

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos fundamentales para la vida en la tierra, siendo la componente básica de los ciclos ecológicos. La cuestión de la disponibilidad de agua para el consumo humano en el mundo, es un tema que hoy provoca discusión, aunque existe unanimidad en cuanto a la necesidad de su gestión y racionalización.

El vertiginoso crecimiento de las actividades humanas, acompañado por el crecimiento poblacional, por el consumo para la producción de bienes y por la contaminación generada, ha comprometido la disponibilidad de este recurso.

Se debe tomar en cuenta que son muchas las personas que demandan un mejor tratamiento y servicio de agua tanto para consumo humano, como para ganadería y agricultura.

1.2 PROBLEMA

En la microcuenca del río Guasmal se observan la existencia de problemas como:

- El desconocimiento sobre la calidad de las aguas de la microcuenca del río Guasmal para establecer los niveles de su aprovechamiento.
- El mal uso de los Recursos Naturales a causa del desconocimiento y la sobreexplotación de los mismos por parte de los pobladores del sector debido a la pobreza existente.
- El agotamiento de las fuentes hídricas y disminución del caudal, existiendo

además una alta contaminación por el uso inadecuado de productos químicos y orgánicos teniendo una influencia directa sobre la pérdida de cobertura vegetal, tala del bosque, quema del páramo que actúa como una esponja natural, sin la cual se ocasiona la erosión, arrastre y sedimentación de materiales.

- La mala práctica agrícola por parte de los agricultores de la zona que hacen un uso inadecuado del agua por el vertimiento de pesticidas no degradables debido al lavado de instrumentos de campo; además el uso exagerado de nutrientes que aumentan el contenido orgánico en el agua los mismos que son eliminados directamente sobre los cauces de los afluentes.

- La problemática social y económica, que es la consecuencia directa de la falta de educación de los moradores en el uso de los recursos naturales debido a la imperante necesidad de realizar sus actividades diarias, los mismos que arrojan al cauce del río sustancias de desecho de la actividad agrícola, ganadera y de riego.

- La mala distribución del recurso hídrico en las diferentes regiones, esto se hace evidente en las parroquias o sectores que se encuentran dentro del área de influencia de la zona en estudio, que se encuentran en conflictos de uso por la acción concreta acerca de la cantidad y calidad del recurso existente en el lugar, para aprovecharlo de la mejor manera sin comprometer los ecosistemas fluviales.

- Esta situación se ha venido suscitando desde algunos años atrás, ya que la contaminación del agua no solo se ha dado en la zona de estudio, sino que también el problema viene desde aguas arriba, ya que el río Guasmal nace del Río Minas y continúa su recorrido por algunas parroquias en las cuales la distribución y el uso del agua no es la adecuada.

- Además la falta de un Plan de Manejo, dificulta tener un direccionamiento adecuado de las actividades que se efectúan impidiendo explotar otras potencialidades como las bellezas escénicas y biodiversidad de flora y fauna, para ser aprovechadas en la ejecución de posibles proyectos de piscicultura,

ecoturismo, investigación científica, entre otros.

- La presente investigación pretende determinar la calidad y cantidad del recurso hídrico disponible en el área y hasta que punto se lo puede aprovechar sin comprometer la sostenibilidad del mismo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo está encaminado a identificar los principales agentes que han provocado la pérdida de cobertura vegetal por agentes naturales y antrópicos en la microcuenca del río Guasmal, y a su vez el deterioro de los cuerpos de agua existentes, todo esto debido al desconocimiento, malas prácticas agrícolas y falta de capacitación de los moradores, que en su mayoría se dedican a la agricultura y ganadería.

La realidad existente de la microcuenca del río Guasmal amerita realizar un diagnóstico de la situación actual de los recursos, para zonificar el área con criterios ecológicos, económicos y de investigación y en base a ello efectuar la propuesta de un Plan de Manejo. La puesta en marcha de dicho Plan, favorecerá la conservación, protección y manejo adecuado de los recursos hídricos del área garantizando su sustentabilidad.

Se debe tomar en cuenta que son muchas las personas que demandan un mejor tratamiento y servicio de agua tanto para consumo humano, como para ganadería, agricultura y riego. Desde el punto de vista ambiental se contribuirá a identificar los principales factores contaminantes que son vertidos a los cuerpos de agua y con los resultados obtenidos de la investigación se podrá desarrollar una propuesta para establecer los niveles de aprovechamiento sustentable y sostenido del recurso hídrico de la microcuenca del río Guasmal, que podrán ser ejecutadas a corto, mediano y largo plazo.

Esta investigación beneficiará a los moradores de la zona, para que conozcan

sobre la situación actual de los recursos hídricos de la microcuenca del río Guasmal en los cuales se generará conciencia sobre el uso y manejo adecuado de este recurso y que así se pueda reducir el grado de contaminación y optimización del agua. Para esto se evaluó la cantidad y calidad físico- químico y microbiológico del recurso hídrico superficial y se determinó si la calidad y cantidad de los recursos hídricos de la microcuenca del río Guasmal es óptima para el uso de consumo humano, agrícola, ganadero y para todas las actividades que se efectúan en el lugar, permitiendo establecer alternativas de aprovechamiento para la microcuenca del río Guasmal en la Provincia del Carchi.

Y finalmente se realizó un diagnóstico de la situación actual de los recursos, zonificando el área con criterios ecológicos, económicos y de investigación lo que permitió hacer la propuesta de un Plan de Manejo, permitiendo tener un direccionamiento de las actividades que se efectúan favoreciendo la conservación, protección y manejo adecuado de los recursos hídricos del área garantizando su sustentabilidad.

También se pudo establecer los usos actuales y potenciales de los recursos hídricos de la microcuenca y determinar la contaminación del agua haciendo uso de los indicadores biológicos, y conocer si los recursos hídricos de la microcuenca del río Guasmal presentan alteraciones, modificaciones o cambios en sus condiciones naturales.

Este estudio permitirá la adopción de mecanismos que conduzcan al mejoramiento de la calidad y al aprovechamiento eficiente del agua sin que con esto se generen conflictos de uso.

1.4 OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar la calidad y cantidad del recurso hídrico superficial y establecer alternativas de aprovechamiento para la microcuenca del río Guasmal, provincia del Carchi.

Objetivos Específicos

- Elaborar un Inventario de los recursos hídricos de la microcuenca.
- Evaluar la calidad físico-química y microbiológica del recurso hídrico.
- Determinar la contaminación del agua haciendo uso de los indicadores biológicos.
- Realizar un análisis comparativo de las fuentes en base a los datos obtenidos y hacer una zonificación de la calidad de agua.
- Proponer alternativas sostenibles de manejo del recurso hídrico.
- Determinar los niveles de aprovechamiento del recurso hídrico.

1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿El recurso hídrico de la microcuenca del río Guasmal presenta alteraciones, modificaciones o cambios en sus condiciones naturales?
- ¿La falta de tratamiento afecta a las características físicas del agua?
- ¿La calidad del recurso hídrico de la microcuenca del río Guasmal es óptima para el uso de consumo humano, agrícola y ganadero en el sector?
- ¿La cantidad de recurso hídrico de la microcuenca del río Guasmal es la adecuada para todas las actividades que se efectúan en el lugar?

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

A continuación se hace una descripción de las definiciones de términos que se necesitarán para la presente investigación.

2.1 CUENCA HIDROGRÁFICA

Es una unidad territorial formada por componentes o conjunto de factores, biofísicos, sociales y culturales que se interrelacionan entre sí, para proveer o dar un bienestar a todos los habitantes inmersos dentro de ella. (UNESCO, 1997).

2.1.1 Recurso agua

El agua es la molécula más abundante en los seres vivos, y representa entre el 70 y 90% del peso de la mayor parte de los organismos. El contenido varia de una especie a otra; también es función de la edad del individuo (su % disminuye al aumentar la edad) y el tipo de tejido.

El agua dulce es considerada un recurso renovable, su formación y renovación está regida por el ciclo hidrológico y las condiciones fisiográficas, que a su vez distribuye el agua de forma irregular en toda la superficie terrestre. La escasez de agua dulce es un factor limitante para el desarrollo regional, pudiendo ser de origen natural, donde las condiciones fisiográficas limitan la disponibilidad del recurso, o ser provocada por el hombre, por sus actividades y por la densidad poblacional. La escasez de agua dulce por actividades humanas es provocada por los índices de consumo (cantidad), fundamentalmente por la degradación de la calidad del agua dulce debido a la contaminación.

2.1.2 Factores que determinan la producción de agua en una cuenca

Según Shiklomanov (en Gleivk, 1993), se definen factores que pueden ser combinados de acuerdo con la naturaleza y su efecto en los procesos hidrológicos en cuatro grupos:

- Factores que principalmente afectan el flujo por los desvíos directos de agua de fuentes (red de drenaje, lagos, acuíferos, etc.), el uso de esos estoques y cursos y la descarga de agua en el sistema del río (aguas retiradas para irrigación, para usos industriales y municipales, abastecimiento de agua para la agricultura y desvío de cursos de ríos).
- Factores que afectan el ciclo hidrológico y el recurso hídrico como resultado directo de la transformación de la red de drenaje.
- Factores que alteran las condiciones de formación del flujo y otros componentes del balance hídrico.
- Factores de actividades económicas que afectan el curso, balance hídrico y el ciclo hidrológico a través de las alteraciones generales de características climáticas a escala global o regional.

2.1.3 Usos del agua en una cuenca

El uso que se hace del agua va en aumento en relación con la cantidad de agua disponible, y está en función de los siguientes factores: el nivel de desarrollo económico, población y las peculiaridades fisiográficas (clima principalmente) del territorio en cuestión. (Shiklomanov, en Gleick 1993).

El mayor consumidor del recurso es la agricultura, con grandes valores de uso irrecuperables, seguido por las industrias con uso irrecuperable relativamente

menor que la primera actividad. Actualmente, a escala mundial, el 69 % de la extracción anual de agua para uso humano se destina a la agricultura (principalmente para riego) y 89% del uso irrecuperable (1730 Km³/año); la industria representa el 23% y el consumo doméstico (hogar, agua para beber, saneamiento) representa aproximadamente el 8%.(geocities.com /RainForest74754/disen.htm (consulta: 2002-01-15).

El clima también tiene influencia directa en el uso del agua. En climas áridos, en que el recurso hídrico es mínimo, el déficit es alto pues se verifica el crecimiento del consumo en esas regiones, causado por el desarrollo económico de las actividades humanas en esas condiciones (Shiklomanov, en Gleick 1993).

2.2 CALIDAD DEL AGUA

Cubillos (1988), define la calidad del agua como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas del agua en su estado natural o después de ser alterada por la acción del ser humano. La calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua.

2.2.1 Índice de Calidad del Agua

El Índice de Calidad del Agua (ICA) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%. (Microsoft encarta 2005).

2.2.1.1 Formas de evaluación de la calidad físico químicas y microbiológicas

Para realizar la evaluación de la calidad del recurso hídrico es necesario establecer parámetros de análisis y el tipo de método a ser empleado. (Ver cuadro 2.1).

2.2.1.2 Análisis físico-químico

Las pruebas físico-químicas son utilizadas por los ecólogos acuáticos para determinar la condición del agua en un momento dado. Cuando se usan análisis químicos junto con indicadores biológicos y físicos, se puede obtener un cuadro más completo de que factores influyen en la calidad del sistema acuático (Deutsch, W., Duncan, B., y Ruiz, S.2003).

Cuadro 2.1. Parámetros de análisis Físico-químico

PARÁMETRO	SIGNIFICADO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO
Temperatura	Propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico	Grados centígrados	INEN
Turbiedad	Medida óptima del material coloidal suspendido en el agua	NTU	INEN
pH	Medida de concentración de iones hidrógeno en una disolución	unidad	INEN
Conductividad Eléctrica	Medida de la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica.	S / cm.	INEN
Oxígeno Disuelto	Oxígeno utilizado por los organismos acuáticos que no forma parte de la molécula de agua	ppm	INEN
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO 5	Indicador de la capacidad de polución del agua expresada por el consumo de oxígeno disuelto por parte de los microorganismos descomponedores	mgO/litro (20 oC-5 días)	INEN(Instituto nacional ecuatoriano de normalización)
Demanda Química de Oxígeno(DQO)	Medida de la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por la utilización de un oxidante químico en un medio ácido.	ppm	INEN

Fuente: Autor

2.3 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Contaminación del agua, incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para usos como riego o consumo humano. (Roder, J. 1981).

2.4 MICROBIOLOGÍA DEL AGUA

El agua para uso doméstico proviene de una de dos principales fuentes; de la superficie, como de los lagos o ríos o agua subterránea. El origen del agua de una u otra de estas fuentes es el mismo, la precipitación pluvial al caer de la atmósfera arrastra los microorganismos transportados por el aire y puede acarrear los del suelo para llegar a los depósitos subterráneos. (Pelczar, Reid, Chan, 1982)

2.5 MONITOREO

El Monitoreo de un río consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que le rodea, a través de varias observaciones o estudios. De esta manera se podrá descubrir las enfermedades del río y sugerir el tratamiento necesario para su saneamiento. (Mitchell, M., Sapp, W. y Bixby, K, 1993).

2.6 CONTROL BIOLÓGICO DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS

Para todo tipo de análisis de contaminación del agua es importante el monitoreo adecuado, un tipo importante para el control es el uso de macroinvertebrados, debido a que son organismos susceptibles a la contaminación.

2.6.1 Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son bichos que se pueden ver a simple vista. Se llaman macro porque son grandes (miden entre 2mm y 30cm) invertebrados porque

no tienen huesos, y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas (Roldán, G. 2001). Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra, algunos de ellos requieren de agua de buena calidad para sobrevivir; otros en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. (Roldán,G. 2001).

2.6.2 Grupos de bioindicadores

Desde el punto de vista de la contaminación, los macroinvertebrados se agrupan en tres categorías generales. (Ver cuadro 2.2, Pág.13).

2.6.2.1 CLASE 1: Son indicadores de aguas claras, son muy sensibles a los cambios. Dentro de ellos tenemos a los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, algunos Diptera, Odonata, Neuroptera.

2.6.2.2 CLASE 2: Son indicadores de aguas medianamente contaminadas. En general son tolerantes a la contaminación de tipo orgánica, dentro de este grupo tenemos algunos Odonata, Trichoptera, pero algunos más representativos son algunos dípteros como los de la familia Chironomidae y, los churos y sanguijuelas.

2.6.2.3 CLASE 3: Se encuentran en medios contaminados por materia orgánica. Se destaca la clase Annelida y la familia Chironomidae.

- **EPHEMEROPTERA:** Las efímeras son elementos fundamentales de los sistemas acuáticos y constituyen la base de peces, se las considera como indicadores de aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, su ciclo de vida es corto pudiendo vivir la forma adulta de 3 a 5 días. Las forma juveniles presentan tres colas, son herbívoras pues se alimentan de algas y tejidos de plantas acuáticas. Son muy sensibles a los cambios físicos y químicos del agua.

- **TRICHOPTERA:** Viven en ríos, lagos y lagunas, son muy sensibles y por tanto

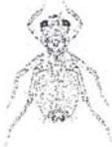
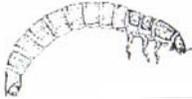
indicadores de agua de buena calidad. Una de las principales características es la capacidad para construir casas, formadas de residuos vegetales y gránulos de arena.

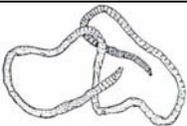
- **ODONATA:** A este orden pertenecen los caballitos del diablo o helicópteros, son especies de depredadores tanto en su fase adulta, como en la de juveniles. Los odonatos viven en ríos, pozos, pantanos, márgenes de lagos de corrientes lentas o de poca profundidad, rodeados por abundante vegetación acuática sumergida o emergente.
- **PLECOPTERA:** Las formas juveniles se las encuentra en aguas limpias y bien oxigenadas debajo de piedras, troncos, ramas, hojas, son indicadoras de aguas muy limpias, los plecópteros se alimentan de plantas como por ejemplo las algas y a su vez constituyen el alimento de los peces.
- **NEUROPTERA:** Las náyades poseen mandíbulas fuertes, siete u ocho pares de agallas en el abdomen para respirar y un par de patas anales, viven en aguas corrientes limpias debajo de piedras, troncos, vegetación sumergida se los considera indicadores de aguas de excelente calidad. Son depredadores de otros insectos y aun de pequeños peces. Se los conoce como igarran , perros de agua.
- **HEMIPTERA:** Dentro de este orden se hallan los chinches acuáticos, chicaposos; se caracterizan por presentar las piezas bucales perforadas, y por presentar alas que son duras al inicio y membranosas al final (hemielitros). Las familias de este orden cazan a otros insectos y comprenden especies acuáticas y semiacuáticas, son frecuentes en ríos, lagos, ciénegas y pantanos.
- **COLEOPTERA:** Constituyen el orden más abundantes dentro del reino animal su principal característica es la presencia de alas duras (elitros) en los adultos, muchos de estos insectos viven en el agua tanto como larvas como en estado adulto.

- **DÍPTERA:** Constituyen uno de los ordenes más abundantes y complejos, su ciclo de vida es muy variable, dependiendo de la especie. Viven en habitats muy variados, se encuentran en ríos, lagos, brácteas de bromélias y demás plantas que acumulan agua. Algunos viven en aguas poco contaminadas. En cambio los chironómidos viven en aguas de mala calidad pero en general el resto de familias son indicadores de alteración del ecosistema acuático ya que son organismos que resisten dramáticos cambios en su hábitat.
- **LEPIDOPTERA:** Se los encuentra en las rocas y se alimentan de algas y particularmente de diatomeas. Viven en aguas muy oxigenadas de curso, bajo telas sedosas tejidas sobre la superficie de rocas sumergidas, se los puede considerar indicadores de aguas limpias.
- **MOLUSCOS:** Los comúnmente llamados churos o caracoles son herbívoros alimentándose de algas y residuos vegetales. Viven por lo general en ambientes con muchas sales, especialmente calcio. En general se los puede considerar como indicadores de aguas duras y alcalinas.
- **ACARI:** son organismos de cuerpo redondo y con 4 pares de patas, su tamaño puede variar entre 0.4 y 3mm.
- **ANÉLIDOS:** En este grupo se encuentran las lombrices y las sanguijuelas, se las considera indicadores de contaminación.

