveles de causalidad entre los problemas.

Identificaremos los niveles de efectos generados por el problema central.

Visualizar estas relaciones en un diagrama denominado Árbol de Problemas.



ÁRBOL DE PROBLEMAS: PROGRAMA DE ECONOMÍA AMBIENTAL
PARA LA EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE Y SOSTENIBLE DE AGUA DE
LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ZAMORA HUAYCO, LOJA-
ECUADOR





4.3 Árbol de objetivos

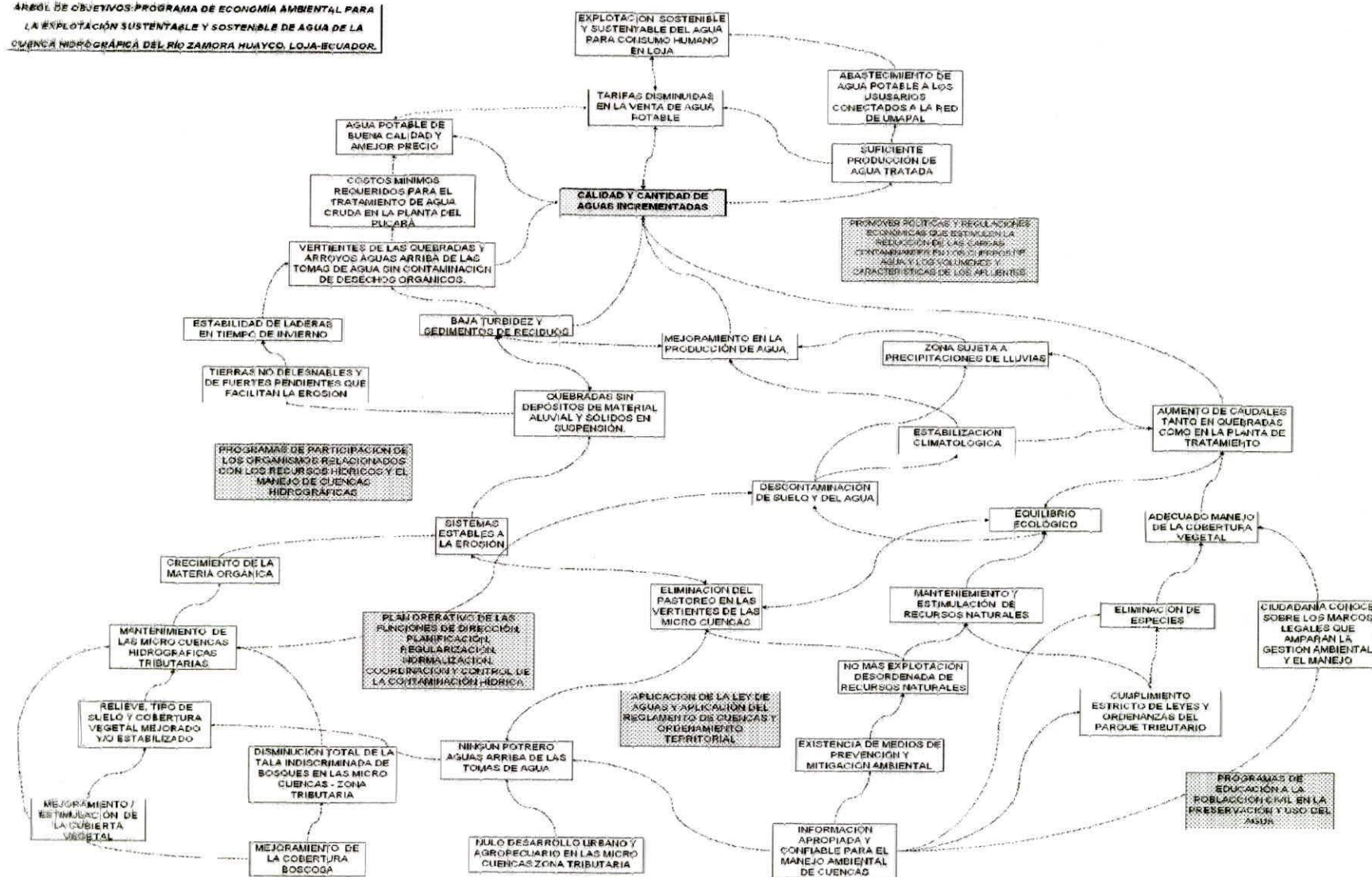
Convertir las relaciones causa y efecto en relaciones medios-fines.

El problema central se convierte en el propósito de nuestro proyecto, las causas que lo producen nuestros medios y los efectos expresarlos como fines.

La visualización de la relación medios-fines se facilita mediante un Árbol de Objetivos.



ÁRBOL DE OBJETIVOS: PROGRAMA DE ECONOMÍA AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE Y SOSTENIBLE DE AGUA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ZAMORA HUAYCO, LOJA-ECUADOR.





4.4 Marco lógico.

Sustentabilidad y sostenibilidad del proyecto.

Partiendo del concepto de sustentabilidad y sostenibilidad, indicaremos que el presente proyecto cumplirá con estas categorías simultáneamente, siempre y cuando la explotación de los recursos constitutivos de las micro cuencas tributarias sean mantenidos, explotados y reutilizados de tal manera que no se contamine; es decir, que no se vea comprometida la existencia y permanencia de cada uno de los seres que se pertenecen a la cuenca, frente a las acciones del proyecto y de toda actividad humana en general.

Paralelamente, nuestro proyecto será sostenible cuando la inversión y reinversión en la conservación y explotación sustentable de las micro cuencas no afecten su permanencia y normal ejecución en el tiempo.

Si queremos que el proyecto sea sostenible y sustentable al mismo tiempo, tenemos que, primeramente:

- a) ***Incrementar la cantidad del agua y mejorar su calidad en las captaciones.*** Este componente lo conseguiremos cuando UMAPAL maneje y controle totalmente las micro cuencas tributarias. Para ello es preciso adquirir los terrenos y fincas que en la actualidad tienen propietarios particulares. Puesto que si conservamos vegetativamente las micro cuencas (control de incendios – zanjas corta fuegos, reforestación, podas, control de plagas y enfermedades, principalmente) estaremos garantizando la conservación, equilibrio y estabilización de los componentes o factores ambientales de las micro cuencas.
- b) ***Explotación medida y uso efectivo del recurso agua.*** Se tendrá que optimizar y/o mejorar el sistema de conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución de caudales. Ello requiere de mantenimiento y cambio oportuno de elementos del sistema o tramos de tubería dañados.
- c) ***Mantenimiento y conservación de las micro cuencas tributarias.*** Conseguiremos conservar y estimular las micro cuencas tributarias, reinvertiendo en ellas; se puede pensar en personal de mantenimiento permanente (incluye guarda parques y operarios del sistema), ó reforestando según lo antes anotado, ó con programas de difusión de resultados y empoderamiento de la comunidad lojana del proyecto. Se debe complementar con diseños técnicos y la siguiente construcción de pequeñas obras de arte y control, para mantenimiento longitudinal y transversal de cauces, laderas, taludes.
- d) ***Programa de motivación a la población para conservar el ingreso adicional por la DPI.*** Como nos percatamos en la evaluación económica – ambiental, el éxito del proyecto está basado en que la población lojana tenga un compromiso intrínseco hacia su propio bienestar.