Cuadro 2.2 .Bioindicadores de la calidad del agua

GRUPOS	MACROINVERTEBRADOS	CALIDAD DEL AGUA
EPHEMEROPTERA		CLASE 1 Muy Buena 75 – 100 %

PLECOPTERA		CLASE 1 Muy Buena 75 – 100 %
TRICHOPTERA		CLASE 1 Muy Buena 75 – 100 %
ODONATA		CLASE 1 Buena 50 – 74 %
NEUROPTERA		CLASE 1 Buena 50 – 74 %
HEMIPTERA		CLASE 2 Regular 25 - 49%
COLEOPTERA		CLASE 2 Regular 25 -49 %
DÍPTERA		CLASE 2 Regular 25 – 49%
LEPIDOPTERA		CLASE 2 Regular 25 – 49%
MOLUSCOS		CLASE 3 Mala 0 – 24%
ACARI		CLASE 3 Mala 0 – 24%

ANÉLIDOS		CLASE 3 Mala 0 – 24%
----------	---	----------------------------

Fuente: Autor

2.7 IMPACTO AMBIENTAL

Es una alteración o modificación resultante de la confrontación entre un ambiente dado y un proceso productivo, de consumo o de un proyecto de infraestructura. Siempre debe estudiarse desde una perspectiva interdisciplinaria que permita comprender de manera integral las múltiples interacciones de los procesos biofísicos y sociales. (Asociación ASTEC-INTEGRAL, 2001).

Impacto ambiental es un cambio en un parámetro ambiental durante un período determinado de tiempo que resulta de una actividad dada. (Gallo N, 2004).

2.7.1 Evaluación de impacto ambiental

Es un instrumento para la toma de decisiones y para la planificación ambiental, exigido por la autoridad ambiental para definir las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de impactos y efectos de un proyecto, obra o actividad. . (Asociación ASTEC-INTEGRAL, 2001).

2.7.1.1 *Factor ambiental o componente ambiental*

Se entiende por cualquier elemento constitutivo del ambiente. Los factores ambientales poseen una serie de características llamadas atributos, que pueden ser expresadas en forma cuantitativa o cualitativa mediante indicadores o parámetros. La variación de esos parámetros expresa el grado de alteración que ha experimentado el factor ambiental. (Introducción a la evaluación de impacto ambiental, Juan Carlos Páez Zagora)

2.7.1.2 Efecto ambiental

Es la alteración que se produce en el medio como consecuencia de las acciones humanas.

2.7.1.3 Matriz de Leopold

Las matrices causa efecto son, métodos de identificación y valoración que reflejan resultados cuali-cuantitativos, realizando un análisis de las relaciones de causalidad entre la acción dada y sus posibles efectos en el medio.

Presenta la interacción de cien acciones con ochenta y ocho componentes ambientales, resultando 8.800 celdas de interacción. Para describir las acciones se utilizan los dos atributos de los impactos ambientales: magnitud e importancia.

La magnitud es una medida de la extensión del impacto y la importancia es una medida de la relevancia del impacto para el factor ambiental afectado frente a los otros impactos y las características ambientales del área afectada. Cada celda que representa el posible impacto es dividida por un trazo diagonal. En la parte superior de la misma se anota el valor de la magnitud atribuida al impacto, usando una escala de 1 (menor magnitud) a 10 (mayor magnitud), identificándose el impacto positivo con un signo (+) y el negativo con (-). En la parte inferior se anota el valor de importancia del impacto

Las matrices de este tipo identifican solo los impactos directos y no consideran los aspectos temporales o espaciales de los impactos. Por esto, se desarrollan otros tipos de matrices de interacción que cruzan los factores ambientales entre sí. Introducen símbolos o utilizan técnicas de operación que permiten ampliar el alcance de los resultados. Se debe recordar una vez más que las matrices de interacción se aplican con eficiencia en la identificación de los impactos directos, siendo, por otro lado bastante limitadas para ser empleada como metodología única.

Además de los problemas de subjetividad en el juicio de valor de los impactos, las matrices de interacción no sirven para la mayoría de las tareas necesarias en el desarrollo de un estudio de impacto ambiental."Esta matriz proporciona la relación entre la causa - acción del proyecto y el factor ambiental sobre el que ésta actúa produciendo un efecto".

En cada elemento de la matriz (celda) se incluyen dos números separados por una diagonal. Uno indica la "magnitud" de la alteración del factor ambiental correspondiente y, por tanto, el grado de impacto, y el otro la "importancia" del mismo.

La magnitud se considera una medida del grado, extensión o escala del impacto: es una cifra de carácter objetivo y debe predecirse en función de las características ambientales del área. La magnitud del impacto responde a la pregunta ¿Cuánto se ha alterado el ambiente?

La magnitud, como medida del grado de alteración ambiental, debería darse en términos del indicador correspondiente; sin embargo, Leopold y su grupo proponen para el método establecer una escala común entre 1 y 10 para todos los impactos. El 1 representa la magnitud menor y 10 la máxima.

La importancia se define como la trascendencia del impacto, como el peso relativo de cada impacto en relación al resto. Es una cifra de carácter subjetivo.

Para evaluar; la importancia del impacto es necesario analizar sus características:

- ✓ **Reversibilidad.** Es la medida de la capacidad del medio para auto regenerarse.
- ✓ **Recuperabilidad.** Es la medida de la capacidad del medio a recuperarse mediante la implementación de medidas subsidiarias (medidas de corrección).
- ✓ **Temporalidad o duración.** Indica el tiempo que el impacto está presente. Aquí deben considerarse dos aspectos continuidad y regularidad.
- ✓ **Aparición temporal.** Es un indicativo de cuándo se producirá el impacto: a corto, mediano y largo plazos.

- ✓ **Complejidad del impacto.** Es un indicativo de la relación entre varios impactos: Simple cuando ocurre aisladamente, sinérgico cuando la aparición de dos impactos produce efectos mayores a la suma de los mismos, o acumulativo cuando el impacto se hace más intenso a medida que pasa el tiempo.
- ✓ **Percepción social.** Es un indicativo de como la sociedad directa o indirectamente afectada por el impacto reacciona ante su aparición.
- ✓ **Localización.** Tiene que ver con la cercanía o lejanía de la aparición del impacto respecto al área de interés.

La importancia se considera también en una escala entre 1 y 10 indicando el número 1 la importancia menor y el 10 la mayor. Se añade además un signo positivo o negativo, que indica si el impacto es beneficioso o adverso, respectivamente.

2.7.1.4 Método Battelle Columbus

El Método de Battelle permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, mediante el empleo de indicadores homogéneos.

El Método de Battelle puede utilizarse con dos fines:

- El primero para medir el impacto sobre el medio de diferentes proyectos de uso de recursos hídricos.
- El segundo para planificar a mediano y largo plazo, proyectos con el mínimo de impacto ambiental posible.

La base del sistema de Battelle es la definición de una lista de indicadores de impacto con 78 parámetros ambientales, representan una unidad o un aspecto del ambiente que merece considerarse por separado y cuya evaluación es además representativa del impacto ambiental derivado de las acciones o del proyecto en consideración.

Los parámetros a los que se hace referencia están ordenados en un primer nivel

según los 18”componentes ambientales” que a continuación se detalla:

- Especies y poblaciones
- Hábitats y comunidades
- Ecosistemas
- Contaminación del agua
- Contaminación de la atmósfera
- Contaminación del suelo
- Ruido
- Suelo
- Aire
- Agua
- Biota
- Objetos artesanales
- Composición
- Valores educacionales y científicos
- Valores históricos
- Cultura
- Sensaciones
- Estilos de vida(Patrones culturales)

Estos 18 componentes ambientales se agrupan a su vez en cuatro categorías ambientales: Ecología, Contaminación, Aspectos Estéticos y Aspectos de Interés Humano.

2.8 CUENCA VISUAL

Se define como el conjunto de todas las áreas superficiales que son visibles desde el punto de vista del observador. Se refiere particularmente a las áreas desde las que se ve un objeto o una ubicación especialmente críticos. Hay dos tipos de

cuenca visual: (1) la cuenca visual existente: el área normalmente visible desde el punto de vista del observador, incluyendo el efecto sombra de la vegetación y de las estructuras intermedias, y (2) la cuenca visual topográfica: el área que sería visible desde el punto de vista del observador teniendo en cuenta la morfología del terreno y sin considerar el efecto sombra de la vegetación y las estructuras. (Manual de evaluación de impacto ambiental).

2.8.1 Paisaje

Morfología del terreno y su cubierta conformando una escena visualmente distante la cubierta del terreno comprende el agua, la vegetación y los distintos desarrollos antrópicos, incluyendo entre ellos a las ciudades. Por lo que paisaje se refiere a una extensión del escenario natural visto por un ojo de una sola vista o la suma total de las características que distinguen una determinada área de la superficie de la tierra de otras áreas. Estas características son el resultado no solo de agente naturales sino también de la ocupación del hombre y del uso. (Manual de evaluación de impacto ambiental).

2.8.2 Carácter visual

El carácter visual del paisaje lo forma el orden de las pautas que los componen. Los elementos de estas pautas son la forma, la línea, el color y la textura de los recursos visuales del paisaje. Sus interrelaciones pueden ser descritas objetivamente en términos de dominancia, diversidad, continuidad y así sucesivamente. (Manual de evaluación de impacto ambiental).

2.8.3 Área vista

Esta porción del paisaje puede ser vista desde una o más posiciones del observador. La extensión del área que puede ser vista queda limitada normalmente

por la morfología del terreno, la vegetación o la distancia. (Manual de evaluación de impacto ambiental).

2.8.4 Agregación de cuencas visuales

Agregación de las áreas semicoincidentes visibles desde cada uno de los puntos de vista que forman una secuencia continua a lo largo de una carretera, o una malla de puntos en torno a una carretera u objeto. (Manual de evaluación de impacto ambiental).

2.8.5 Compatibilidad visual

El grado en el que una cierta actuación se unifica visualmente con su entorno. (Manual de evaluación de impacto ambiental).

2.8.6 Impacto visual

La importancia y/o gravedad de la alteración que se produzca en la calidad de los recursos visuales como resultado de actividades o usos del suelo previstas (o ya desarrollados) en un conjunto a un paisaje. Un impacto visual contribuye a una reducción en los valores escénicos. El grado de alteración producida en los recursos visuales y en la reacción del observador frente a esos recursos. (Manual de evaluación de impacto ambiental).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se detallan los materiales y equipos empleados en la ejecución del presente estudio así como también los diversos métodos que fueron utilizados para la determinación y cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

3.1 Materiales y Equipos

➤ Material de Oficina	➤ Materiales de Campo
Cartas topográficas digitales (IGM) de Huaca, San Gabriel, Tulcán, (Escala: 1: 50.000)	Cartas topográficas
Software ArGIS 8.3	GPS
Planímetro	Cámara fotográfica
Computadora	Cronómetro
Programa de software Arc View 3.2	Flotadores
Programa Arc View 3.2	Flexómetro
Equipo de análisis bacteriológico(placas petri pretratadas, estufa)	Red Surber
	Recipientes(plástico, vidrio)
	Láminas de identificación de macroinvertebrados
	Alcohol
	Piola
	Estacas
	Registro de campo

3.2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La microcuenca del río Guasmal se encuentra ubicada al norte de la provincia del Carchi, se encuentra distribuida en los cantones San Pedro de Huaca y Montúfar.

- **Ubicación:** Ecuador
- **Provincia:** Carchi
- **Cantón:** Montúfar, San Pedro de Huaca,
- **Cuenca:** Mira
- **Subcuenca:** Mira
- **Microcuenca:** Río Guasmal
- **Altitud:** 3200m.s.n.m.
- **Temperatura:** 8°C-12°C
- **Precipitación media anual:** 1000-2000mm
- **Coordenadas**
 - a. **Longitud:** 0065 hasta 0075°UTM
 - b. **Latitud:** 184.00° hasta 199.00° UTM
- **Vegetación característica:** Bosque secundario
- **Extensión:** 20.359,7 has

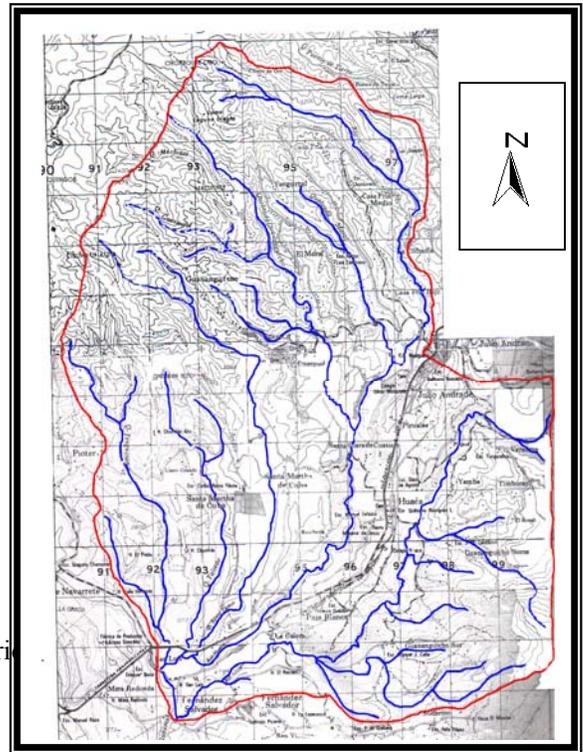


Fig. 3.1. Microcuenca del río Guasmal

3.3 INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUA

Se registró las principales fuentes de agua las mismas que fueron georeferenciadas con la utilización del GPS, además se ubicó y trazó la trayectoria de cada uno de los afluentes de la microcuenca del río Guasmal, con la ayuda del software Arc View 3.2. y ARGIS 8.3 y cartas topográficas de la zona.

3.3.1 Medición de caudales

Existen diversos métodos para la medición de caudales, pero se utilizó el método del flotador, debido a que es uno de los métodos que se emplea en aguas donde el nivel de caudal es relativamente bajo y las condiciones del flujo laminar no son homogéneas

3.3.1.1 Procedimiento

- Se eligió un tramo (unidad muestral) para el recorrido del flotador.
- Se colocó el flotador unos metros antes para que adquiriera la velocidad de la corriente.
- La velocidad se obtuvo dividiendo el espacio recorrido por el flotador para el tiempo que tarda el flotador en recorrerla (Romero, 1999)

Donde:

$$V = \frac{d}{t}$$

V = Velocidad

t = Tiempo

d = Distancia

Factor de corrección = Forma del río (0.8)

- Se determinó el Área mojada

Donde:

$$A_m = P$$

A_m = Área mojada

P = Profundidad

- Finalmente se registro el gasto o caudal.

Donde:

$$Q = A_m \times V$$

Q = Gasto o caudal

A_m = Área mojada

V = Velocidad

3.3.2 Análisis geométrico de la microcuenca

El análisis geométrico de la microcuenca es necesario para establecer la forma, el tipo de relieve, y el riesgo de inundación o erosión potencial de la zona de estudio.

3.3.2.1 Parámetros morfológicos

Para realizar estos cálculos es necesario hacer uso de las diferentes fórmulas requeridas para determinar los parámetros físico-hidrológicos de una microcuenca. En el siguiente cuadro se describen los parámetros y fórmula para la determinación de la morfología de la microcuenca. (Cuadro 3.1)

Cuadro 3.1. Parámetros morfológicos

PARÁMETROS	FÓRMULA
ÁREA	
PERIMETRO	
LONGITUD AXIAL	LA = m
ANCHO PROMEDIAL	A / La
Factor Forma	Ap / La
Coefficiente de compacidad	$c = P / 2\sqrt{\pi} \times A$
ALTURA DE LA CUENCA	$N = HM - H_m = (3023-2785)$
ALTURA MEDIA DE LA CUENCA	
Método del rectángulo equivalente	AR = L x l
DECLIVIDAD DE LA MICROCUENCA	$L = A^{1/2} \times c \{1 + 1 - \sqrt{(1,128/c)^2}\}$
Índice de pendiente de declividad	$I_p = L^{-1/2} \sum^n (a_i \times d_i)^{1/2}$
Desnivel calculado	D = H5 – H 95
Índice de declividad global	Ig = D / L
Desnivel Específico	Ds = Ig x \sqrt{A}
Densidad de drenaje	$Dd = \sum^s Lx / 1 A$
Coefficiente de torrencialidad	It = Dd x (N° de cursos de agua de 1 ^{er} orden)/A
Pendiente media del río	$I_R = (HM - H_m \times 100 \%) / (100 \times L)$

Fuente: Autor

En el cuadro 3.2, se detallan los tipos de relieve en función de la pendiente y el desnivel específico.

Cuadro 3.2 Rango del tipo de relieve

Clase	IR%	Descripción	Relieve	Declividad global	Desnivel específico Ds
R1	2	Muy débil	Llano	Ig < 2	Ds < 10
R2	5	Débil	Suave	2-5	10-25
R3	10	Bastante débil	Accidentado medio	5-10	25-50
R4	15	Moderado	Accidentado	10-20	50-100
R5	25	Moderado-fuerte	Fuertemente accidentado	20-50	100-250
R6	50	Fuerte	Fuertemente escarpado	50-100	250-500
R7	>50	Muy fuerte	Muy escarpado	>100	500-2500

Fuente: Autor

3.3.3 Inventario florístico

El inventario florístico se realizó en el bosque natural de la parte alta de la microcuenca, mediante cuatro transectos.

3.3.3.1 Componentes de la Diversidad:

Para el cálculo de la Diversidad Biológica se utilizó algunos índices para identificar la abundancia de especies y familias más representativas del lugar.

Los índices que fueron calculados son:

- **Riqueza:** Es el número total de individuos que existen en un lugar determinado.
- **Equitatividad (Uniformidad):** características de semejanza entre comunidades o biotopos
- **Índice de Margalet:** Se utiliza cuando existe distribución normal y sirve para medir riqueza, este índice estima el número de especies.

$$Dmg = (S - 1) \text{ Log } N$$

➤ **Índices de Heterogeneidad:** Estos son índices no paramétricos, estos son:

a. Índice de diversidad de Simpson

Este parámetro se usa cuando el grado de dominancia relativa de pocas especies en la comunidad constituye el interés de primario, más que cuando existe equidad de abundancia de todas las especies.

$$DMR = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

$$D = 1 - \sum (P_i)^2$$

Este índice concede poca importancia a las especies no abundantes, y mayor significación a las que si son.

La gama de valores van de 0(diversidad baja) hasta un máximo de (1-1/s) en que es el número de especies.

Donde:

D= índice de diversidad de Simpson

P_i= proporción de individuos de la especie i en la comunidad

S= número de especies

b. Índice de Shannon- Wiener

Este índice combina 2 componentes de la diversidad:

- El número de especies
- La igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en las diversas especies.

$$H = - \sum (P_i)(\log_2 P_i)$$

Donde:

H= índice de diversidad de la especie

S= N° de especies

Pi= proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i.

➤ **Índices de similitud:** Estos índices se utilizan para datos cualitativos de presencia o ausencia y están diseñados para ser igual a 1 en caso de similitud completa o igual a 0 en comunidades sin especies en común. Sin embargo estos índices de fácil cálculo matemático no consideran abundancia de especies de forma que todas las especies tienen igual peso en la ecuación con independencia de su mayor o menor abundancia.

a. **Índices de Jaccard** $C_j = j / (a+b-j)$

b. **Índice de Sorensen** $C_s = 2j / (a+b)$

3.4 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICO

La evaluación de la calidad del agua es un parámetro de gran importancia debido a que se constituye la base para el presente estudio, así como también para realizar la zonificación correspondiente del tipo de agua que compone la microcuenca del río Guasmal.

3.4.1 Plan de Muestreo

El plan de muestreo es una herramienta indispensable para la ejecución de las actividades de forma lógica y organizada.

3.4.1.1 *Puntos para la toma de muestras*

Para la toma de muestras se estableció puntos específicos los cuales fueron georeferenciados para luego proceder al análisis físico-químico respectivo, en base a los siguientes aspectos:

- ◆ Número de fuentes hídricas
- ◆ Costo de análisis
- ◆ Trayectoria dentro de unidades de paisaje homogéneas.
- ◆ Accesibilidad para toma de muestras.
- ◆ Usos

3.4.1.2 *Seguimiento del plan de muestreo*

El correcto seguimiento al plan de muestreo establecido permitió realizar cada una de las actividades sin presentarse ningún inconveniente.

➤ Toma de muestras

La toma de muestras se efectuó durante tres meses en cada uno de los sitios establecidos.

➤ Método de muestreo

Para realizar el muestreo se hizo uso del método manual utilizando recipientes de plástico con capacidad de 2 litros, los mismos que estaban debidamente esterilizados y siguiendo las normas de preservación de una muestra, la misma que fue de tipo compuesta, la que se obtiene colocando el recipiente sobre el flujo de agua y luego se lo debe llenar.

Cada recipiente fue debidamente etiquetado con el número y nombre del punto de muestreo, día y hora que se tomó la muestra así como también se anotó las referencias de las condiciones climáticas del tiempo en que fueron realizadas la toma de las muestras.

➤ **Etiquetado de muestras**

ETIQUETADO DE MUESTRAS	
Muestra N°	
Nombre	
Fecha	
Observaciones	
Colector	

➤ **Cantidad de muestra**

La cantidad de muestra colectada fue de 2 litros siendo esta la cantidad de muestra representativa para realizar las mediciones de los parámetros requeridos.

➤ **Número de muestras**

Para seleccionar el número ideal de muestras se tomó en cuenta el estado actual de conservación del área de estudio en general, y luego determinar el nivel de contaminación del recurso hídrico de la microcuenca del río Guasmal; el número de muestras depende de los puntos de muestreo con relación a la frecuencia de muestreo.

$$\text{N}^\circ \text{ muestras} = \text{PM} * \text{FM}$$

PM= puntos de muestreo

FM = frecuencia de muestreo

➤ **Frecuencia de muestreo**

La toma de muestras se realizó en el mes seco (Agosto), mes lluvioso (Enero) y en el mes de tiempo normal (Junio) para determinar la calidad del recurso en cada estación de muestreo.

➤ **Preservación**

Para la preservación de las muestras se realizó las distintas mediciones directamente sobre las fuentes hídricas y también se empleó hielo en contenedores para mantener la naturaleza de las muestras y la entrega inmediata de las muestras en el laboratorio.

Para determinar los parámetros a ser medidos se aplicó el principio según lo registra José, C. Medina, P. 1999., en donde El Ministerio Ecuatoriano de Salud Pública, mediante reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental en lo relativo al recurso agua publicado en el registro oficial No. 204 del 5 del Junio de 1989, estableció los criterios de calidad de aguas en función de sus usos, los cuales se establecieron en orden de importancia. Debido a que la zona de influencia hace uso del recurso hídrico en estos dos aspectos importantes se determinó los parámetros para el respectivo análisis de calidad en cada uno de los usos.

3.4.2 Parámetros de calidad para consumo humano

La norma técnica de calidad ambiental y de descarga de efluentes : recurso agua es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios. El cuadro 3.3, se muestran algunos de los parámetros que serán evaluados en la presente investigación.

Cuadro 3.3. Criterios de calidad del agua para consumo humano y uso doméstico.

PARAMETRO	UNIDAD	TIPO A1	TIPO A2	TIPO A3
pH		6,5-8,5	5,5-9	5,5-9
Color (O)	Escala Pt	20	100	200
Sólidos en suspensión	mg/l	25		
Temperatura	°C	25	25	25
Conductividad a 20°C	uS/cm	1000	1000	1000
Nitratos	mg/l NO3	50	50	50
Fluoruros	mg/l F	1.5	0,7-1,7	0,7-1,7
Hierro disuelto	mg/l Fe	0.3	2	1
Manganeso	mg/l Mn	0.05	0,1	1
Cobre	mg/l Cu	0.5	0,05	1
Zink	mg/l Zn	0.5	5	5
Boro	mg/l B	3	1	1
Arsénico	mg/l As	1	0,05	0,1
Cadmio	mg/l Cd	0.05	0,005	0,005
Cromo total	mg/l Cr	0.005	0,05	0,05
Plomo	mg/l	0.05	0,05	0,05
Selenio	mg/l Se	0.01	0,01	0,01
Mercurio	mg/l Hg	0.001	0,001	0,001
Bario	mg/l Ba	0.1	1	1
Cianuros	mg/l CN	0.05	0,05	0,05
Sulfatos	mg/l SO4	250	250	250
Cloruros	mg/l Cl	200	200	200
Detergentes	mg/l (lauril-sulfato)	0.2	0,2	0,5
Fosfatos	mg/l P2O5	0.4	0,7	0,7
Fenoles	mg/l C6H5OH	0.001	0,005	0,1
Hidrocarburos disueltos o emulsionados (tras extracción en éter de petróleo)	mg/l	0.05	0,2	1
Carburos aromáticos policíclicos	mg/l	0.0002	0,0002	0,001
Plaguicidas totales	mg/l	0.001	0,0025	0,005
DQO	mg/l O2	-	-	30
Oxígeno disuelto	% saturación	70	50	30
DBO5	mg/l O2	3	5	7
Nitrógeno kjedahl	mg/l N	1	2	3
Amoniaco	mg/l NH4	0.05	1,5	4
Suataancias extraibles con cloroformo	mg/l SEC	0.1	0,2	0,5
Coliformes totales 37°C	-	50	5.000	50.000
Coliformes fecales	100ml	20	2.000	20.000
Estreptococos fecales	100ml	20	1.000	10.000
Salmonellas	-	Ausente en 50000 ml.	Ausente en 1.000 ml	-

3.4.3 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los

organismos competentes. Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación (Ver cuadro. 3.4).

Cuadro 3.4. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola según norma de Riverside

Parámetro de calidad	símbolo	UNIDAD	INTERVALO
Salinidad			
Contenido en sales	CE a 25 °C	µS/cm	0 - 3000
Conductividad eléctrica	CE a 25 °C	dS/cm	0 - 3
Materia disuelta total	MDT	mg/ l	0 - 2000
Cationes y aniones			
Calcio	Ca ²⁺	mg/ l	0 - 400
Magnesio	Mg ²⁺	mg/ l	0 - 60
Sodio	Na ⁺	mg/ l	0 - 900
Carbonatos	CO ₂ -3	mg/ l	0 - 3
Bicarbonatos	HCO ₃ -	mg/ l	0 - 600
Cloruros	Cl ⁻	mg/ l	0 - 1100
Sulfatos	SO ₂ -4	mg/ l	0 - 1000

3.4.4 Criterios de calidad para aguas de uso pecuario

Se entiende como aguas para uso pecuario a aquellas empleadas para el

abrevadero de animales, así como otras actividades conexas y complementarias que establezcan los organismos competentes.

Las aguas destinadas a uso pecuario deberán cumplir con los siguientes criterios de calidad (Ver cuadro 3.6).

Cuadro 3.6. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario

Parámetros	Expresado como	Unidad	Valor máximo permisible
Hierro	Fe	mg/l	1,0
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	3,0
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Boro (total)	B	mg/l	5,0
Carbamatos (totales)	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Coliformes fecales	nmp por cada 100 ml		Menor a 1 000
Coliformes totales	nmp por cada 100 ml		Promedio mensual menor a 5 000
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000

3.4.5 Análisis Físico- Químico

Las pruebas físico-químicas son utilizadas por los ecólogos acuáticos para determinar la condición del agua en un momento dado. (Deutsch, W., Duncan, B., y Ruiz, S.2003).

3.4.5.1 Parámetros Analizados

Los principales parámetros que se tomaron en cuenta para realizar el análisis del agua fueron:

- Consumo Humano
 - Temperatura
 - Color

- Sólidos totales disueltos
- Cloruros
- Carbonatos
- Bicarbonatos
- Turbidez
- Dureza total
- OD, DBO

➤ Agua de riego

- Boro
- Sodio
- Micronutrientes: Fe, Mn, k
- Sulfatos
- Cl
- Na
- %Na intercambiable
- RAS

➤ Parámetros Microbiológicos

- Coliformes Totales

3.4.6 Métodos de Análisis

Todos los parámetros que se describen a continuación (Cuadro 3.7) fueron analizados en cada una de las estaciones de muestreo.

Cuadro 3.7. Parámetros y métodos de análisis del agua.

PARÁMETRO	SIGNIFICADO	MÉTODO
Temperatura	determinan si los cuerpos están en equilibrio térmico	Instrumental: En el sitio y en muestra con un termometro conductidímetro
Turbiedad	Medida óptima del material coloidal suspendido en el agua	Turbidímetro
pH	Medida de concentración de iones hidrógeno en una disolución	Potenciométrico Contiene un electrodo de cristal que mide el pH de la muestra respecto con el potencial de preferencia proporcionado por un electrodo fijo referencial
Conductividad Eléctrica	Medida de la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica.	Conductidímetro
Oxígeno Disuelto	Oxígeno utilizado por los organismos acuáticos que no forma parte de la molécula de agua	Oxométrico
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO 5	Indicador de la capacidad de polución del agua expresada por el consumo de oxígeno disuelto por parte de los microorganismos descomponedores	INEN
Demanda Química de Oxígeno(DQO)	necesaria para oxidar la materia orgánica por la utilización de un	INEN
Sar	Medida de relación de Sodio y Calcio	INEN
Sólidos Totales Disueltos	Micropartículas dispersas en una solución	Conductidímetro
Color	luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda	Colorímetro:Comparaciónn visual entre la muestra y un blanco de agua destilada que tiene color cero.
Alcalinidad Total	Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda.	Titulométrico con H2SO4 0.02 N con Fenoftaleina y Verde Bromo Cresol
Sulfatos	Sal minerav u orgánica del ácido sulfúrico	Colorimétrico
Hierro	Elemento químico	Colorimétrico
E.Coli.	Bacterias	Filtración de membranas. Recuento total de colonias
Coliformes Totales	Bacterias	Filtración de membranas

Fuente: Autor

3.4.7 Monitoreo con macroinvertebrados

Se ubicó puntos donde se tomó las muestras en diferentes partes del río. De esta manera se logró comparar la calidad del agua río arriba y río abajo de acuerdo con los ambientes que le rodean y con las actividades que suceden en sus

proximidades. (ROLDAN G,1992).

3.4.5.1 Metodología para el muestreo

La metodología contempla los siguientes pasos.

➤ Elección del lugar de muestreo

La elección se realizó cerca de una posible fuente de contaminación, estableciéndose además dos estaciones adicionales: una río arriba para determinar el estado del agua antes de la fuente de contaminación, y la otra río abajo para determinar si el río se recupera o no.

➤ Muestreo

Esta metodología consiste en colocar la red de Surber sobre el fondo de la corriente y con las manos o los pies se remueven el material del fondo durante un minuto, quedando así atrapadas las larvas en la red. Esto se repitió por tres veces en cada estación calculándose así, el número de organismos por metro cuadrado. Las muestras se colocan en tarrinas plásticas y se las conserva en alcohol al 75%, finalmente se las etiqueta con la siguiente información

<p><i>Lugar de colecta:</i></p> <p><i>Fecha:</i></p> <p><i>Colector:</i></p> <p><i>Número de muestra:</i></p>

➤ Análisis

Para el análisis de la calidad de agua se considera el índice BMWPA, la riqueza y la abundancia en porcentaje de las familias indicadoras de calidad de agua de

buena calidad que pertenecen a los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (ETP)(Clase 1), y a la familia Chironomidae del orden Díptera son indicadores de mala calidad de agua (Clase 3). Si el porcentaje en ETP es superior al 50% se considera que el agua está en buen estado. (ROLDAN G,1988).

3.5 ANÁLISIS COMPARATIVO Y ZONIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

El análisis comparativo de las fuentes de agua que conforman la microcuenca del río Guasmal se estableció mediante el estudio y monitoreo en la parte alta, media y baja de la microcuenca, así como también se realizó la comparación entre los meses ecológicamente secos y meses de precipitación normal; entre los meses lluviosos y los meses de precipitación normal, lo que permitió determinar el caudal ecológico, y la demanda y oferta del recurso hídrico.

3.5.1 Análisis comparativo de las fuentes de agua de la microcuenca del río Guasmal

El análisis comparativo se realizó en las partes altas, medias y bajas de cada una de las fuentes inventariadas, mediante los análisis físico-químico y microbiológicos del agua, así como también con el uso de indicadores biológicos.

3.5.1.1 Análisis estadístico

Para realizar el estudio comparativo de las fuentes de agua, se hizo uso de la prueba de T pareada, para determinar la variación de caudal entre los meses ecológicamente secos, lluviosos y de precipitación normal.

El método consiste en aparear unidades experimentales de los dos tratamientos en condiciones similares, empleando el mayor número de pares posibles y luego

estudiar las diferencias entre los pares.

$$t = \frac{\bar{x} \bar{di}}{\sqrt{(\underline{x1} - \underline{x2})}}$$

Donde:

$\bar{x} \bar{di}$ = media de las diferencias

n = número de observaciones

di = diferencia de las observaciones

$$S (\underline{x1} - \underline{x2}) = \frac{\sqrt{\sum di^2 - (\sum di)^2 / n}}{n(n-1)}$$

Se realizó también comparaciones entre las pruebas de análisis físico químicos y macroinvertebrados para determinar el grado de contaminación del recurso hídrico.

3.5.2 Zonificación de la calidad del agua

Para la zonificación de la calidad del agua, se realizó un cruce de mapas temáticos como son: mapa de vegetación, mapa base, mapa de contaminación, mapa ETP, mapas de precipitación y temperatura y mapa de análisis físico químico.

3.5.3 Evaluación del impacto ambiental

Para realizar la evaluación del impacto ambiental se determinó el estado actual de los recursos naturales de la zona para ello se hizo uso de: matrices causa-efecto de Leopold, y el método de Batelle Columbus.

3.5.3.1 Matriz de Leopold

La matriz de Leopold se construyó con el fin de describir las acciones ambientales, a través de la magnitud e importancia de cada una de las interacciones ambientales tanto positivas como negativas, esto a su vez permitió tener un panorama exacto de las actividades y usos que generan impactos.

En cada elemento de la matriz (celda) se incluyeron dos números separados por una diagonal. Uno indica la "magnitud" de la alteración del factor ambiental correspondiente y, por tanto, el grado de impacto, y el otro la "importancia" del mismo.

La magnitud se considera una medida del grado, extensión o escala del impacto: es una cifra de carácter objetivo y debe predecirse en función de las características ambientales del área. La magnitud del impacto responde a la pregunta ¿Cuánto se ha alterado el ambiente?, su rango va de 1 y representa la magnitud menor y 10 la máxima. La importancia se define como la trascendencia del impacto, como el peso relativo de cada impacto en relación al resto. Es una cifra de carácter subjetivo.

3.5.3.2 Método Battelle Columbus

El Método de Battelle permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, mediante el empleo de indicadores homogéneos. Para esto se define una lista de indicadores de impacto con 78 parámetros ambientales, que representan una unidad o un aspecto del ambiente que merece considerarse por separado y cuya evaluación es además representativa del impacto ambiental derivado de las acciones o del proyecto en consideración.

Los parámetros a los que se hace referencia están ordenado en un primer nivel según los 18 "componentes ambientales" que a continuación se detalla:

- Especies y poblaciones

- Habitas y comunidades
- Ecosistemas
- Contaminación del agua
- Contaminación de la atmósfera
- Contaminación del suelo
- Ruido
- Suelo
- Aire
- Agua
- Biota
- Objetos artesanales
- Composición
- Valores educacionales y científicos
- Valores históricos
- Cultura
- Sensaciones
- Estilos de vida(Patrones culturales)

Estos 18 componentes ambientales se agrupan a su vez en cuatro categorías ambientales: Ecología, Contaminación, Aspectos Estéticos y Aspectos de Interés Humano. Y con ello se da la calificación a cada uno de estos.

3.5.4 Cuenca visual

La operación básica de los análisis de visibilidad es la determinación de la cuenca visual de un punto se define como la zona que es visible desde un punto. (AGUILO, 1981; en MOPT, 1986).

Existen varios métodos básicos de obtención de la cuenca visual que pueden ser aplicados de forma manual o de forma automática.

Para encontrar la cuenca visual se lo realiza de forma manual con la previa toma

de fotografías de la zona.

3.5.4.1 Factores esenciales

Hay que tener en cuenta la forma territorial de la cuenca visual, esto es la forma geométrica de su limitación en planta, como elemento categorizador de las condiciones visuales del territorio. (AGUILO, 1981; en MOPT, 1986).

Para este caso se considera a esta microcuenca como una cuenca visual de forma circular, con un punto de observación próximo al centro, sugiriendo la posición del observador en una llanura, para cuyo caso cualquier desplazamiento no alteraría radicalmente el territorio visto, o bien en lo alto de un pico, en una situación visual “inestable”.

3.5.4.2 Inventario y cartografía del paisaje

La cartografía del paisaje se enfoca en su descripción, su valoración e interpretación y enfocarse directamente en la valoración de su calidad o fragilidad, con el objetivo principal de la obtención de una clasificación del territorio según su paisaje, lo que permite el diseño de mapas como herramientas en el plan de manejo de la microcuenca del río Guasmal.

Los factores que se tomaron en cuenta para la caracterización son:

- Factores relativos a la definición del espacio visual, sus límites y propiedades.
- Factores relativos al contenido del espacio visual (componente y sus características visuales).

Se realizó también actividades como:

- Combinación de aspectos elementales y asignación de resultados a cada aspecto del territorio

- Clasificación en tipos y valorización

1. Selección de elementos del territorio que contribuyen a la definición del paisaje: Para este caso fueron considerados el relieve y la vegetación, además se incluyó las actuaciones humanas, la presencia de agua, etc. (Cuadro 3.7, Pág.192)

2. Caracterización de la estructura visual del territorio: Se determinó mediante el uso de índices establecidos para cada aspecto del territorio, superficie de la cuenca visual, compacidad (Cuadro 3.8, Pág.193)

3. Clasificación y valoración: Esto se realizó para determinar el estado actual del recurso paisaje para poder establecer las respectivas medidas correctivas y preventivas, para disminuir y evitar las acciones negativas de la zona. (Cuadro3.9, Pág.194).