Cuadro # 55. Matriz de Marco Lógico

Finalidad	Indicadores Finalidad	Medios de Verificación	Supuestos Finalidad
PRESERVAR EL ECOSISTEMA NATURAL DE LAS MICRO CUENCAS DE EL CARMEN Y SAN SIMÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN DE AGUA.	ELABORACIÓN E INSTALACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE LA MICRO CUENCA ZAMORA HUAYCO.	MAPAS, ENCUESTAS Y BOLETINES DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.	APOYO SOCIO - POLÍTICO.
Propósito	Indicadores Propósito	Medios de Verificación	Supuestos Finalidad
PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS FUENTES HÍDRICAS DE EL CARMEN Y SAN SIMÓN, PARA EL INCREMENTO DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA CRUDA EXPLOTABLE	100% DE LAS MICRO CUENCAS HIDROGRÁFICAS EL CARMEN Y SAN SIMÓN COMPRADAS Y REFORESTADAS PARA GARANTIZAR BUENA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA CRUDA A PARTIR DEL PRIMER AÑO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.	DOCUMENTOS CONTRACTUALES, ACTAS DE RECEPCIÓN DEFINITIVA, INFORMES DE FISCALIZACIÓN Y CONTRALORÍA, ENCUESTAS AL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y A LA POBLACIÓN	PAGO INCREMENTAL DE LOS USUARIOS ES CONSTANTE Y SATISFACTORIO PARA EL PROYECTO
Componentes	Indicadores Componentes	Medios de Verificación	Supuestos Propósito
1. RESTABLECER LA CUBIERTA VEGETAL EN UN 100% CON ESPECIES NATIVAS.	100% DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA CUBIERTA POR ESPECIES NATIVAS A PARTIR DEL PRIMER AÑO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.	CONTEO DE ESPECIES, AUDITORIAS, ENCUESTA A LA POBLACIÓN, MAG. PREDESUR, INDA, REGISTRADURIA DE LA PROPIEDAD.	ABASTECIMIENTO SUFICIENTE DE ESPECIES FORESTALES.
2. EXPROPIACIÓN, CAMBIO, COMPRA O NEGOCIACIÓN DE LOS TERRENOS QUE CONFORMAN LA MICRO CUENCA.	100% DE LOS PROPIETARIOS DE LOS TERRENOS DE LAS MICRO CUENCAS LEGAL Y JUSTAMENTE EXPROPIADOS AL TÉRMINO DEL PRIMER AÑO.	ESCRITURAS PROTOCOLIZADAS, INFORMES DE REGISTRADURIA DE LA PROPIEDAD, INFORMES MUNICIPALES, ENCUESTAS PROPIETARIOS DE TERRENOS.	PROPIETARIOS NO SE RESISTEN A LA NEGOCIACIÓN JUSTA.
3. MONITOREO, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA MICRO CUENCA EJECUTADO.	CUENCA HIDROGRÁFICA MONITOREADA Y CUIDADA EN SU TOTALIDAD A PARTIR DEL PRIMER AÑO DEL PROYECTO	INFORME DE GUARDA PARQUES, ENCUESTAS A LA POBLACIÓN, INFORMACIÓN DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.	GRUPOS SOCIALES NO SE INTEGRAN EN LAS MICRO CUENCAS CON FINES DE EXPLOTACIÓN MINERA Y FORESTAL
4. ZONA DE AMORTIGUAMIENTO INSTALADA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA.	LEY AMBIENTAL DIFUNDIR A LA POBLACIÓN EN UN 100% LUEGO DE LA ADQUISICIÓN TOTAL DE LAS TIERRAS.	ESTATUTOS Y ORDENANZAS MUNICIPALES, ENCUESTA A LA POBLACIÓN.	GRUPOS ECOLOGISTAS Y SOCIALES APOYAN LA DECLARACIÓN DE ZONA DE AMORTIGUAMIENTO Y CONSERVACIÓN
Actividades	Presupuesto Actividades	Medios de Verificación	Supuestos Componentes
Actividades Componente 1	100% DE PRESUPUESTO EJECUTADO		
1. COMPRA DE TERRENOS	\$ 43.330.000		
TRÁMITES LEGALES DE NEGOCIACIÓN Y COMPRA DE TERRENOS	\$ 216.650		
2. FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN			
CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS.			
PREPARACIÓN DEL SITIO			
SEÑALIZACIÓN.			
LÍNEA DE CORTA FUEGOS.			
APERTURA DE HOYOS			
SELECCIÓN DE ESPECIES.			
PLANTACIÓN.			
PREVENCIÓN DE PLAGAS			
LIMPIEZA MANUAL.			
PODAS.			
PREVENCIÓN Y CONTROL DE PLAGAS.	\$ 3.340.725		
PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS.			
INVENTARIO FORESTAL.			
MARCACIÓN DE ARBOLES.			
PREVENCIÓN PELIGROS Y DESASTRES.			
TUMBA SELECTIVA.			
DESCOPE-DESARME.			
TROCEADO.			
ARRASTRE.			
DESCORTEZADO.			
ASERRADO.			
BARQUEO (CARGADO).			
MANEJO DE DESECHOS.			
2.1 BÚSQUEDA DE RECURSOS ECONÓMICOS. MOTIVACIÓN DEL PAGO DE TARIFA INCREMENTAL DE LA CIUDADANÍA	INGRESO PROMEDIO ADICIONAL DE \$5.86 POR USUARIO POR MES A PARTIR DEL PRIMER AÑO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	ESTADÍSTICAS DE INGRESOS CONTABLES A UMAPAL.	LOS USUARIOS CANCELAN OPORTUNAMENTE LA TARIFA INCREMENTAL
2.2 FIRMA DE CONVENIOS CON ONG'S Y CENTROS EDUCATIVOS PARA APOYO A LA CONSERVACIÓN DE LAS MICRO CUENCAS Y MANTENIMIENTO ECO TURÍSTICO DE LAS DOS MICRO CUENCAS EL CARMEN Y SAN SIMÓN	ONG'S, E INSTITUCIONES EDUCATIVAS SE INVOLUCRAN PARA LA EJECUCIÓN Y MONITOREO DE LAS MICRO CUENCAS A PARTIR DEL PRIMER AÑO	DOCUMENTOS Y CONVENIOS PROTOCOLIZADOS, INFORMES DE PARTES INVOLUCRADAS	ONG'S E INSTITUCIONES EDUCATIVAS SE RELACIONAN CON UMAPAL PRODUCTIVAMENTE

Fuente: Los autores.



CAPÍTULO V



5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Respecto de la hipótesis 1:

El estrato demandante (usuarios del sistema de agua potable) con una disponibilidad incremental de pago por planilla mensual de agua potable entre 3 y 5 dólares, tienen instrucción universitaria y edades entre 17 y 40 años, consideran que el pago por planilla actual es barato, y la cantidad y calidad del agua es mala y/o deficiente..

- 1) Según lo determinado en los cuadros 35, 37, 39, 40 y 41 principalmente: podemos establecer que el estrato con una DPI (disponibilidad de pago incremental) por planilla mensual entre 3 y 5 dólares, se localiza dentro de la división de grupos comprendidos así: *"Universitario, entre 17 – 40 años de edad, que considera que el pago por planilla actual es normal y la cantidad y calidad es poca y limitada"*. Luego del estudio y tras haber manejado estadísticamente la información recolectada, lo único que no coincide con lo propuesto inicialmente en la hipótesis (consideración del pago barato); y, mas les parece un pago normal (ni caro ni barato).

Respecto de la hipótesis 2:

El estrato demandante con una máxima disponibilidad incremental de pago por planilla es aquel cuyos ingresos superan los mil dólares de ingreso familiar mensual.

- 2) El 10% de los encuestados están dispuestos a pagar más de 15 dólares; y a su vez, y de éstos 10, 8 tienen ingresos mensuales entre \$ 301 a \$ 1000.

De los 5 encuestados que superan los mil dólares de ingreso mensual únicamente 1 está dispuesto a pagar más de \$ 15. Los tres encuestados que ganan más de \$ 1500 tienen un DPI entre 0 y 2 dólares. Por todo lo anotado esta hipótesis es negativa. Ver cuadro 51.



Respecto de la hipótesis 3:

El mayor estrato de usuarios determinará que: el uso hídrico sostenible y sustentable para el aprovechamiento del agua proveniente de las micro cuencas El Carmen y San Simón, pertenecientes a la cuenca del Zamora Huayco – Loja, está en función de que UMAPAL intervenga en su manejo y de la disponibilidad incremental de pago de los usuarios de agua potable.

- 3) Efectivamente esta hipótesis es positiva. Según los datos de los cuadros: 43, 44 y 45 principalmente, se confirma esta hipótesis. Siendo el 91% de la muestra quienes están de acuerdo que se compre ó se expropie, ó sea administrado únicamente por UMAPAL.

Otras conclusiones:

- 4) En promedio, la disponibilidad incremental de pago por planilla mensual es de \$ 5.86.
- 5) Un limitante para asegurar la sostenibilidad y sustentabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable para Loja, proveniente de la subcuenca Zamora Huayco, es la cantidad y calidad de agua disponible ahora, así como también, los escasos recursos financieros para la adquisición de las fincas, para mantenimiento y control de las micro cuencas.
- 6) Para pretender asegurar la sostenibilidad y sustentabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable para Loja, será necesario aprovechar el DIP (\$ 5.86) de la población en las tarifas pagadas y poder cumplir con el proyecto del manejo único de UMAPAL de las micro-cuencas de El Carmen y San Simón e iniciar con un programa de mantenimiento, estimulación y/o remediación, según sea el caso.
- 7) La evaluación económica-ambiental del proyecto a 21 años (2005 - 2026), nos arroja un VAN (al 6%) positivo, una TIR superior a la tasa de oportunidad considerada y una relación beneficio costo superior a 1; por todo esto, el proyecto es económica y ambientalmente conveniente. Siempre y cuando se establezca el planillado del DIP en la tarifa mensual.
- 8) La percepción que tienen los usuarios frente a la escasez del recurso agua y su mala calidad en el sistema de distribución, es directamente proporcional con el valor asignado a través del DIP en el estudio de mercado.
- 9) La población está convencida que independientemente de su condición ocupacional, ingresos ó egresos mensuales y grado académico, la reforestación incrementa la cantidad y mejora la calidad del agua; además, conoce que atrae las lluvias y que la cubierta vegetal sirve para almacenar y acumular agua en la cuenca.



5.2 Recomendaciones

- 1) Considerar una tarifa ponderada según los estratos y disposición a pagar incremental grupal.
- 2) UMAPAL, debe mantener bien informados a los lojanos de la necesidad de el manejo íntegro de las micro cuencas tributarias, del requerimiento financiero durante 21 años a través del DIP (\$ 5.86) y de la garantía futura de mantener una fuente natural cercana de agua para abastecimiento.
- 3) La empresa municipal, deberá tener bien claro que el presente proyecto será positivo y rentable ambientalmente, siempre y cuando maneje con mucha atención el tema de la motivación ciudadana para el pago incremental mensual durante la vida del proyecto, así como el .
- 4) Mantener convenios estratégicos con instituciones académicas, gubernamentales y posiblemente militares para conjuntamente planificar e iniciar una masiva campaña para apoyar el manejo de la cuenca, reforestar y cuidar permanentemente nuestro patrimonio ambiental.
- 5) La sostenibilidad la proporcionará los ingresos mensuales que por producción de agua se venda a la ciudadanía lojana y la reinversión en el mantenimiento equilibrado y explotación moderada del recurso.
- 6) La sustentabilidad del proyecto dependerá de la estricta reinversión económica que el Municipio mensualmente y durante los 21 años propicie al proyecto. Además el manejo integral de la cuenca deberá incluir estudios puntuales como, reordenamiento territorial, uso de suelos, estabilización de taludes, control longitudinal y transversal de las quebradas, estimulaciones y compensaciones ambientales, entre muchos otros.
- 7) Fomentar proyectos eco turísticos para una mejor comprensión del manejo sustentable de la producción de agua de las cuencas tributarias. Incluirá la fabricación y colocación de letreros informativos.
- 8) Es necesario sumar a este proceso un seguimiento de las actividades. Este seguimiento de actividades y control del cumplimiento de indicadores, nos permitirá detectar oportunamente las falencias del proyecto.



9) Actividades a desarrollar.-

- Proceso legal para adquisición de las tierras y fincas, declaración de utilidad pública, avalúo de tierras, indemnización y pago. Delimitación de áreas de reforestación y regeneración natural.
- Forestación, reforestación y regeneración natural.
- Compra, transporte y siembra de plántulas. Mantenimiento y control oportuno.
- Efectuar cerramientos y/o protección en las áreas de regeneración natural.
- Diseñar y presupuestar gaviones, cerramiento y letreros. Protección de taludes y cauces.
- Puesta en marcha de un plan de capacitación para familias asentadas cercanas a la zona de interés.
- Seguimiento y evaluación periódica.
- Difusión de resultados y participación ciudadana.



6. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSEN, A. (1999). Diccionario de economía y negocios. Espasa. España.
- ANTONIO, A. D. F. (1994). Análisis económico y gestión de recursos naturales. A. Editorial. España: 373.
- BARBANCHO, A. G. (1973). Complementos de econometría. Ariel. España: 194.
- BENAVIDES, S. F. C. y. J. D. (2005.). Evaluación del impacto ambiental de los planes de forestación y reforestación ejecutados en la cuenca del Zamora Huayco del cantón Loja, provincia de Loja. Ingeniería en Gestión Ambiental. Loja, U.T.P.L.: 193.
- CASTRO, R. & MOKATE, K. (1996). Evaluación económica y social de proyectos de inversión. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.
- CANTER, L. (1998). Manual de evaluación de impacto ambiental, técnica para la elaboración de los estudios de impacto. M. G. Hill. España.
- CHAIN, N. S. (1993). Criterio de evaluación de proyectos. M. G. Hill. Chile: 144.
- DÁVILA, J. (2002). Valoración económica del recurso agua en la comunidad Frijolares, Güinope. Zamorano. Honduras.
- DIEGO, F. B. A. O. (1998). Economía y Medio Ambiente. McGraw-Hill. Colombia.
- FONTAINE, E. (1997). Evaluación Social de Proyectos. U. d. Chile. Santiago: 466.
- G., P. (2004). Diccionario de terminología ambiental. H. C. P. d. Loja. Loja.
- GLAZER, J. H. A. (1992). Microeconomía, teoría y aplicaciones. México: 800.
- HOLDEN, R. F. W. K. (1978). Introducción al análisis econométrico. Ariel. México: 293.
- INEC, I. N. d. E. y. c. d. p. y. v. (2001). Censo poblacional. Quito - Ecuador.
- JHON DIXON, L. F. S., Richard Carpenter, Paul Sherman (1994). Análisis económico de impactos ambientales. E. latinoamericana: 250.
- JOHNSTON, J. (1975). Métodos de econometría. Vicens-Vives. España: 463.



- KAZMIER, L. J. (2000). Estadística aplicada a la administración y a la economía. M. G. Hill. México: 416.
- MANUELA, D. P. B. (1998). Economía mundial. Tránsito hacia le nuevo milenio. Pirámide. España: 605.
- MARTHA, F. B. F. (2003). Economía Ambiental. McGraw-Hill. España: 556.
- MOKATE, K. M. (1996). Evaluación financiera de proyectos de inversión. U. d. Colombia. Colombia: 287.
- MOKATE, R. C. R. K. M. (1996). Evaluación económica y social de proyectos de inversión. U. d. Colombia. Colombia: 418.
- REITSCH, J. E. H. A. G. (1997). Estadísticas para negocios. M. G. Hill. México: 961.
- ROBERTO, H. S. (1999). Metodología de la Investigación. M. G. Hill. Colombia: 501.
- ROMERO, C. (1997). Economía de los recursos ambientales y naturales. A. Editorial. España: 314.
- RUBIN, R. I. L. D. S. (1996). Estadística para administradores. P. Hall. México: 1018.
- V., C. F. (1997). Guía metodología para la evaluación del impacto ambiental. Mundi-Prensa. España.
- VAUD, E. M. (1967). Métodos estadísticos de la econometría. Ariel. España: 706.
- VÉLEZ, G. A. (1998). Proyectos: formulación, evaluación y control. A. Editores. Colombia: 593.
- ZAMORA, J. C. P. (1996). Introducción a los métodos de evaluación de impactos ambientales, recomendaciones para los gobiernos seccionales del Ecuador. F. Natura. Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República del Ecuador – USAID. Edit. Crearimagen. Quito. Ecuador.



Consultas online.

Diccionario de Ingeniería Ambiental; referente a Ingeniería Ambiental, Higiene y Seguridad, Ingeniería Sanitaria, Legislación, etc. Consultado Marzo de 2003. Disponible en: http://www.ingenieroambiental.com.ar/dic_amb/letra_v.htm.

Diccionario de economía y finanzas. Consultado Julio de 2004. Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/dic/B.htm#bienes%20de%20consumo>

FAO. Climate maps. Meteorological Stations. Digital elevation model. Climatic data. Digital elevation model. Vegetation index. Consultado Febrero de 2004. Disponible en: [http://metart.fao.org/~~/gbr/ARTEMIS.exe\\$ProdMenu?Ctry=ECU](http://metart.fao.org/~~/gbr/ARTEMIS.exe$ProdMenu?Ctry=ECU)

FAO .2000 Informe sobre la Disponibilidad de agua en el mundo. Consultado Julio.2002. Disponible en: <http://www.fao.org/landwater/aglw/aquastabweb/dbase/html> .

OMS. 2001. Sistemas de abastecimiento de agua. (en línea). Consultado Agosto-2002. Disponible en: http://www.who.int/m/topics/sustainable_water_supply_sanitation/es/html.

Pequeño diccionario ambiental. Consultado Febrero de 2003. Disponible en: <http://www.misiones.gov.ar/ecologia/Todo/EducacionAmbiental/diccionarioambiental.htm>