3.5.4.3 Inventario y evaluación de la calidad escénica, criterios de ordenación y puntuación

Para realizar la evaluación de la calidad escénica se siguió el siguiente procedimiento:

1. Selección de los elementos del territorio que contribuyen con mayor fuerza a la definición del recurso paisaje, estos fueron: morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza, y actuaciones humanas.
2. Estudio del significado de las características de cada uno de los componentes.
3. Caracterización de la estructura visual del territorio, mediante índices haciendo uso de rangos que van de 0 a 6.
4. Combinación de los aspectos, elementos y asignación de resultados a cada elemento del territorio, para la calificación se hizo uso del (Cuadro 3.10, Pág.195).

3.6 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MICROCUENCA

Para determinar los diversos usos que se da al recurso hídrico en la microcuenca del río Guasmal, se realizó observación directa, interacción con moradores de la zona de estudio, el análisis de la calidad físico-química y microbiológica del agua y el monitoreo del caudal ecológico.

3.7 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE APROVECHAMIENTO

Los niveles de aprovechamiento del recurso hídrico fueron definidos mediante cuatro tipos de parámetros que son:

- Consumo Humano
- Agricultura
- Pecuario
- Industria

3.7.1 Consumo Humano

En este nivel se registró el caudal de las fuentes de agua dulce que presentan la mínima contaminación, para establecer sitios de captación de agua para posible potabilización; de acuerdo a los criterios de cavidad del agua para consumo humano y uso doméstico de la norma de calidad ambiental.

3.7.2 Agricultura

En el nivel de agricultura se georeferenció y determinó el caudal utilizado para riego y la respectiva fuente hídrica de la cual se obtiene dicha cantidad de agua. Para esto también se hace uso de los criterios de calidad del agua para riego.

3.7.3 Pecuario

En este nivel se estableció la relación de presencia de zonas ganaderas y su cercanía a las fuentes hídricas y canales de riego, así como también se basó en los criterios de calidad del agua para uso pecuario.

3.8 ALTERNATIVAS SOSTENIBLES DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Para determinar las alternativas sostenibles del manejo adecuado del recurso hídrico se realizó un diagnóstico de la microcuenca del río Guasmal, con el respectivo análisis de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que se presentan en el área de estudio.

También se estableció un plan de manejo, donde se contempla los programas, subprogramas, y proyectos, además se realizó el plan operativo de cada uno de los programas, lo que permite tener un direccionamiento de las actividades que favorecen la conservación, protección y manejo adecuado de los recursos hídricos del área garantizando su sustentabilidad y permitiendo explotar potencialidades como las bellezas escénica y biodiversidad de flora y fauna.

Y finalmente se estableció los lineamientos de manejo del recurso hídrico para su adecuado manejo y conservación.

CAPÍTULO IV

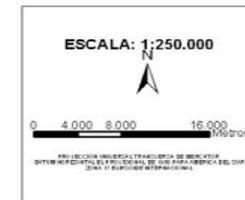
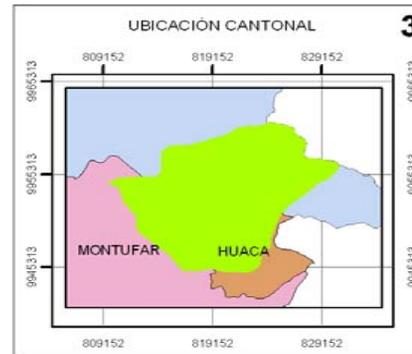
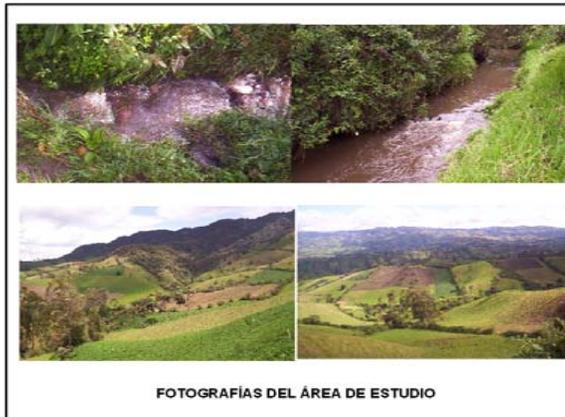
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se describen los resultados de la investigación correspondientes al estudio de la microcuenca del río Guasmal.

4.1. UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA

La microcuenca del río Guasmal pertenece a la provincia del Carchi, ocupa parte del cantón San Pedro de Huaca y cantón Montúfar, presenta una extensión de 20.359.7 has., se ubica en el Ecuador entre está comprendida entre los 2800 y 3500 m.s.n.m. Este estudio se circunscribe al área comprendida entre las coordenadas geográficas: Longitud occidental de 0065 hasta 0075° UTM y Latitud Norte 184.00° hasta 199.00° UTM. (Mapa N° 1, Pág. 48).

MAPA DE UBICACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES	
ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES	
TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO QUINAL, CON ÉNFASIS EN LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO HÍDRICO PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE APROVECHAMIENTO"	
CONTIENE: MAPA DE UBICACIÓN	
AUTORA: JEANETH MENESES P.	DIRECTOR: Ing. GUILLERMO BELTRÁN
ESCALA: 1:250 000	FECHA: ABRIL DE 2007
	LÁMINA: LÁMINA 1 DE 16

Mapa N° 1. Mapa de ubicación de la microcuenca

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA MICROCUENCA

Para la caracterización de los recursos naturales se determinó todos los atributos peculiares que posee esta microcuenca del río Guasmal.

4.2.1 Componentes Abióticos

A continuación se describen los componentes que forman parte del paisaje de esta microcuenca.

4.2.1.1 *Clima*

De acuerdo a la clasificación de Thorntwaite, en el área se presenta el tipo climático sub-húmedo mesotérmico (CB). La altura y la exposición son los factores que condicionan el clima. Las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 20° C y las mínimas valores menores a 8° C. (Ver mapa. N° 7, Pág 271)

La gama de los totales pluviométricos anuales van de 800 a 1200 mm y la mayoría de los aguaceros son de corta duración y mediana intensidad. La humedad relativa es siempre superior al 80%. (Ver mapa N° .8, Pág.272)

4.2.1.2 *Geología*

En la sierra norte, el basamento está constituido por rocas metamórficas (posiblemente Paleozoicas) sobre las cuales se depositaron en el Cretácico como producto de una fuerte actividad volcánica lavas básicas de estructura en almohadillas, que se intercalan con productos se manifestaron hasta el Eoceno.

En el Plio-Pleistoceno, se produce una gran actividad volcánica, consistente en lavas, piroclastos, rocas andesíticas y riolitas que configuran el actual paisaje

andino y cuya influencia continúa actualmente en menor grado. Los volcanes formados en esta última fase pleistocénica fueron fuertemente erosionados por la actividad glaciaria, quedando vestigios como lagos, tilitas, estrías, etc. (Ver mapa N° 9, Pág.273)

Actualmente, los ríos por su acción erosiva se han profundizado dejando al descubierto fuertes escarpes, como también material de niveles aterrizados y depósitos aluviales (INERHI 1979).

4.2.1.3 Suelos

Los suelos en el área del estudio corresponden a la agrupación fisiográfica denominada relieve colinado a fuertemente socavado. En esta forma de relieve se caracterizan los suelos por la presencia de “cangahua” (una capa dura de suelo) y ceniza volcánica, con pendientes del 20% al 70%.(INERHI 1979).

Los suelos son de color negro a pardo oscuro, de textura arenosa fina a limosa con un horizonte argílico de 5 a 10 cm de espesor; suelos moderadamente profundos (de 50 cm. a 90 cm.). Son meteorizados a menos de un metro de profundidad. El drenaje varía de moderado a imperfectamente drenado. Los resultados de los análisis químicos de los suelos indican que son normales en nitrógeno, muy pobres en fósforo y medianos en potasio. El pH varía de 6 a 7 (medianamente ácidos a neutro). Taxonómicamente, los suelos corresponden a 4 gran grupos Dystrandept, Hapludoll, Hydrandept, Trophemist (Cryaquept). (Ver mapa N° 10, Pág.274) y (mapa N°11, Pág.275).

4.2.1.4 Recursos hídricos

La microcuenca del río Guasmal es parte de la cuenca hidrográfica del río Mira, el recurso hídrico, provenientes de esta microcuenca es destinada al uso agrícola, ganadero. Las condiciones orográficas de la cuenca y el recurso superficial abundante en el período lluvioso, favoreciendo un importante potencial de

regulación con fines de riego. (Ver mapa N° 2, Pág.55).

4.2.2 Componentes Bióticos

Los componentes bióticos son quizás los más importantes debido a su funcionalidad dentro del ecosistema.

4.2.2.1 Flora

Se encontró diez tipos de vegetación característica, entre estos están: Bosque natural, Pastos plantados, Vegetación arbustiva, Cultivos indiferenciados,(C.I) Pastos plantados,(C.I) Vegetación arbustiva, Páramo, Páramo-Pastos plantados, Páramo- Bosque natural, Páramo- Vegetación arbustiva. (Ver mapa N° 4, Pág.81)

- **Bosque Natural:** En este estrato se encontró una variedad de vegetación, donde la familia más representativa fue la familia Cunnoniaceae. El total de área que cubre este estrato en la microcuenca ocupa una superficie de 35%.(Fig 4.1)



Fig.4.1. Bosque natural y pastos plantados

- **Pastos plantados:** Como consecuencia de actividades antrópicas, agrícolas y ganaderas, extracción de madera, ha provocado que la extensión de zonas de cultivo sigan en aumento.

4.2.2.2 Ecología

Según el sistema Holdridge, la zona corresponde a la formación bosque húmedo montano (bh-M), La vegetación natural no ha desaparecido por completo, la poca existente corresponde a formaciones arbustivas, y bosques secundarios, la topografía es entre ondulada, apta para cultivos hortícolas. (Coello Hinojosa 1994).

4.2.2.3 Fauna.

En la parte alta, los animales propios de la zona son ardillas, zarigüeyas, roedores, armadillos, puerco espín, una infinidad de aves, insectos, entre otros. (Ver cuadro 4.39, Pág. 252)

4.3 INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUA

Para el estudio cuantitativo del recurso hídrico que compone la microcuenca del río Guasmal fue necesario relizar un inventario de quebradas y ríos a través del uso de GPS y ubicación cartográfica. (Fig. 4.2).



Fig. 4.2. Quebrada Solferino

4.3.1 Determinación cuantitativa del recurso hídrico

Para la determinación cuantitativa del recurso hídrico de la microcuenca de río Guasmal fue necesario conocer el número de fuentes representativas existentes dentro del área de estudio; para lo cual se realizó un inventario de las fuentes hídricas inmersas en el área, y se determinó caudales aproximados mensuales de cada fuente inventariada.

4.3.1.1 *Inventario de fuentes hídricas*

Se realizó un recorrido de reconocimiento del área de estudio donde se pudo identificar 17 fuentes hídricas existentes, de las cuales 2 de estas son ríos principales y 15 son quebradas. A cada una de las fuentes se le fue asignada un número, nombre y referencia. (Mapa N° 2, Pág. 54).

Además se georeferenció a cada una de las fuentes con la ayuda del GPS siguiendo la trayectoria de las mismas, y se ubicó los puntos en el mapa base para realizar los distintos mapas temáticos de la microcuenca del río Guasmal con la ayuda del software ArcGIS 8.3.

En el siguiente cuadro se describen las coordenadas UTM, tomadas con la ayuda del GPS a cada una de las fuentes de agua como ríos y quebradas, además se describe los distintos usos que se da a cada una de estas, que en su mayoría es para uso de la agricultura y ganadería.(Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Inventario de las fuentes de agua de la microcuenca del río Guasmal

PUNTOS	FUENTE	COORDENADAS UTM			CAUDAL	USOS	MARGEN		REFERENCIA
		LATITUD	LONGITUD	ALTITUD			DER	IZD	
1	Río Guasmal	O192163	OO66113	2740	437,93	Agricultura Ganadería	x		Puente
2	Río Obispo	O199611	OO72099	2888	268,55	Agricultura Ganadería		x	Vuelta unión Amarillo y Sto. Tomás
3	Quebrada Pioter	O197168	OO69936	2865	10,01	Agricultura Ganadería	x		Descarga del alcantarillado
4	Río Huaca	O195865	OO71430	2834	17,93	Agricultura Ganadería	x		Inicio de río en el puente rotario
5	Quebrada Tenguetan	O191992	OO67195	2759	25,99	Agricultura Ganadería	x		Cerca de canchas de fútbol
6	Quebrada Sto. Tomás	O191996	OO67241	2749	32,90	Agricultura Ganadería	x		Cerca de canchas de fútbol
7	Quebrada Amarillo	O192677	O67451	2763	5,56	Agricultura Ganadería		x	Cerca de panamericana norte
8	Quebrada San José	O199877	OO71705	2994	12,16	Agricultura Ganadería		x	Claro de matorral
9	Q. Guananguicho Norte	O199775	OO71771	2980	33,09	Agricultura Ganadería		x	Bosque de eucaliptos
10	Q. Mirador	O197785	OO69743	2922	18,84	Agricultura Ganadería		x	Pastos
11	Q.s.n.(1)	O197173	OO69939	2868	12,08	Agricultura Ganadería		x	Descarga del alcantarillado
12	Q.s.n. (2)	O197309	OO09210	2894	2,52	Agricultura Ganadería		x	Carretera
13	Q.s.n (3)	O197292	OO68633	2881	6,11	Agricultura Ganadería		x	Carretera
14	Q. Guanagicho Sur	O196691	OO68098	2895	8,68	Agricultura Ganadería		x	Carretera
15	Q.s.n.(4)	O196823	OO67428	2908	3,59	Consumo Humano		x	Carretera
16	Q.s.n (5)	O198308	OO66293	3148	2,90	Consumo Humano		x	Camino 3er. orden (Solferino)
17	Quebrada Solferino	O198303	OO664832	3139	6,22	Consumo Humano		x	Solferino

Fuente: Autor

4.3.1.2 Identificación de periodos seco y lluvioso

Para realizar la medición del caudal como el muestreo correspondiente fue necesario establecer el período seco y el período lluvioso, con el fin de tener una idea general de los meses en que las fuentes aumentan o disminuyen su caudal, para esto se hizo uso del diagrama ombrotérmico del sitio más cercano, en este caso los datos corresponden a la Estación Metereológica de “El Ángel”. (Fig.4.3).

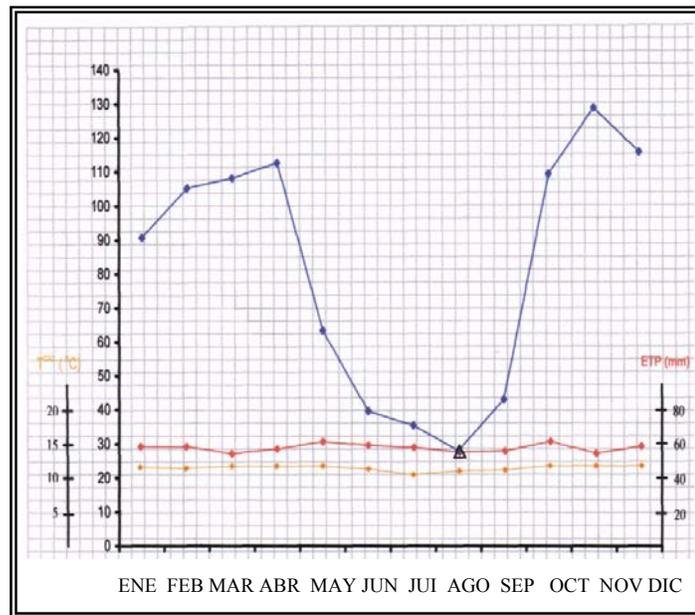


Fig.4.3 Estación meteorológica “El Ángel”. Período 1963-1990

El siguiente cuadro complementa la información de la Figura 4.4, aquí se determina que el mes ecológicamente seco corresponde al mes de Agosto, cuya precipitación media anual es de 28 m³, su bio temperatura es de 11.3°C y su evapotranspiración de 51.7 mm.

Cuadro 4.2. Identificación del mes seco

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JU	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Px	90,7	105,3	108,2	112,7	63,4	39,6	35,4	28	43,1	109,2	128,5	115,6
T ^{bio}	11,8	11,7	11,9	12	11,9	11,6	10,8	11,3	11,5	12	12	11,9
ETPx	57,5	57,6	50,8	55,6	62,4	58,5	56,9	51,7	53,7	62,3	51,5	58,3
Meses secos								X				

Fuente: Autor

Donde:

Px = Precipitación media anual

T^{bio} = Temperatura media anual

ETPx = Evapotranspiración potencial

4.3.1.3 Medición de caudales

Para determinar los caudales aproximados mensuales en cada una de las fuentes fue necesario realizar los siguientes pasos:

➤ Establecimiento de unidades de muestreo

En cada una de las fuentes inventariadas se eligió una unidad muestral, identificando el tramo AB, tomando A como el inicio de la unidad muestral y como B el final, con una distancia de 10 metros a 5 metros de longitud, tomando en cuenta las condiciones de accesibilidad y homogeneidad del lugar y procurando que la sección del río tenga un flujo homogéneo y laminar, y se procedió a las respectivas mediciones. (Mapa N° 3, Pág. 59).

➤ Método de medición de caudal.

Para la medición del caudal se utilizó el método de Área/Velocidad con la ayuda de flotadores de espuma flex en una distancia de 10 a 5 metros según las condiciones del sitio a ser muestreado.

➤ **Frecuencia de mediciones**

La frecuencia de mediciones del caudal en todas las fuentes inventariadas fue de 6 veces en cada uno de los meses para su representatividad tomando en cuenta los períodos secos y lluviosos, haciendo uso del diagrama de comportamiento de las precipitaciones en la microcuenca. Es necesario mencionar que el mes de inicio fue Julio y el mes de la culminación de las mediciones se realizó en Diciembre del 2006.

➤ **Parámetros de Medición**

Los parámetros evaluados para aplicar el método propuesto y conocer el caudal aproximado fueron: La velocidad y el área mojada correspondientes.

4.3.1.4 Cálculo de la velocidad

Para el cálculo de la velocidad del agua en cada una de las fuentes, se estimó dividiendo el espacio recorrido por el flotador en un tramo de 10 a 5 metros de acuerdo a las condiciones de sitio, para el tiempo promedio (seis mediciones) en que el flotador tarda en recorrer esta distancia desde el punto A hasta el (seis mediciones) punto B. (Cuadro 4.3, Pág.60).