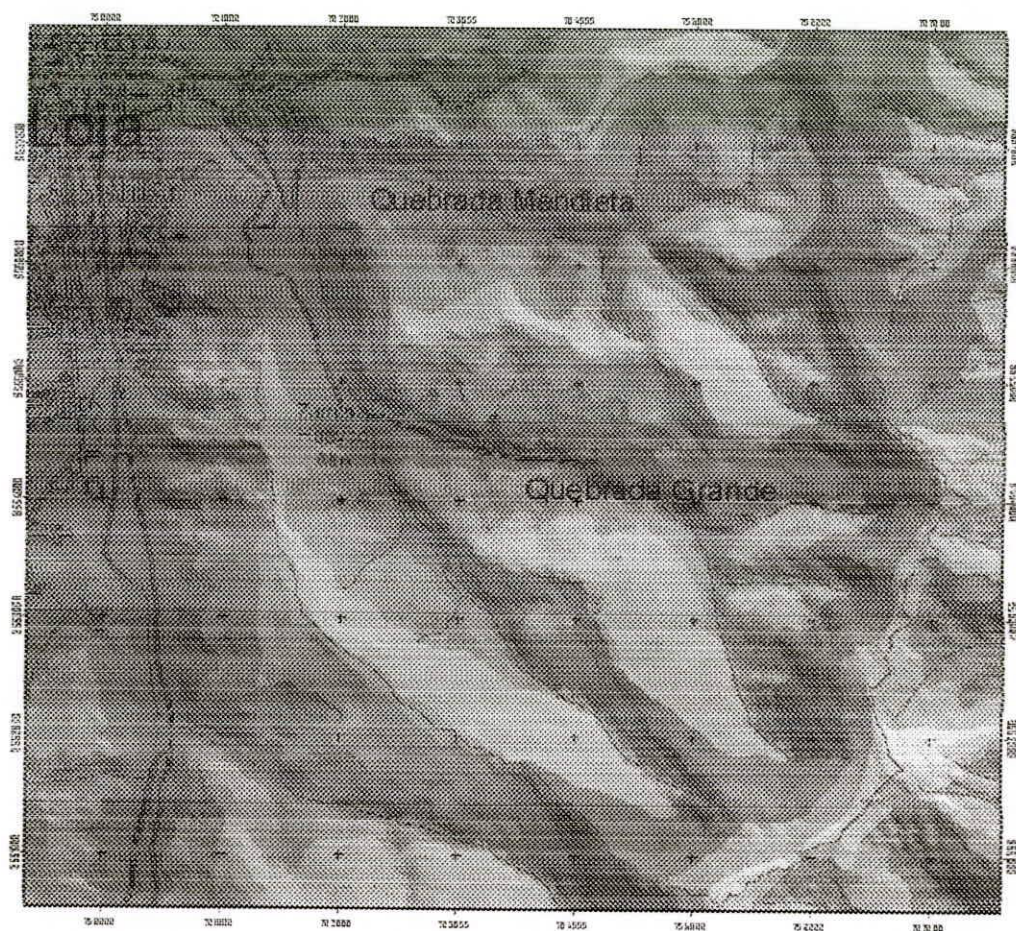


ANEXOS



Mapa del Ecuador.

Loja, provincia de estudio.



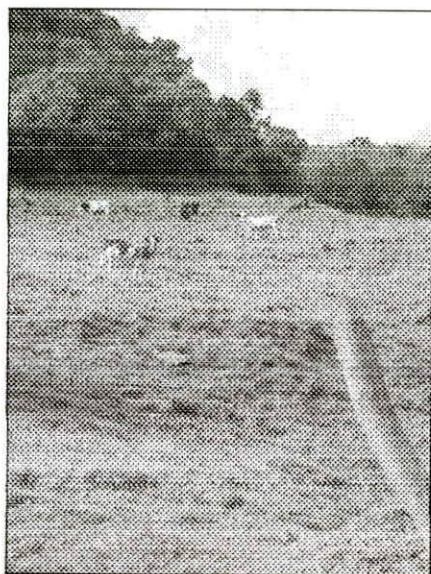
De norte a sur: Quebradas: Mendieta, El Carmen (Q. Grande) y San Simón.



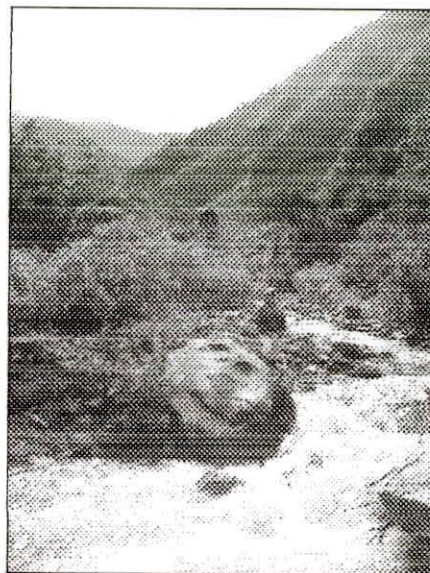
Micro-cuencas El Carmen (Quebrada Grande) y San Simón.



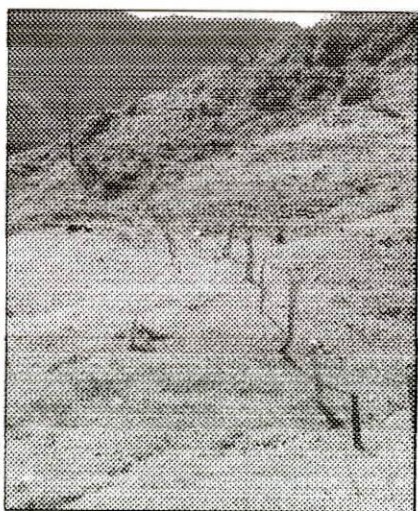
ANEXO FOTOGRÁFICO DE LA MICRO CUENCA EL CARMEN



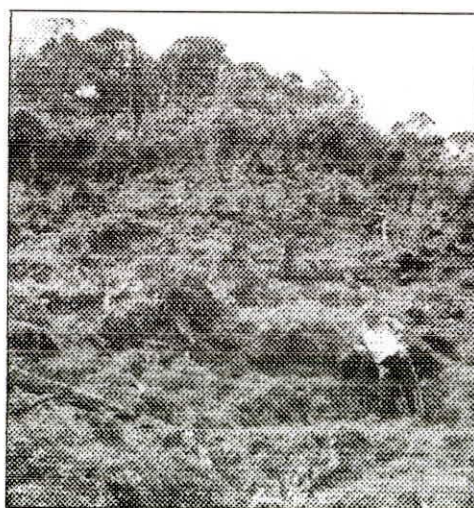
Zona de micro cuenca media destinada a la crianza de ganado.



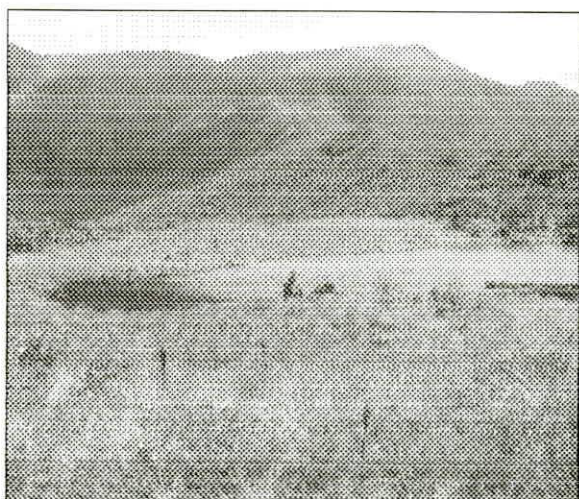
Parte de la quebrada El Carmen, aguas arriba de la captación.



Zona de micro-cuenca media destinada a la crianza de ganado.



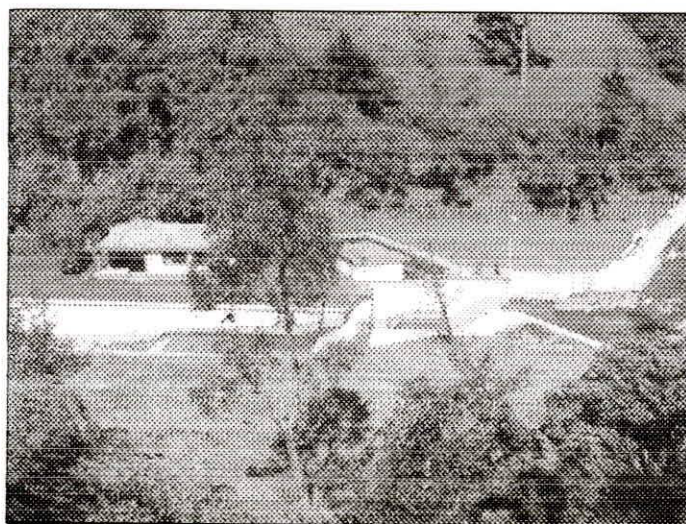
Parte del bosque destruido en las laderas de la micro cuenca.