La fórmula empleada es:

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V = Velocidad

t = Tiempo de recorrido

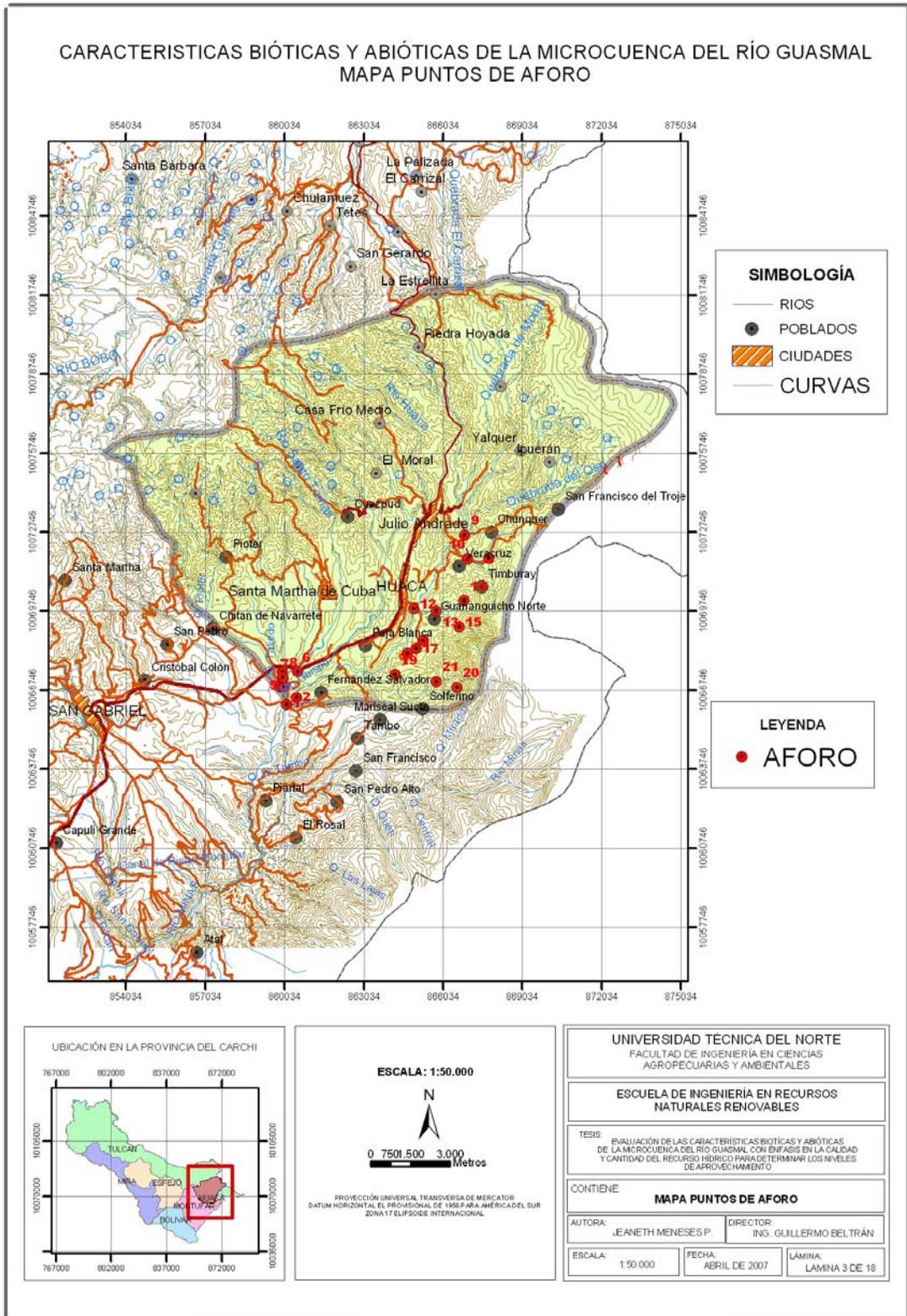
d = Distancia recorrido por el flotador (Unidad muestral 10 a 5 m)

0,8 = Factor de corrección (FC)

Como la velocidad superficial es mayor que la velocidad promedio en un canal, se usa un factor de corrección (FC) de la velocidad medida, del orden de 0,7 a 0,9; aceptándose un promedio de 0,8. (Romero, 1999).

Los resultados de los cálculos de la velocidad en la unidad muestral de cada fuente obtenidos a partir de la distancia promedio(m) recorrida por el flotador(d) dividida para el tiempo (s) promedio que tarda en recorrerla(t) aplicando las fórmulas establecidas en cada uno de los meses, se determinó que la mayor velocidad del flujo laminar del agua se alcanza en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, debido a que en estos meses se presenta la época lluviosa.; presentando mayor velocidad el río Guasmal con un promedio de 0.54 m/s, seguido del río Obispo con una velocidad promedio de 0.49 m/s y finalmente la quebrada Amarillo con una velocidad promedio de 0.48 m/s.

Los meses en los que la velocidad del agua desciende son los meses de Agosto, y Septiembre, por ser considerados meses ecológicamente secos, mientras que el mes de Julio es un mes considerado un mes intermedio, es decir el promedio entre la época seca y lluviosa; durante estos meses la velocidad promedio del río Guasmal fue de 0.50 m/s, la velocidad del río obispo fue de 0.41 m/s, y la velocidad de la quebrada Amarillo fue de 0.45 m/s.



Mapa N° 3. Mapa de Puntos de Aforo

Cuadro 4.3.Velocidad del flujo laminar de las fuentes de cada mes

N°	Fuente	Velocidad (m/s)					
		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Guasmal	0.515	0.508	0.500	0.555	0.5600	0.56500
2	Río Obispo(fin)	0.48753	0.412	0.432	0.5124	0.51960	0.51200
3	Quebrada Pioter	0.2410	0.22168	0.2006	0.25450	0.2600	0.24687
4	Río Huaca(Fin)	0.300	0.29978	0.28721	0.304	0.32150	0.34570
5	Q.Tenguetan	0.08125	0.07782	0.07545	0.098	0.095	0.09177
6	Q.Sto.Tomás	0.18874	0.1736	0.175653	0.220	0.250	0.21470
7	Q. Amarillo	0.49872	0.46480	0.47600	0.653	0.635	0.5846
8	Q. San José	0.2258	0.21505	0.1989	0.273	0.275	0.23505
9	Río Obispo(Inicio)	0.3187	0.31540	0.31250	0.367	0.370	0.32580
10	Tramo A- SJ	0.18790	0.155	0.153	0.18790	0.2040	0.19500
11	Río Huaca(inicio)	0.2825	0.376	0.2366	0.37800	0.3797	0.36505
12	Río Obispo(Medio)	0.32400	0.30400	0.281	0.3385	0.4521	0.35460
13	Tramo G.N y M	0.2060	0.21440	0.2100	0.2291	0.2351	0.21721
14	Q. Mirador	0.450	0.42908	0.4200	0.49908	0.4938	0.485
15	Q.Guananguicho N	0.22820	0.21570	0.21320	0.340	0.360	0.300
16	Q.s.n.(1)	0.1870	0.15908	0.1510	0.200	0.2377	0.2087
17	Q.s.n. (2)	0.2467	0.2000	0.188	0.27384	0.27500	0.27300
18	Q.s.n (3)	0.287	0.27800	0.28010	0.3267	0.330	0.360
19	Q.Guananguicho Sur	0.2310	0.221	0.21540	0.253	0.2802	0.276
20	Q.s.n.(4)	0.2870	0.2570	0.2410	0.397	0.355	0.300
21	Q.s.n (5)	0.251	0.221	0.220	0.3070	0.3154	0.29
22	Q. Solferino	0.1751	0.1557	0.15617	0.1987	0.2087	0.195

Fuente: Autor

4.3.1.5 *Calculo del área mojada*

El cálculo del área mojada se obtiene midiendo las profundidades medias (resultados de 6 mediciones) de la distancia recorrida por el flotador (5-10m) por la sección transversal media (resultado promedio de seis mediciones) en la unidad muestral de cada fuente.

Donde:

$$A_m = P$$

A_m = Área mojada

P = Profundidad

D = Sección transversal.

Una vez realizados los cálculos de velocidad y área mojada en cada una de las fuentes se obtiene el caudal o gasto en cada uno de los meses.

Q = Gasto o caudal.

A_m = Área mojada.

V = Velocidad

$$Q = A_m * V$$

Según el diagrama ombrotérmico del sitio, el mes seco corresponde al mes de Agosto, en el cual el caudal empieza a descender debido a la falta de lluvias, alterando la cantidad de agua y disminuyendo el caudal consecuentemente en el mes siguiente que corresponde al mes de Septiembre, donde se registran los caudales más bajos, como se puede observar en los resultados obtenidos de las mediciones realizadas. Hay que tener en cuenta que la mayor área de la microcuenca del río Guasmal corresponde a ceja de montaña por lo que la mayoría del tiempo es una zona con presencia de lluvias.

El caudal durante los meses lluviosos de las fuentes más representativas fueron: río Guasmal con 459.20 l/s, río Obispo 352.65 l/s, río Huaca con 180.32 l/s, y la quebrada solferino con un 6.83 l/s, y durante la época seca los caudales

registrados fueron los siguientes: río Guasmal con un caudal de 402.20 l/s l río Obispo con un caudal de 241.84 l/s, el río Huaca registró un caudal de 136.94 l/s va quebrada solferino un caudal de 5.87 l/s

4.3.1.6 Variación del caudal aproximado mensual en cada fuente (l/s)

Para conocer la variación de los caudales aproximados de las fuentes durante los seis meses de estudio se colocó en el eje de las ordenadas el caudal expresado en litros por segundo y en el eje de las abscisas se colocó los meses en los que se efectuó las mediciones comprendidos desde el mes de Julio hasta el mes de Diciembre.

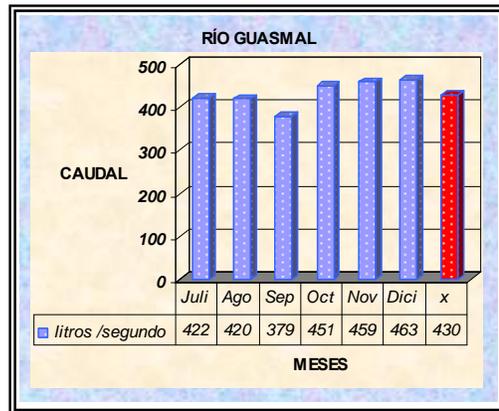


Fig.4.4. Variación de caudal mensual del Río Guasmal.

El caudal baja considerablemente en los meses de Agosto y Septiembre con valores de 420 l/s y 379 l/s respectivamente, mientras que en Octubre, Noviembre y Diciembre el caudal empieza a subir, este río tiene un caudal promedio de 430 l/s.

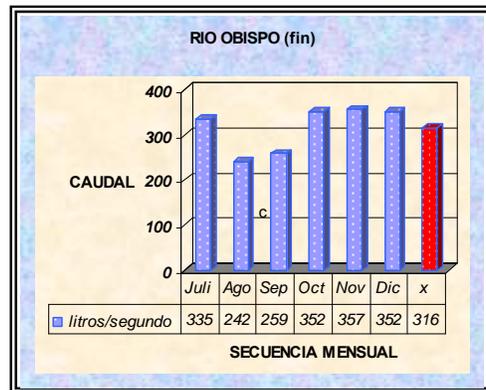


Fig.4.5. Variación de caudal mensual del Río Obispo (parte final).

El caudal empieza a descender en Agosto y Septiembre, pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta parte del río se tiene un caudal promedio de 316 l/s.

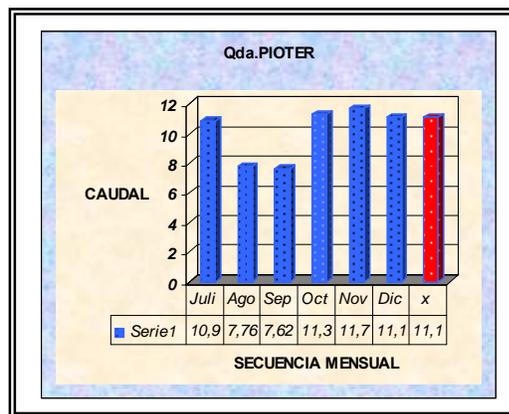


Fig.4.6 Variación de caudal mensual en la Quebrada Pioter

El caudal empieza a descender en Agosto (7.76) y Septiembre (7,62), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 11.1 l/s.

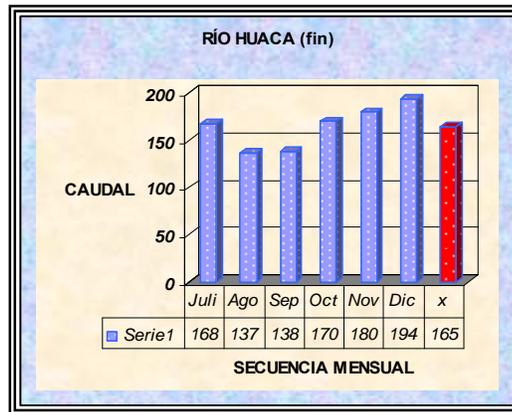


Fig.4.7 Variación de caudal mensual en el Río Huaca (Parte final)

El caudal empieza a descender en Agosto (137 l/s.) y Septiembre (138 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 165 l/s.

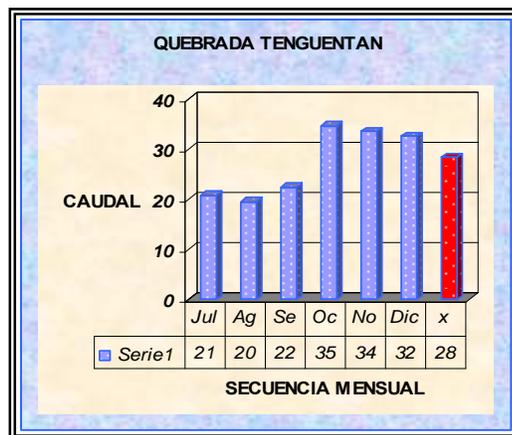


Fig.4.8. Variación de caudal mensual en la Quebrada Tenguentan

El caudal empieza a descender en Agosto (20 l/s.) y Septiembre (22 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 28 l/s.

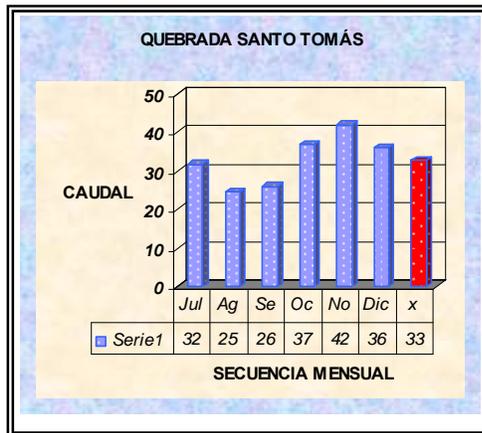


Fig.4.9.Variación de caudal aproximado mensual .Quebrada Sto. Tomás

El caudal empieza a descender en Agosto (25 l/s.) y Septiembre (26l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 33l/s.

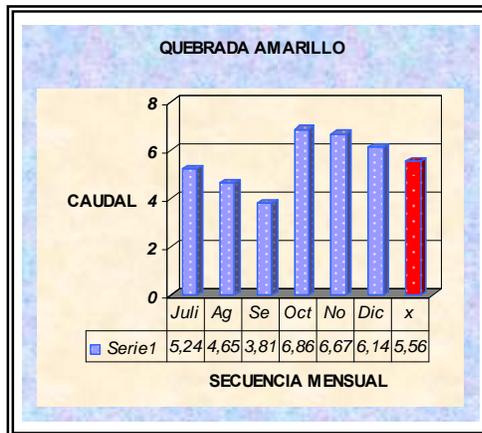


Fig.4.10 Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Amarillo

El caudal empieza a descender en Agosto (4.65l/s.) y Septiembre (3.81 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 5.56 l/s.

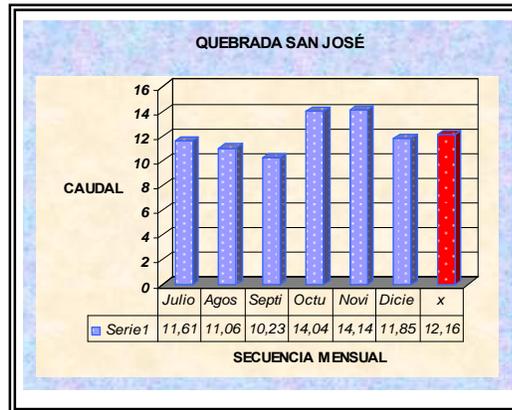


Fig. 4.11 Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada San José

El caudal empieza a descender en Agosto (11.06 l/s.) y Septiembre (10.23 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 12.16 l/s.

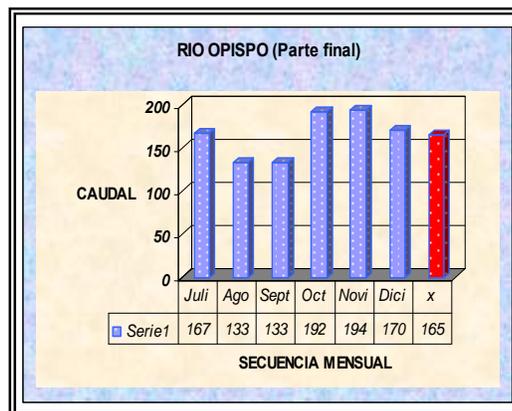


Fig. 4.12 Variación de caudal aproximado mensual. Río Obispo (Parte final)

El caudal empieza a descender en Agosto (133 l/s.) y Septiembre (133 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 165 l/s.

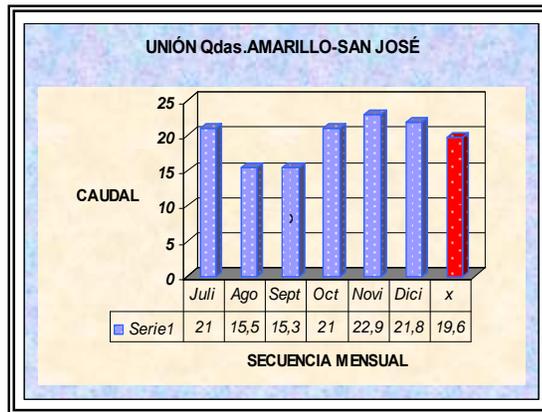


Fig.4.13 Variación de caudal aproximado mensual. Unión Qs. Amarillo y San José

El caudal empieza a descender en Agosto (15.5 l/s.) y Septiembre (15.3 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 19.6 l/s.