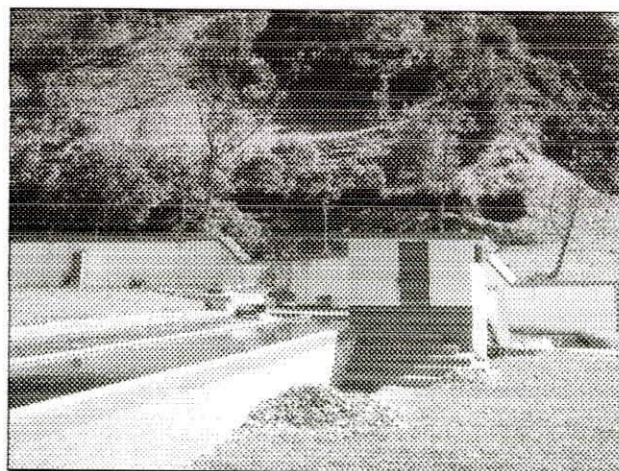
Laguna constitutiva en la parte alta de la micro cuenca El Carmen.



Vista de la quebrada El Carmen geomorfología tipo "V".



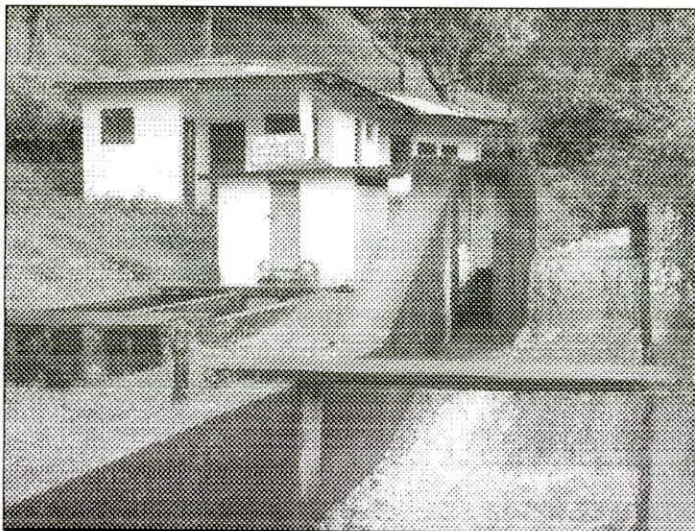
Vista de la infraestructura existente para la captación de agua en la quebrada El Carmen.



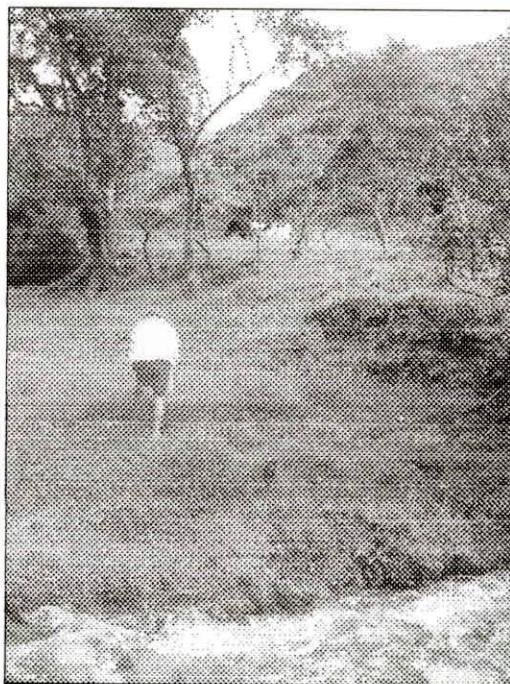
Vista de los sedimentadores de la captación de agua en la quebrada El Carmen.



ANEXO FOTOGRÁFICO DE LA MICROCUENCA SAN SIMÓN



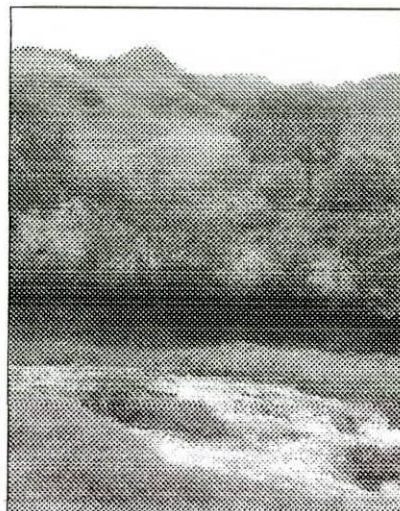
Vista frontal del azud de la captación de San Simón
a la izquierda se puede divisar los desarenadores.



Zona destinada a ganadería, aguas
arriba de la captación de San Simón.



Desecho orgánico vacuno
junto a un arroyo tributario.



Vista panorámica de la micro cuenca
y parte de un tramo de la q. San Simón.



Toma y confirmación de datos
con una habitante de la micro cuenca.



MODELO DE ENCUESTA APLICADA PARA EL ESTUDIO DEL MERCADO DE AGUA POTABLE EN LOJA

Estimado(a) Sr.(a) usuario(a), estamos realizando una encuesta cuyo propósito es el de colaborar con un aporte investigativo a la comunidad lojana y que como complemento nos ayudará en la realización de nuestro trabajo de tesis, toda la información personal que gentilmente nos brinde será confidencial y secreta, los fines son netamente universitarios.

Encuesta #: _____ Fecha: _____
Encuestador: _____

Datos del encuestado

Barrio - calles: Iberoamérica y Quénedy

Edad: ____ Ocupación Ing. Civil Sexo: H () M ()

Nivel Educativo: Primaria () Secundaria () Universitario (X) Postgrado ()
de personas que habitan en su vivienda: _____

Componente Agua

1.- ¿Está conectado al sistema de agua potable de la ciudad? SI () No ()

Si anterior **NO** → ¿Cómo se abastece de agua en su domicilio? _____

_____ (fin de encuesta)

2.- ¿Cuánto paga mensualmente por planilla de agua potable? \$ 7.00 (TE) / mes

3.- Este valor, le parece: Barato: () Normal: () Caro: ()

4.- ¿Cuántas horas al día tiene agua potable? _____

5.- Su medidor de agua está: Bueno () Dañado () No tiene ()

Preguntas Abiertas

6.- ¿Cuál considera usted que es el mayor problema del servicio de agua potable en Loja? _____

7.- ¿Qué cree que se debería hacer para solucionar este problema? _____

8.- ¿Qué opina usted de los racionamientos de agua? _____

9.- ¿Qué opina de la cantidad de agua en los últimos años? _____



Percepción del servicio de agua.