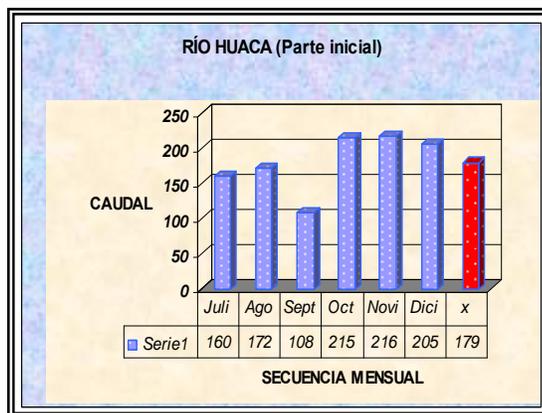


Fig.4.14 Variación de caudal aproximado mensual en el Río Huaca (inicio)

El caudal empieza a descender en Agosto (172 l/s.) y Septiembre (108 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 179 l/s.

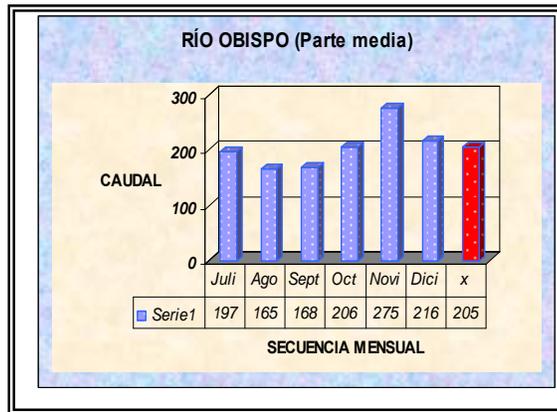


Fig.4.15 Variación de caudal aproximado mensual del Río Obispo (Parte Media)

El caudal empieza a descender en Agosto (165 l/s.) y Septiembre (168 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 205 l/s.

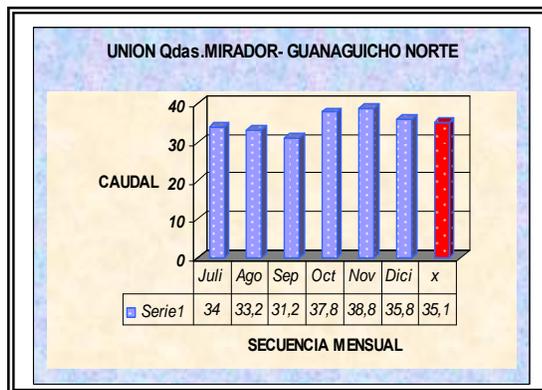


Fig.4.16 Variación de caudal aproximado mensual en la Unión de Q.Mirador y Guanaguicho N

El caudal empieza a descender en Agosto (33.2 l/s.) y Septiembre (31.2 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 35.1 l/s.

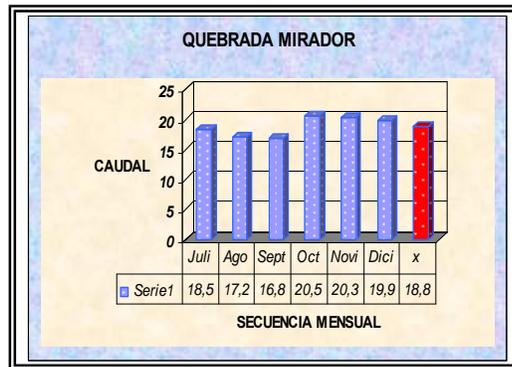


Fig. 4.17 Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Mirador

El caudal empieza a descender en Agosto (17.2 l/s.) y Septiembre (16.8 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 18.8 l/s.

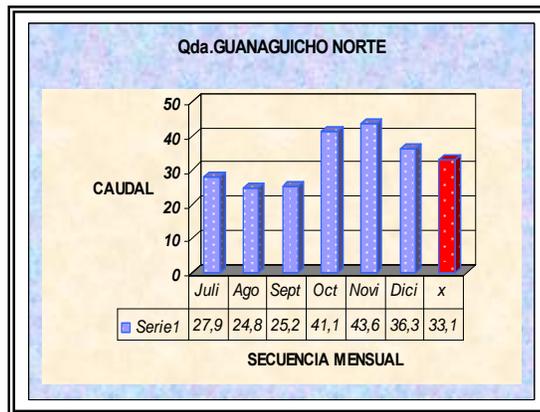


Fig.4.18. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Guananguicho Norte

El caudal empieza a descender en Agosto (24.8 l/s.) y Septiembre (25.2l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 33.1 l/s.

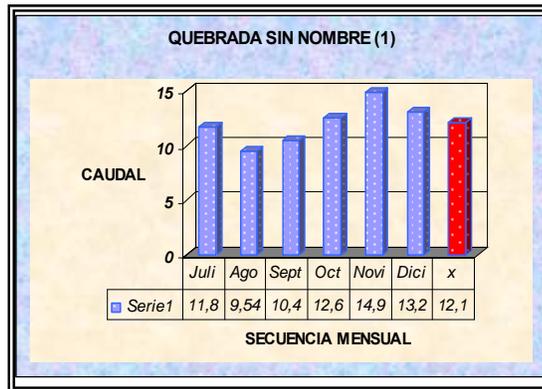


Fig. 4.19. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada sin nombre (1)

El caudal empieza a descender en agosto (9.54 l/s.) y septiembre (10.4 l/s.) , pero desde octubre a diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 12.1 l/s.

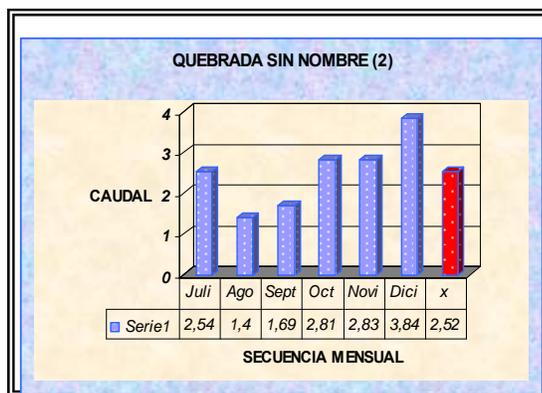


Fig.4.20. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Sin nombre (2).

El caudal empieza a descender en Agosto (1.4 l/s.) y Septiembre (1.69 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 2.52 l/s.

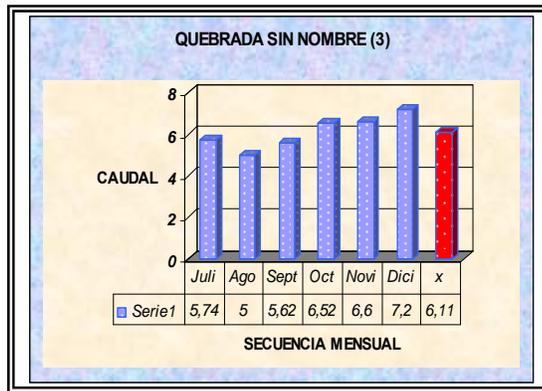


Fig. 4.21. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada sin nombre (3)

El caudal empieza a descender en Agosto (5 l/s.) y Septiembre (5.62 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 6.11 l/s.

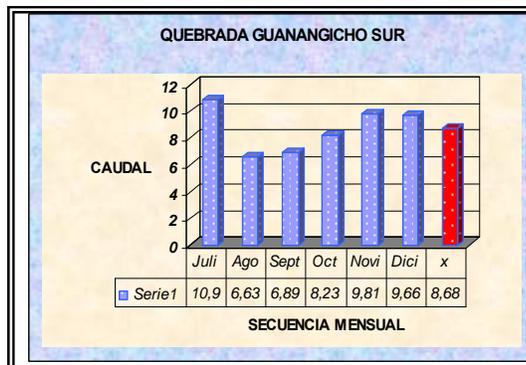


Fig. 4.22. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Guananguicho Sur

El caudal empieza a descender en Agosto (6.63 l/s.) y Septiembre (6.89 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 8.68 l/s.

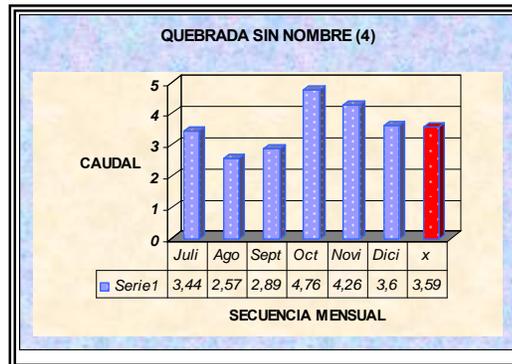


Fig. 4.23. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada sin nombre (4).

El caudal empieza a descender en Agosto (2.57 l/s.) y Septiembre (2.89 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 3.59 l/s.

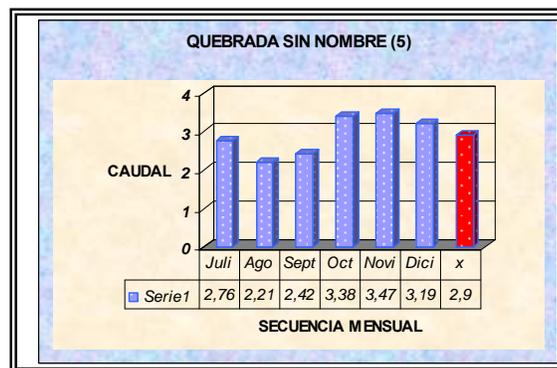


Fig. 4.24. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada sin nombre (5).

El caudal empieza a descender en Agosto (2.21 l/s.) y Septiembre (2.42 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 2.9 l/s.

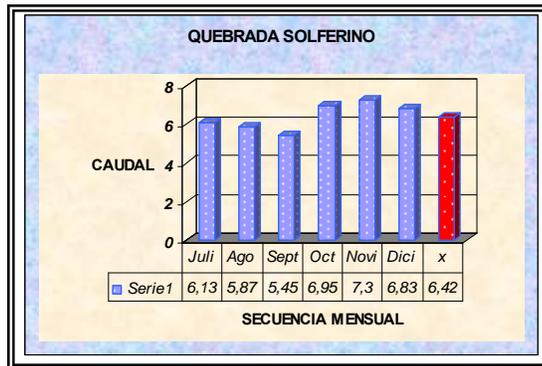


Fig.4.25. Variación de caudal aproximado mensual en la Quebrada Solferino

El caudal empieza a descender en Agosto (5.87 l/s.) y Septiembre (5.45 l/s.), pero desde Octubre a Diciembre este empieza a ascender, en esta de la quebrada se tiene un caudal promedio de 6.42 l/s.

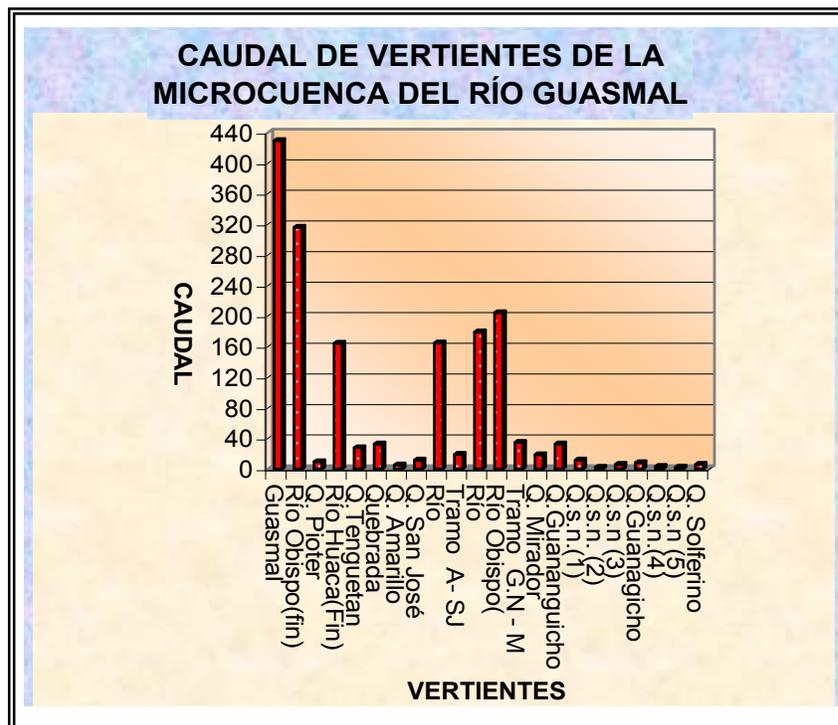


Fig.4.26.Caudal de las vertientes de la microcuenca del río

Analizando los resultados del caudal en cada fuente se puede observar que los caudales más altos se registran en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, mientras que en los meses de agosto y septiembre se registran caudales bajos, debido a que son meses ecológicamente secos.

Cabe resaltar que cada uno de los ríos y quebradas tienen su caudal representativo de acuerdo al mes que fueron inventariados registrando caudales altos y bajos dependiendo de la época de medición

4.3.2 Análisis geométrico de la microcuenca

En el análisis geométrico se determinó la forma de la microcuenca del río Guasmal, y con ello se determinó los parámetros que la componen.

4.2.1.1 Parámetros Morfológicos de la microcuenca

De acuerdo a los estudios realizados se encontró los siguientes resultados:

- La microcuenca del río Guasmal cubre una gran extensión de superficie, presenta un relieve de clase 6 y de tipo fuerte, pero no es susceptible a inundaciones.
- Con los cálculos realizados se puede determinar que la forma de la microcuenca del río Guasmal es de forma oval- oblonga, con una tendencia a crecida media.
- Al realizar el análisis de los parámetros morfométricos, se establece que esta microcuenca presenta un grado de pendiente moderado a fuerte.

En el cuadro 4.4 se presenta los cálculos de los parámetros morfológicos de la microcuenca.

Cuadro 4.4. Parámetros morfológicos de la microcuenca

PARÁMETROS	FÓRMULA	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDAD DE MEDIDA	SIGNIFICADO
ÁREA		Planimetría	1.881,72	has	
PERÍMETRO		Planimetría	34700	Km.	
LONGITUD AXIAL	LA = m	Planimetría	12100	Km.	
ANCHO PROMEDIAL	A / La		0,15551405	Km.	
Factor Forma	Ap / La		0,12852	Km.	
Coefficiente de compacidad	$c = P / 2\sqrt{\pi} \times A$		2,25656019	Km.	Forma oval
ALTURA DE LA CUENCA	N = HM - H m = (3023-2785)	Curva isométrica	238	m.s.n.m	
ALTURA MEDIA DE LA CUENCA		Planimetría			
Método del rectángulo equivalente	AR = L x l	Curva isométrica	2588,5		
DECLIVIDAD DE LA MICROCUENCA	$L = A/2 \times c \{1 + 1 - \sqrt{(1,128/c)^2}\}$		8094,9	Km.	
Índice de pendiente de declividad	$I_p = L^{-1/2} \sum^n (a_i \times d_i)^{1/2}$	Planimetría	98,5883395		Clase VI, relieve fuerte, no susceptible a inundación
Desnivel calculado	D = H5 - H 95		65,3	%	

Índice de declividad global	$I_g = D / L$		5,01	%	
Desnivel Especifico	$D_s = I_g \times \sqrt{A}$		25,58	%	
Densidad de drenaje	$D_d = \sum^s Lx / 1 A$		1,125	%	
Coeficiente de torrencialidad	$I_t = D_d \times (N^\circ \text{ de cursos de agua de } 1^{\text{er}} \text{ orden}) / A$		0,3546		
Pendiente media del río	$I_R = (HM - H_m \times 100 \%) / (100 \times L)$		7,52	%	Relieve accidentado medio

Fuente: Autor

4.3.3. Inventario florístico

El estudio de la diversidad biológica es un aspecto de mucha importancia, debido a que nos permite establecer la situación actual de la cubierta vegetal y el grado de conservación, ya que este estrato es productor del agua dulce que genera características físicas de buena calidad, los resultados de la investigación botánica permiten tener una idea más clara de la biodiversidad presente en la microcuenca del río Guasmal.

4.3.3.1 Componentes de la Diversidad

Para esto se estableció 4 transectos lineales (2m x 50m) = 100m², establecidos en diferentes puntos de la zona alta de la microcuenca que es la parte más representativa en lo que corresponde al estrato de bosque.

Se registró 15 especies con un total de 52, de los cuales la mayoría pertenecen a las familias: CUNNOCIACEAE, MELASTOMATACEAE, MELIACEAE, y ARALIACEAE. Las especies más importantes de los transectos son: *Weinmannia auriculífeare hieronymus*, *Weinmannia bracystachya willdenow*, *Miconia theazans*, *miconia tinifoliaudin*. El inventario de flora de la microcuenca del río Guasmal se encuentra detallada en el Cuadro 4.5, Pág.197.

A continuación se presenta el número de especies e individuos de cada transecto así como también los datos de diversidad real, diversidad máxima y equitatividad entre otros índices correspondientes a cada uno de ellos.

- **Inventario en el trayecto N° 1: Parte baja del estrato bosque (sitio 1)**



Fig.4.27. Bosque natural

El inventario dio como resultado el registro de 14 especies y 52 individuos, de los cuales la gran mayoría corresponden a la especie *Weinmania auriculífera*, *W.bracystachya*, pertenecientes a la familia CUNONNIACEAE, ya que son especies que presentan una alta frecuencia por encontrarse formando parte del soto bosque.

Para calcular la diversidad α que mide riqueza, es decir el número de individuos en una localidad así como también la equitatividad en función del estado de conservación del bosque (expresada en %) se ha aplicado el índice de diversidad de Simpson.

- **Inventario en el trayecto N° 2: Parte media del estrato bosque (sitio 2)**



Fig.4.28. Melastomatácea

El inventario dio como resultado el registro de 14 especies y 39 individuos, de los cuales la gran mayoría corresponden a la especie *Weinmania auriculífera*, *Miconia theazans*, pertenecientes a la familia CUNONNIACEAE, son las especies que se presentan con mayor frecuencia en esta parte del bosque.

- **Inventario en el trayecto N° 3: Parte media del estrato bosque (sitio 3)**



Fig.4.29 .Weinmmania auriculifera

El inventario dio como resultado el registro de 14 especies y 43 individuos, de los cuales la gran mayoría corresponden a la especie *Weinmania auriculífera*, *W.bracystachya*, pertenecientes a la familia CUNONNIACEAE, ya que son especies que presentan una alta frecuencia por encontrarse formando parte del soto bosque.

- **Inventario en el trayecto N° 4: Parte alta del estrato bosque (sitio 4)**



Fig.4.30. *Oreopanax mucronulatus* Harás

El inventario dio como resultado el registro de 15 especies y 43 individuos, de los cuales la gran mayoría corresponden a la especie *Weinmania auriculífera*, *W.bracystachya*, pertenecientes a la familia CUNONNIACEAE, ya que son especies que presentan una alta frecuencia por encontrarse formando parte del soto bosque.

Haciendo uso del programa BIO-DAP se analizó la Diversidad Biológica de la microcuenca del río Guasmal., se encontró que existe una mínima diferencia en número de especies de los sitios inventariados, existiendo la diferencia de una sola especie encontrada en el sitio 4 correspondiente a la especie *Aegiphila moldenke*, existe diferencia entre el número de individuos en cada sitio, también los índices de diversidad biológica alfa muestran una riqueza bastante uniforme en lo relacionado en el bosque.(ver Cuadro 4.6, Pág.198)

La diversidad beta de los cuatro sitios es muy uniforme con datos similares, como por ejemplo en el sitio 1 la diversidad es de 3,29; sitio 2:3,55; sitio 3:3,46 y sitio 4:3,72 (Ver Cuadro 4.7, Pág.199)

Se comprueba que estas unidades muestrales tienen un 94% de similaridad, con una gran riqueza de especies. De lo que se concluye que la parte alta de la microcuenca del río Guasmal tiene una gran diversidad de especies, debido a que son zonas con presencia de bosques secundarios. De igual manera las zonas de las orillas de los ríos y quebradas tienen similar vegetación.

4.3.2.2 Resultados del cálculo bioestadística

En el Cuadro 4.8, se muestra los resultados del cálculo bioestadístico que permite identificar diferentes parámetros ecológicos por especies botánicas. Se determinó que la especie que presenta mayor área basal fue *Clusia flaviflora Engler* con un A.B:1.2 m², seguida de la especie *Ilex sp* con A.B: 0.445 m², *Oreopanax mucronulatus Harns* con A.B:0.441 m². Las especies que presentan mayor densidad relativa *Weinmania auriculifera Hieronymus* con 16.28%, *Weinmannia bracystachya Willdenow* con 13.95%, *Oreopanax mucronulatus Harns* con 11.63%; las especies que presentan mayor dominancia relativa fueron: *Clusia flaviflora Engver* con 25.07 %; *Meliosma arenosa Idrobo& Cuatrecasas* con 9.52%, *Ilex sp* con 9.29 %; Y finalmente vas especies que presentan mayor índice de importancia fueron: *Clusia flaviflora Engver* con 29.72 %, *Meliosma arenosa Idrobo& Cuatrecasas* con 14.127% e *Ilex sp* con 11.61%.

4.4 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICAS DEL RECURSO HÍDRICO

La disponibilidad del agua de acuerdo a las estimaciones cuantitativas no reflejan completamente el problema que existe alrededor de este recurso, debido a que la calidad del agua en su mayor parte está lejos de ser la adecuada, ya que la mayoría de comunidades que se benefician directa e indirectamente se acentúan en áreas rurales donde no existe la posibilidad de que el agua tenga un tratamiento previo que mejore su calidad y posibilite su uso general. La evaluación de la calidad del agua se realizó de acuerdo al contexto del uso probable que ésta tiene.

4.4.1 Establecimiento de las unidades de muestreo para análisis físico-químico y microbiológico

Las estaciones de muestreo fueron establecidas de acuerdo a la homogeneidad del flujo laminar, accesibilidad y ubicación de focos de contaminación. (Cuadro 4.8)

Cuadro 4.8 .Estaciones de muestreo

PUNTOS	FUENTE	COORDENADAS UTM			REFERENCIA
		LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	
1	Río Guasmal	O192163	OO66113	2740	Puente
2	Río Huaca(fin)	O191992	OO67195	2759	Cerca de canchas de futbol
3	Río Obispo(Fin)	O192321	OO66194	2750	Unión con Guasmal
4	Río Obispo(Medio)	O197168	OO69936	2865	Descarga del alcantarillado
5	Quebrada Sto.Tomás	O192677	O67451	2763	Cerca de panamericana norte
6	Río Huaca(inicio)	O195865	OO71430	2834	Inicio de río en el puente rotario
7	Q. Mirador	O197786	OO69756	2919	Pastos
8	Quebrada Amarillo	O199877	OO71705	2994	Claro de matorral
9	Río Obispo(Inicio)	O199611	OO72099	2888	Vuelta unión Amarillo y Sto. Tomás
10	Quebrada Solferino	O198352	OO66624	3128	Q. Truchas

Fuente: Autor

Para realizar el análisis físico-químico del agua de la microcuenca fue necesario establecer 10 puntos de muestreo ubicados en zonas representativas, para verificar la variación e incidencia de la contaminación a medidas que el agua de las quebradas se van uniendo al cause principal.

4.4.2. Evaluación de parámetros de calidad del agua

Una vez que se realizara la toma de muestras, dependiendo de la cantidad de puntos (21) y la frecuencia de muestreo (3) se realizó el análisis de los parámetros de calidad del agua en cada una de las estaciones de muestreo, obteniendo los siguientes resultados:

- En el río Guasmal se encontró cero carbonatos debido a que estas aguas presentan un pH de 7.3, la presencia de sólidos disueltos fue de 72.0 ppm, color 38 unidades de color, calcio 14.46 ppm, cloruros 17.95 ppm, sulfatos 5.35 ppm, turbiedad 83.5 NTU, coliformes totales 50 colonias por litro, Boro 5.35 ppm. Estos datos indican que la calidad del agua de este río no es apta para consumo humano, pero sí para uso de aguas de riego con previo tratamiento, este tipo de agua corresponde a la clase C1S1, agua de buena calidad para fines agrícolas.
- Para el río Huaca se encontró cero carbonatos debido a que estas aguas presentan un pH de 7.5, la presencia de sólidos disueltos fue de 67.0 ppm, color 35 unidades de color, calcio 12.35 ppm, cloruros 15.69 ppm, sulfatos 2.58 ppm, turbiedad 45 NTU, coliformes totales 46 colonias por litro, Boro 0.08 ppm. Con lo que se concluye que la calidad del agua de este río no es apta para consumo humano, ni tampoco para uso de aguas de riego debido a su alto contenido orgánico.
- La mayoría de las demás fuentes de agua, presentan características similares, pero estas en general son aguas de clase C1S1, son aguas de buena calidad para riego y fines agrícolas.
- La quebrada del Solferino con un caudal promedio de 6.5 l/s, presenta aguas de muy buena calidad, debido a que son aguas que nacen en el bosque y durante su recorrido no se ven mayormente afectadas por la actividad antrópica, pudiendo decirse que esta agua puede servir como fuente de captación de agua para posible potabilización. (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9. Cuadro resumen del análisis físico-químico y microbiológico de las vertientes de la microcuenca del río Guasmal

PARÁMETRO	VERTIENTES									
	GUASMAL	HUACA(FIN)	OBISPO(FIN)	OBISPO(MEDIO)	Q.Sto.TOMÁS	HUACA(INICIO)	Q.MIRADOR	Q.AMARILLO	OBISPO(INICIO)	Q.SOLFERINO
TSD(Sólidos totales disueltos)	72,00 ppm	67,00 ppm	71,00 ppm	67,00 ppm	35,00 ppm	62,32 ppm	35,25 ppm	2,01 ppm	67,00 ppm	29,0 ppm
Carbonatos(CO3)=	0,0 ppm	0,0 ppm	0,0 ppm	0,0 ppm	0,0 ppm	0,0 ppm	0,0 ppm	0,0 ppm	0,0 ppm	0,0 ppm
Bicarbonatos(HCO3)-	98,34 ppm	85,24 ppm	95,25 ppm	85,24 ppm	55,24 ppm	75,21 ppm	65,21 ppm	55,03 ppm	85,24 ppm	52,45 ppm
Calcio Ca++	14,46 ppm	12,35 ppm	14,12 ppm	12,35 ppm	6,58 ppm	11,56 ppm	5,18 ppm	5,16 ppm	12,35 ppm	4,13 ppm
Magnesio Mg++	,72 ppm	3,10 ppm	3,50 ppm	3,10 ppm	3,10 ppm	2,97 ppm	3,58 ppm	2,89 ppm	3,10 ppm	2,48 ppm
Sulfatos(SO4)=	5,35 ppm	2,58 ppm	5,20 ppm	2,58 ppm	2,58 ppm	3,05 ppm	3,56 ppm	2,87 ppm	2,58 ppm	2,11 ppm
Boro B	5,35 ppm	0,08 ppm	0,09 ppm	0,08 ppm	0,10 ppm	0,06 ppm	0,09 ppm	0,07 ppm	0,08 ppm	0,05 ppm
pH	7,3	7,5	7,5	7,5	7,4	7,5	7,3	7,3	7,5	7,3
Dureza total CaCO3	51,4 ppm	51,21 ppm	49,35 ppm	51,4 ppm	25,69 ppm	35,004 ppm	26,07 ppm	24,08 ppm	45,02 ppm	20,49 ppm
Conductividad eléctrica	0,146 dS/m	0,1235 dS/m	0,135 dS/m	0,1235 dSm	0,68 dSm	0,112 dS/m	0,075 dS/m	0,078 dSm	0,1236 dS/m	0,15 ppm
Potasio k+	0,22 ppm	0,22 ppm	0,135 ppm	0,20 ppm	0,098ppm	0,17 ppm	0,18 ppm	0,19 ppm	0,18 ppm	0,15 ppm
Cloruros -	17,95 ppm	15,69 ppm	0,21 ppm	pm	12,00 ppm	13,97 ppm	12,65 ppm	14,52 ppm	14,32 ppm	11,97 ppm
Ras	0,48	0,44	17,05 ppm	0,48	0,45 ppm	0,41	0,28	15,69 ppm	0,33	0,2
% Na intercambiable	25	24	25	24	30	23	17	24	19	15
Na	0,34 me/l	0,3 me/l	0,23 me/l	0,3 me/l	0,23 me/l	0,27 me/l	0,3 me/l	0,3 me/l	0,3 me/l	0,37 me/l
SUMA	1,6	1,4	1,63	1,4	0,9	0,15	1,2	1,4	1,3	0,12
PSI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Temperatura	17° C	17° C	17° C	17° C	12,5 ° C	13°C	17° C	17° C	17° C	12,5° C
Color	38 NTU	35 NTU	28 NTU	18 NTU	40 NTU	40 NTU	42 NTU	25 NTU	32 NTU	20 NTU
Turbidez	83,5	45	45	58	30	30	25	20	20	35,2
DBO5	200 mg/l	180 mg/l	160 mg/l	150mg/l	100mg/l	150 mg/l	90 mg/l	100 mg/l	140 mg/l	80 mg/l
DQO	185,13 mg/l	175,10 mg/l	184,2 mg/l	175,69 mg/l	159,65 mgl	165,65 mg/l	160,32 mgl	157,85 mg/l	178,69 mg/l	155,13 mg/l
Fe	3,3 mg/l	2,5 mg/l	2,5 mg/l	2,5 mg/l	1,2 mg/l	1,2 mg/l	1,1 mg/l	2,8 mg/l	2 mg/l	2,8 mg/l
Coliformes totales	50	46	20	53	16	54	22	10	15	1

Según la norma europea de calidad de aguas continentales superficiales destinadas para consumo humano se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 4.10. Tipos de agua destinadas para consumo humano

PARÁMETRO	VERTIENTES											
	TIPO A1	TIPO A2	TIPO A3	GUASMAL	HUACA(FIN)	OBISPO(FIN)	OBISPO(MEDIO)	Q.Sto.TOMAS	HUACA(INICIO)	Q.MIRADOR	Q.AMARILLO	OBISPO(INICIO)
TSD(Sólidos totales disueltos)	25			72,00 ppm	67,00 ppm	71,00 ppm	67,00 ppm	35,00 ppm	62,32 ppm	35,25 ppm	2,01 ppm	67,00 ppm
Bicarbonatos(HCO3)-				98,34 ppm	85,24 ppm	95,25 ppm	85,24 ppm	55,24 ppm	75,21 ppm	65,21 ppm	55,03 ppm	85,24 ppm
Calcio Ca++				14,46 ppm	12,35 ppm	14,12 ppm	12,35 ppm	6,58 ppm	11,56 ppm	5,18 ppm	5,16 ppm	12,35 ppm
Magnesio Mg++				,72 ppm	3,10 ppm	3,50 ppm	3,10 ppm	3,10 ppm	2,97 ppm	3,58 ppm	2,89 ppm	3,10 ppm
Sulfatos(SO4)=	250	250	250	5,35 me/l	2,58 me/l	5,20 me/l	2,58 me/l	2,58 me/l	3,05 me/l	3,56 me/l	2,87 me/l	2,58 me/l
Boro B	3	1	1	5,35 ppm	0,08 ppm	0,09 ppm	0,08 ppm	0,10 ppm	0,06 ppm	0,09 ppm	0,07 ppm	0,08 ppm
pH	6,5-8,5	5,5-9	5,5-10	7,3	7,5	7,5	7,5	7,4	7,5	7,3	7,3	7,5
Dureza total CaCO3				51,4 ppm	51,21 ppm	49,35 ppm	51,4 ppm	25,69 ppm	35,004 ppm	26,07 ppm	24,08 ppm	45,02 ppm
Conductividad eléctrica	1000	1000	1000	0,146 dS/m	0,1235 dS/m	0,135 dS/m	0,1235 dSm	0,68 dSm	0,112 dS/m	0,075 dS/m	0,078 dSm	0,1236 dS/m
Potasio k+				0,22 ppm	0,22 ppm	0,135 ppm	0,20 ppm	0,098ppm	0,17 ppm	0,18 ppm	0,19 ppm	0,18 ppm
Cloruros -	200	200	200	17,95 me/l	15,69 me/l	10,21 me/l	11,02 me/l	12,00 me/l	13,97 me/l	12,65 me/l	14,52 me/l	14,32 me/l
Ras				0,48	0,44	17,05 ppm	0,48	0,45 ppm	0,41	0,28	15,69 ppm	0,33
% Na intercambiable				25	24	25	24	30	23	17	24	19
Na				0,34 me/l	0,3 me/l	0,23 me/l	0,3 me/l	0,23 me/l	0,27 me/l	0,3 me/l	0,3 me/l	0,3 me/l
Temperatura	25	25	25	17° C	17° C	17° C	17° C	12,5 ° C	13°C	17° C	17° C	17° C
Color	20	100	200	38 U.color	35 U,color	28 U.color	18 U.color	40 U.color	40 U.color	42 U.color	25 U.color	32 U.color
Turbidez				83,5 NTU	45 NTU	45 NTU	58 NTU	30 NTU	30 NTU	25 NTU	20 NTU	20 NTU
DQO			30	200 mg/l	180 mg/l	160 mg/l	150mg/l	100mg/l	150 mg/l	90 mg/l	100 mg/l	140 mg/l
DBO5	3	5	7	185,13 mg/l	175,10 mg/l	184,2 mg/l	175,69 mg/l	159,65 mg/l	165,65 mg/l	160,32 mg/l	157,85 mg/l	178,69 mg/l
Fe	0,3	2	1	3,3 mg/l	2,5 mg/l	2,5 mg/l	2,5 mg/l	1,2 mg/l	1,2 mg/l	1,1 mg/l	2,8 mg/l	2 mg/l
Coliformes totales	50	5000	50000	50 ufc/ml	46ufc/ml	20ufc/ml	53ufc/ml	16ufc/ml	54ufc/ml	22ufc/ml	10ufc/ml	15ufc/ml

De aquí se concluye que el agua de va quebrada Solferino puedes ser considerada para uso de consumo humano, debido a que sus características de composición físico- química y microbiológica se ajustan al tipo A1, mientras que las demás fuentes hídricas no cumplen con esta norma por lo que no serán consideradas para agua de uso humo.

Según la normatividad de Riverside se obtuvo los siguientes resultados:

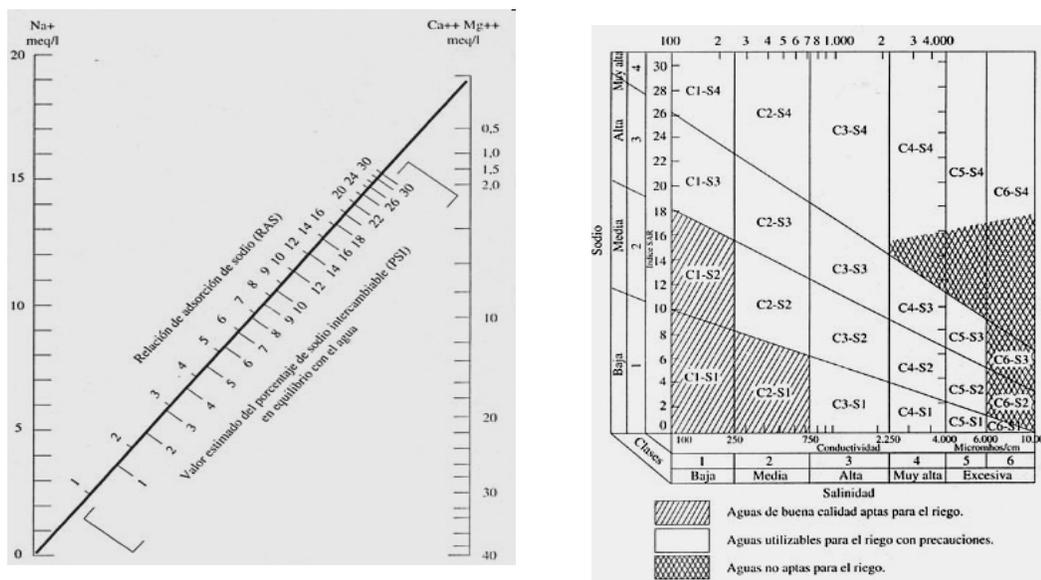


Fig.4.31. Diagramas de normatividad

Tipos

Calidad y normas de uso

- C1 Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad.
- C2 Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
- C3 Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
- C4 Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
- C5 Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
- C6 Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
- S1 Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
- S2 Agua con contenido medio en sodio, y por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario
- S3 Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.
- S4 Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.