10.- Hoy en día usted considera que la cantidad de agua es:

Poca () Suficiente () Mucha ()

11.- La calidad del agua es:

Mala () Regular () Buena ()

12.- La regularidad del servicio de agua potable, es:

Mala () Regular () Buena ()

13.- ¿Cree usted que para mantener mayor cantidad de agua, es necesario reforestar el sitio de la captación? SI () No ()

¿Por qué? _____

14.- Más de la mitad de los terrenos que pertenecen a la cuenca de abastecimiento de agua del Zamora Huayco de donde se capta el agua para potabilizarla, tienen dueños particulares, finqueros y campesinos que se dedican a la actividad agropecuaria, y provocan deforestación para convertirlas en zonas ganaderas. Esto influye directamente en la disminución de la cantidad y calidad del agua. ¿Qué opinión le merece este detalle?

Ingresos mensuales

15.- ¿Cuáles son sus ingresos familiares económicos mensuales? \$ _____

16.- ¿Cuánto gasta mensualmente para usted y su familia? \$ _____

Disponibilidad de pago

En la actualidad por la tendencia al crecimiento de la población en Loja, la deforestación y degradación de la zona de recarga por prácticas agrícolas y ganaderas, pensamos que a futuro el agua no será suficiente para suplir las necesidades básicas de consumo doméstico, además el agua tiene un alto riesgo de contaminación (es de mala calidad), por estos motivos se podría proponer a la institución encargada que se establezca un plan de reforestación, mantenimiento y limpieza permanente de la fuente de abastecimiento de agua, para que se proteja y mejore la cantidad y calidad del agua captada. Las quebradas de San Simón y El Carmen han servido para abastecer de agua al 55 % de la ciudadanía Lojana desde los años 70's.

Los terrenos de la zona donde nacen las quebradas (cuenca tributaria) tienen dueños privados, que se dedican a actividades agropecuarias, consideramos que se les debería comprar y declararla como una zona protegida y de utilidad pública, para poder intervenir y trabajar libremente en ella. Sin embargo no se tiene el financiamiento suficiente para esto.

Además, en la actualidad mediante las planillas del agua únicamente se obtiene recursos para cubrir los costos de tratamiento y distribución del agua, sin embargo se necesitan más fondos para comprar los terrenos, reforestar, poder proteger y dar un adecuado mantenimiento al sistema de captación tratamiento y distribución de agua.

17.- Con estas consideraciones: ¿Cuánto más estaría dispuesto(a) a pagar en la planilla mensual del servicio de agua, para que se compre los terrenos de la cuenca y se mejore la calidad y cantidad de agua a través de reforestar, proteger y mantener el área de las captaciones de agua (cuenca de El Carmen y San Simón en Zamora Huayco Alto)? \$ _____

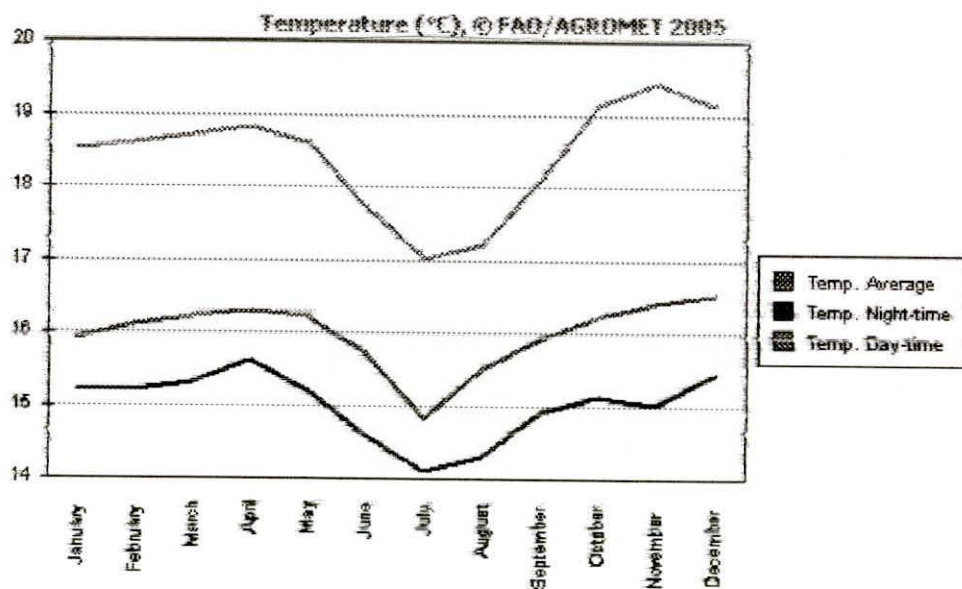
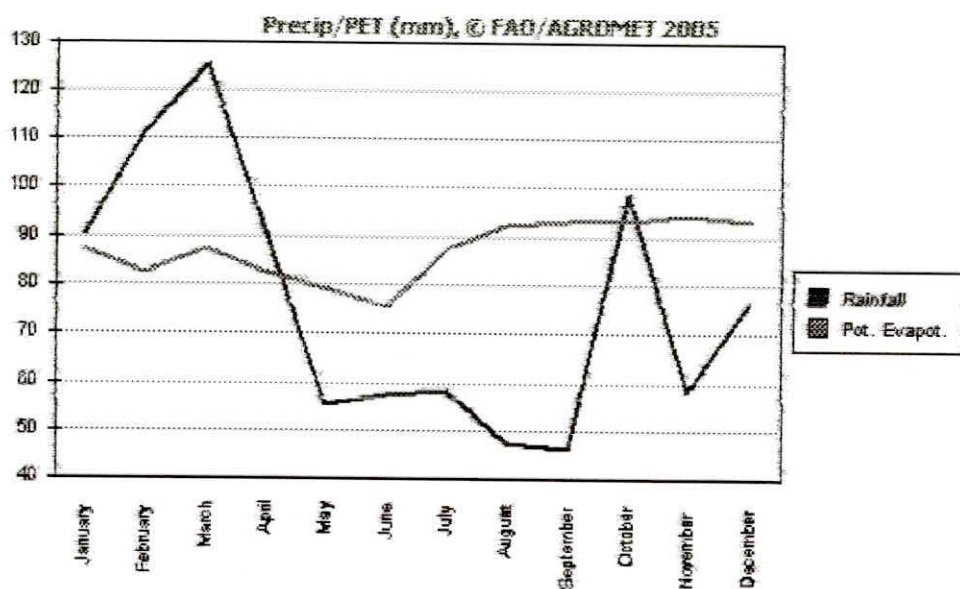
Agradecemos mucho su colaboración y le deseamos un bonito resto del día.

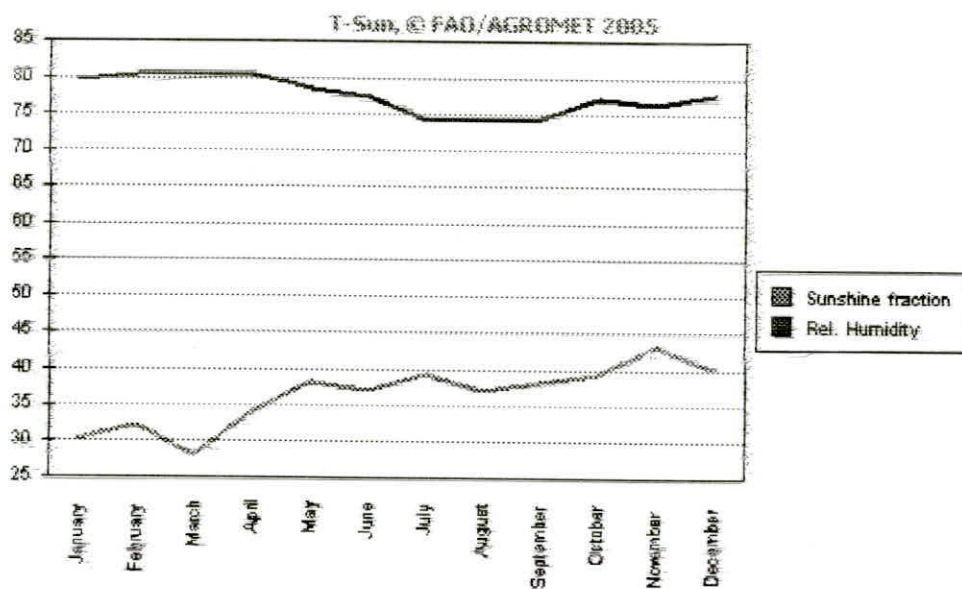


INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA TOMADA DEL WEBSITE DE FAO

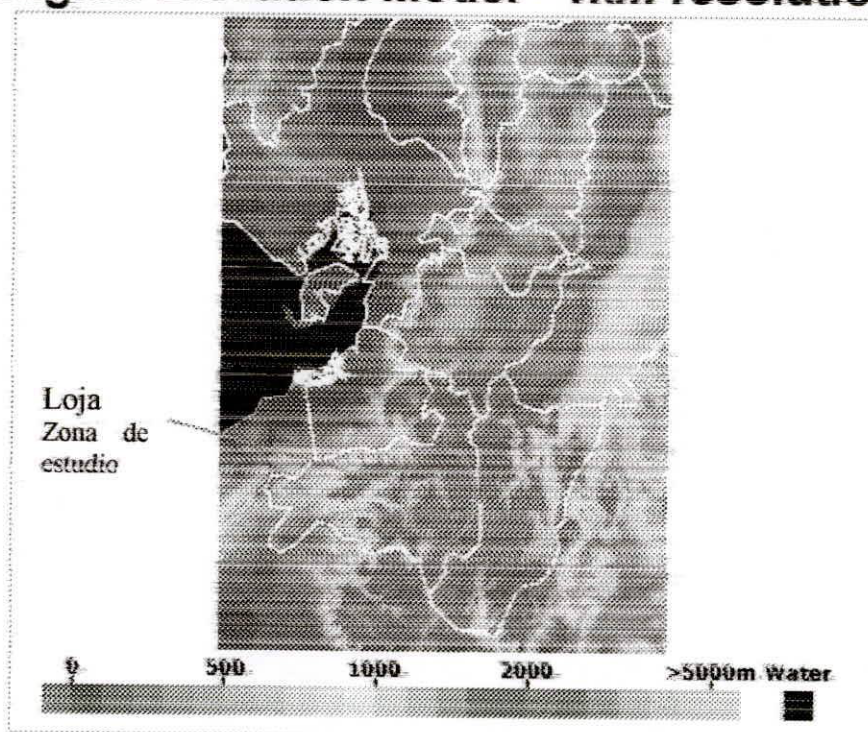
CLIMATIC DATA FOR STATION "LA ARGELIA" FAO

Country: ECUADOR	Station: LOJA-LA-ARGELIA - (LJL)	
Lat: -4.03	Long: -79.2	Alt: 2040





Digital Elevation Model - 1km resolution





PROGRAMA DE ECONOMÍA AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN
SUSTENTABLE Y SOSTENIBLE DE AGUA DE LA CUENCA
HIDROGRÁFICA DEL RÍO ZAMORA HUAYCO
Quebradas: San Simón y El Carmen - LOJA - ECUADOR -

ÍNDICE

Exordio	
Certificación.	ii
Autoría.	iii
Agradecimiento.	iv
Dedicatoria.	v
Esquema de contenidos.	vi
1. Plan de investigación.	002
1.1. Introducción, justificación y problemática.	002
1.2. Objetivos.	005
1.3. Hipótesis investigativas.	006
2. Línea base del área de estudio.	010
2.1. Estudio de las micro-cuencas El Carmen y San Simón.	010
2.1.1. Características morfométricas de las micro cuencas.	011
2.1.2. Drenaje.	019
2.1.3. Altitud media.	022
2.1.4. Precipitaciones.	029
2.1.5. Caudales históricos.	039
2.1.6. Pérdida de suelo y descarga de suelos de la cuenca.	039
2.2. Aspectos biológicos.	039
2.2.1. Cubierta vegetal.	040
2.2.2. Fauna.	041
2.3. Población de la cuenca	042
2.4. El agua en la cuenca.	042
2.5. Acciones que provocan impacto ambiental en la cuenca.	043
3. Análisis económico ambiental de la cuenca hidrográfica.	047
3.1. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales.	049
3.2. Disponibilidad a pagar.- Método de valoración contingente. MVC.	051
3.2.1. Estudio de mercado de agua potable en Loja.	053
3.2.2. Cálculo del valor del recurso.	064
3.3. Caracterización de las variables independientes (categóricas y continuas) versus la variable dependiente del estudio muestral.	075
3.3.1. Variable dependiente	075
3.3.2. Variables categóricas	075



3.3.3	Variables continuas.	079
3.3.4	Evaluación estadística de pares de grupos entre sí.	082
3.4	Evaluación económica - ambiental del sistema de captación, producción y distribución del agua potable en Loja desde el punto de vista institucional.	084
3.4.1	Valor del agua en el sector doméstico.	084
3.4.2	Cálculos incrementales considerados en ingresos y egresos del análisis financiero.	085
3.4.3	Programa de inversiones del proyecto.	085
4.	Marco lógico de la propuesta.	092
4.1.	Matriz de involucrados.	093
4.2.	Árbol de problemas.	095
4.3.	Árbol de objetivos.	097
4.4.	Marco lógico.	099
5.	Conclusiones y recomendaciones	102
5.1.	Conclusiones.	102
5.2.	Recomendaciones.	104
6.	BIBLIOGRAFÍA.	106
	ANEXOS.	109
	ÍNDICE.	121