Cuadro.4.11.Resultados de la clasificación

FUENTES	Ca	Mg	Na	CE	RAS	Clase	Significado
Guasmal	14.46 me/l	4.72 me/l	0.34 m,e/l	0.146 dS/m	24	C1-S3 Alta Clase 3	Agua útil para riego pero con precaución
Huaca(fin)	12.35 me/l	3.10 me/l	0.3 me/l	0.123dS/m	17	C1-S2 Media Clase 2	Agua de buena calidad para riego
Obispo(fin)	14.12 me/l	3.50 me/l	0.23 me/l	0.13 dS/m	14	C1-S2 Media Clase 2	Agua de buena calidad para riego
Obispo(medio)	12.35 me/l	3.10 me/l	0.12 me/l	0.3 dS/m	14	C1-S2 Media Clase 2	Agua de buena calidad para riego
Q.Sto.Tomás	6.58 me/l	3.10 me/l	0.68 me/l	0.23 dS/m	14	C1-S1 Baja Clase 1	Agua de buena calidad para riego
Huaca(inicio)	11.56 me/l	2.97 me/l	0.112 me/l	0.27 dS/m	16	C1-S1 Baja Clase 1	Agua de buena calidad para riego
Q.Mirador	5.18 me/l	3.58 me/l	0.075 me/l	0.3 dS/m	6	C1-S1 Baja Clase 1	Agua de buena calidad para riego
Q.Amarillo	5.16 me/l	2.89 me/l	0.07 me/l	0.3 dS/m	7	C1-S1 Baja Clase 1	Agua de buena calidad para riego
Obispo(inicio)	12.30 me/l	3.10 me/l	0.16 me/l	0.3 dS/m	7	C1-s1 Baja Clase 1	Agua de buena calidad para riego
Q.Solferino	4.13 me/l	2.48 me/l	0.12 me/l	0.37 dS/m	5	C1-S1 Baja Clase1	Agua de buena calidad para riego

Se concluye que toda el agua que forma parte de la microcuenca del río Guasmal es apta para riego, debido a sus características- químicas y microbiológicas se ajustan a la norma según Riverside.

4.4.7 Evaluación de la calidad del agua con el uso de macroinvertebrados

El agua constituye un elemento indispensable para la vida, pero el uso intensivo hace que se contamine produciendo variaciones drásticas en sus características físico-químicas y biológicas. Una de las formas de detectar los cambios producidos por la contaminación es a través del estudio de macroinvertebrados que viven en el agua, enterrados en el fondo o sobre troncos, residuos vegetales y rocas. Los macroinvertebrados acuáticos incluyen a organismos como: insectos, ácaros, nemátodos, moluscos y lombrices que habitan en ríos, lagos y lagunas.

Debido a que la mayoría de macroinvertebrados viven y se alimentan en el agua, si esta cambia por factores naturales o producidos por el hombre, los organismos más resistentes se adaptan y aumentan el número de sus poblaciones mientras que los organismos más sensibles disminuyen e incluso desaparecen. Por esta razón son considerados indicadores de la calidad del agua. Así, la presencia de ciertos macroinvertebrados como los Ephemeropteros, Plecópteros y Trichopteros son un indicador de aguas limpias, mientras que la presencia de lombrices y Chironómidos es un indicador de aguas contaminadas.

4.4.7.1 Metodología para el muestreo

Para este análisis se siguieron los siguientes pasos:

➤ Elección del lugar de muestreo

La elección se realizó cerca de una posible fuente de contaminación, estableciéndose además dos estaciones adicionales: una río arriba para determinar el estado del agua antes de la fuente de contaminación, y la otra río abajo para determinar si el río se recupera o no.

➤ **Muestreo**

Una vez seleccionadas las estaciones, en cada estero se tomaron tres muestras cuantitativas con el uso de la red de Surber, la cual consta de un marco de 30 x 30 cm al cual está sujeta una red de nylon. Colocando el marco sobre el fondo de la corriente y con las manos o los pies se remueve el material del fondo durante un minuto, quedando así atrapadas las larvas en la red. Esto se repitió por tres veces en cada estación calculándose así, el número de organismos por metro cuadrado. Las muestras se colocaron en tarrinas plásticas y en alcohol al 75%, finalmente se las etiquetó con la siguiente información:

<p><i>Lugar de colecta:</i></p> <p><i>Fecha:</i></p> <p><i>Colector:</i></p> <p><i>Número de muestra:</i></p>

➤ **Análisis del BMWPA:**

Para el análisis de la calidad de agua se consideró el índice BMWPA, la riqueza y la abundancia en porcentaje de las familias indicadoras de calidad de agua de buena calidad que pertenecen a los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (Clase 1), y a la familia Chironomidae del orden Díptera son indicadores de mala calidad de agua (Clase 3).

4.4.7.2 Cálculo del índice Ept y BMWPA

El cálculo de estos índices fue realizado de la siguiente manera:

➤ **Índice ETP**

Para este cálculo se clasificó de acuerdo a las características de cada grupo. Una vez clasificados se determinó la abundancia para lo cual se cuenta el número de individuos en cada grupo anotando los valores obtenidos en la hoja de datos para el índice ETP.

Se suma la abundancia de los órdenes indicadores de buena calidad de agua: Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera y se determina la abundancia total de la muestra sumando a los individuos pertenecientes a Chironomidae.

Finalmente se divide la abundancia de ETP para la abundancia de chironómidos y se multiplica por 100. (Cuadro 4.10, Pág.200)

$$\frac{\text{ETP}}{\text{CHIRONOMIDOS}} * 100 \%$$

➤ **Índice BMWPA**

Este índice permite a través de una escala numérica, comparar los diferentes niveles de degradación ambiental en las corrientes acuáticas. En este índice se

suma los valores correspondientes a las familias encontradas en los sitios de estudio, donde el máximo puntaje que se le asigna a las especies indicadoras de aguas limpias es 10 y el mínimo 1, a las indicadoras de máximo estado de contaminación como la familia Tubificidae. Para esto se identificó a los macroinvertebrados a nivel de familia, se cuentan los individuos presentes en cada familia y se registra la correspondiente abundancia (Cuadro 4.12, Pág.201)

Los resultados de este análisis fueron:

- Las fuentes hídricas que presentaron mayor contaminación son: Río Guasmal, río Huaca, quebrada Pioter, Q. Sto.Tomás, río Obispo en su unión al río Guasmal.
- Las fuentes de agua moderadamente contaminadas son: Quebrada Tenguetan, Q.Amarillo, Q. San José, Río Obispo(inicio), Río Huaca (inicio), Q. Guanaguicho Norte, Q.s.n.1, Q.s.n.2, Q.s.n.3, Q.Guanaguicho Sur.
- Las fuentes hídricas que presentan aguas de calidad muy limpias fueron: Q.s.n.4; Q.s.n.5; Q.Solferino.

Durante el proceso de investigación se determinó que las condiciones ambientales del agua eran estables, y después de un análisis respectivo de macroinvertebrados se pudo complementar lo siguiente:

- Las características físicas del agua se ven afectadas por las actividades (agrícolas, ganaderas, domésticas, industriales) que en esta zona se realizan, esto se evidencia en el cambio de color de las aguas, y aumento del pH; debido al lavado de instrumentos de trabajo, y la incorporación de materiales alterando la composición y aumentando la contaminación.
- Es muy notable el cambio dramático que se dan en lo referente a las características químicas y microbiológicas del agua encontradas con la

utilización de este método, a causa del uso exagerado de productos agrícolas y también las descargas de tipo orgánico por consecuencia de descargas directas a los cauces, alcantarillado y presencia de pozos sépticos en los se producen infiltración de aguas servidas.

- Algunas fuentes hídricas como la quebrada Solferino, Guananguicho Norte, Mirador, presentan aguas de buena calidad en la parte alta, con representantes de las familias: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, esto debido a que no existe mucha influencia de la presencia de fertilizantes ni descargas de alcantarillado, y también la presencia de suelos arenosos; mientras que a medida que estas aguas se van uniendo a quebradas más grandes y los respectivos ríos la calidad del agua se va deteriorando con indicadores biológicos específicos de la contaminación.

- Se encontró también que las fuentes hídricas que presentan un grado más alto de contaminación fueron: río Guasmal, río Huaca, río Obispo; Quebradas como: Amarillo, Pieter, Santo Tomás, Tengueta, debido a que son afluentes que llevan consigo una gran cantidad de desechos de tipo químicos y orgánicos ya que estos fueron encontrados diversos indicadores biológicos que evidencian el grado de contaminación, siendo los más representativos las familias: Oligochaeta, Turbellaria, Simuliidae, Ptilodactylidae; con porcentajes altos de presencia de estas especies.

4.5 ANÁLISIS COMPARATIVO Y ZONIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Para esta comparación se hizo un análisis de la calidad del agua en las partes altas, medias y bajas de la microcuenca.

4.5.1 Análisis comparativo de las fuentes de aguas de la microcuenca del río Guasmal

De acuerdo a los respectivos análisis físico-químicos y microbiológicos, las partes altas de la microcuenca presentan aguas en buen estado; esto debido a que las partes altas poseen cobertura vegetal, lo cual ayuda a la preservación de la calidad de estas aguas.

A medida que el agua va llegando a la parte media de la microcuenca esta agua disminuye su calidad, debido a la incorporación de materia orgánica, residuos de pesticidas por actividad agrícola, contaminación por desechos sólidos, y asentamiento de las comunidades; las mismas que deterioran la calidad del agua. Se hizo un análisis de la calidad del agua del río Obispo en la parte media, quebrada mirador, y la quebrada Guananguicho Norte.

Y finalmente de acuerdo a los análisis físico- químico y microbiológico del agua de la parte baja de la microcuenca del río Guasmal, debido a que el contenido de materia orgánica es considerable, y esta agua no pueden ser utilizadas para consumo humano, tampoco para uso pecuario, pero si se puede hacer uno agrícola con el respectivo tratamiento, esto se puede evidenciar en el Cuadro 4.9, Pág.84.

4.5.1.1 Análisis estadístico de caudales

Para el análisis estadístico se utilizó la Prueba de T pareada, ya que permite estudiar si las condiciones son homogéneas y realizar la respectiva comparación.

1. Se efectuó una comparación de la variación de caudales entre los meses ecológicamente secos (Agosto y Septiembre) y el mes de precipitación normal (Julio).Obteniéndose los siguientes resultados. (Cuadro 4.13).

Cuadro 4.13. Prueba de T pareada para época seca

FUENTES	Época normal	Época seca	di	di2
1)Guasmal	414,1	403,5	10,6	112,36
2) Obispo (fin)	320,05	243,15	76,9	5913,61
3) Q. Pioter	11,3	8,1	3,2	10,24
4) Huaca(fin)	174	143,15	30,85	951,7225
5) Q. Tenguetan	30,15	22	8,15	66,4225
6) Q.Sto.Tomás	36,55	27,35	9,2	84,64
7) Q.Amarillo	4,85	4,5	0,35	0,1225
8) Q. San José	12,1	11,6	0,5	0,25
9) Obispo (inicio)	176	133,4	42,6	1814,76
10) Tramo A-SJ	19,05	18,8	0,25	0,0625
11) Huaca (inicio)	174,5	173,1	1,4	1,96
12) Obispo (medio)	208,6	195,75	12,85	165,1225
13) Tramo GN-M	35,2	33,95	1,25	1,5625
14) Q. Mirador	20,2	18,75	1,45	2,1025
15)Q.Guananguicho N	29,25	26,3	2,95	8,7025
16) Q.s.n.1	12,5	10,25	2,25	5,0625
17) Q.s.n.2	3,8	4,4	-0,6	0,36
18) Q.s.n.3	7,65	5,45	2,2	4,84
19) Q.Guananguicho Sur	8,85	7,95	0,9	0,81
20) Q.s.n. 4	2,95	2,85	0,1	0,01
21) Q.s.n. 5	3,65	3,3	0,35	0,1225
22) Q.Solferino	6,25	4,95	1,3	1,69
x=	77,79	69,72	9,7	
Σ=	1789,34	1572,27	218,7	9146,535

Fuente: Autor

$$S (x1 - x2) = \sqrt{\frac{\sum di2 - (\sum di)^2 / n}{n(n-1)}}$$

Donde:

\bar{x} di = media de las diferencias

n = número de observaciones

di = diferencia de las observaciones

$$S(x_1 - x_2) = \frac{\sqrt{9146.535 - (218.7)^2 / 22}}{22(22 - 1)}$$

$$S(x_1 - x_2) = \frac{\sqrt{9146.535 - 2174.02}}{462}$$

$$S(x_1 - x_2) = 3.8845$$

$$t = \frac{\bar{x} \text{ di}}{S(x_1 - x_2)}$$

t=2.49 ↗ 5%..... 2.0796
 ↘ 1%..... 2.8314 2.49* = significativo al 1%

Existe una diferencia significativa al 5%, lo que significa que existe una diferencia del 95% entre la época seca y la época en la que el caudal se mantiene constante, con una disminución del 5%.

- Al 1% existe una mayor significancia, es decir existe una marcada diferencia de la disminución del caudal en los meses de agosto y septiembre.
- Se realizó también una comparación de la variación de caudales entre los meses lluviosos (Octubre y Noviembre) y meses de precipitación normal (Julio y Diciembre). Obteniéndose así los siguientes resultados. (Cuadro 4.13).

Cuadro 4. 14. Prueba de T pareada para época lluviosa.

FUENTES	Época normal	Época lluviosa	di	di2
1)Guasmal	414,1	418,8	4,7	22,1
2) Obispo (fin)	320,05	325	4,95	24,5
3) Q. Pioter	11,3	11,4	0,1	0,0
4) Huaca(fin)	174	181,85	7,85	61,6
5) Q. Tenguetan	30,15	33,6	3,45	11,9
6) Q.Sto.Tomás	27,25	36,55	9,3	86,5
7) Q.Amarillo	4,85	6,5	1,65	2,7
8) Q. San José	12,1	12,8	0,7	0,5
9) Obispo (inicio)	176	178	2	4,0
10) Tramo A-SJ	19,05	31,15	12,1	146,4
11) Huaca (inicio)	174,5	210,2	35,7	1274,5
12) Obispo (medio)	208,6	220,4	11,8	139,2
13) Tramo GN-M	35,2	38,35	3,15	9,9
14) Q. Mirador	20,2	20,3	0,1	0,0
15)Q.Guananguicho N	29,25	35,8	6,55	42,9
16) Q.s.n.1	12,5	14	1,5	2,3
17) Q.s.n.2	3,8	4,5	0,7	0,5
18) Q.s.n.3	7,65	9,85	2,2	4,8
19)Q.Guananguicho Sur	8,85	11,3	2,45	6,0
20) Q.s.n. 4	2,95	3,25	0,3	0,1
21) Q.s.n. 5	3,65	4,95	1,3	1,7
22) Q.Solferino	6,25	7,05	0,8	0,6
x=	81,47	85,77	4,5	
Σ=	1793,02	1892,07	99,25	1842,8

Fuente: Autor

$$S (x1 - x2) = \frac{\sqrt{\sum di2 - (\sum di)^2 / n}}{n(n-1)}$$

$$S (x1 - x2) = \frac{\sqrt{1842,8 - (99,25)^2 / 22}}{22(22-1)}$$

$$S(x_1 - x_2) = \frac{\sqrt{1842.8 - 447.75}}{462}$$

$$S(x_1 - x_2) = 1.732$$

$$t = \frac{x_{di}}{S(x_1 - x_2)}$$

1.732

$t = 2.59$

 \nearrow 5%..... 2.0796
 \searrow 1%..... 2.8314

2.59 * = significativo al 1%

Existe una diferencia significativa al 5%, significando que existe una diferencia del 95% entre la época lluviosa y la época en la que el caudal se mantiene constante, con un aumento del 5%.

Al 1% existe una mayor significancia, es decir existe una gran diferencia en el aumento del caudal en los meses de noviembre y diciembre.

- Se realizó también un análisis comparativo de las fuentes hídricas monitoreadas con el método ETP (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera), el análisis estadístico es de tipo cualitativo, debido a las características de estos datos.

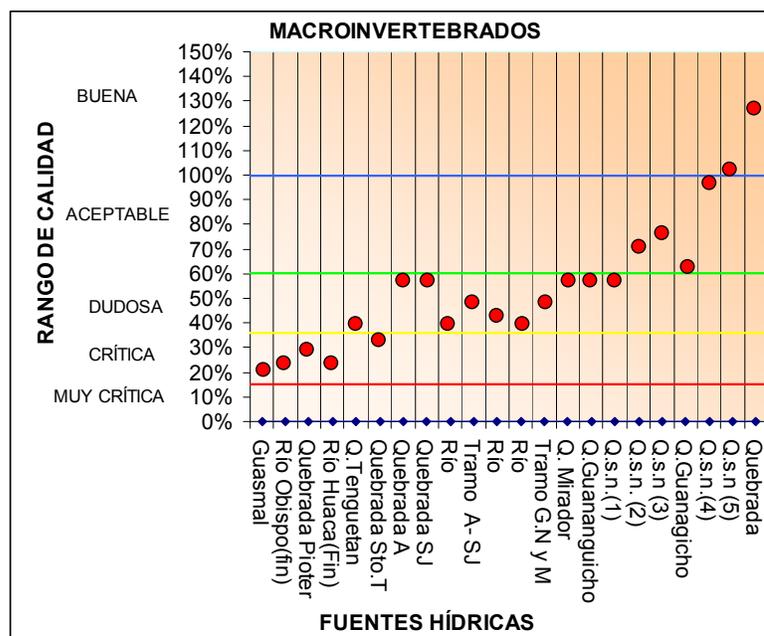


Fig.4.32 Análisis cualitativo de la calidad del agua haciendo uso de macroinvertebrados

Esto permite concluir que en cualquier época de muestreo lluviosa, seca y normal, la calidad del agua es casi constante, y tiene una variación relativamente significativa pero de poca importancia, por tanto las condiciones climáticas no afectan en un grado significativo la calidad de las aguas.

4.5.2 Zonificación de la calidad del agua

Para la zonificación de la calidad del agua se dividió a la microcuenca en tres clases de agua:

4.5.2.1 Zona A

Las aguas que corresponden a esta clasificación son aguas que presentan una buena calidad físico-química y microbiológica, y por lo general este tipo de agua se encuentran en las partes altas de la microcuenca, en sitios donde existe bosque

natural o remanente de vegetación. Esta zona cubre una superficie aproximada de 10% del área total de la microcuenca. A esta clasificación corresponden las aguas de las quebradas: Solferino; q.s.n.4; q.s.n.5. Se dio esta zonificación debido a que en estos lugares no existe alta evidencia de contaminación y degradación del ambiente, ya que se realizan actividades específicamente de tipo ganadero. El estrato bosque se encuentra en buenas condiciones, razón por la cual son aguas que presentan buena calidad.

4.5.2.2 Zona B

A esta clasificación corresponden las aguas que son consideradas buenas, haciendo referencia al uso que se da a cada una de las fuentes que comparten esta clasificación, dentro de esta zonificación se encuentran las quebradas. Guanaguicho Norte, Mirador, Amarillo y San José. Cubre una superficie del 35%. En esta zona se presentan evidencias de contaminación, se dio esta zonificación debido a que en esta zona se presentan actividades de tipo agrícola y ganadero, ya se evidencia deterioro en la calidad del agua, debido al vertimiento de fertilizantes y residuos producto de estas actividades.

4.5.2.3 Zona C

En esta clasificación se encuentran las aguas que presenta una calidad regular, estas son: Q. Tenguetan, Q. Sto. Tomás; Q. Pioter; Q. Guanaguicho Sur. Río Guasmal. Esta zona cubre una superficie de 45%. En esta se encuentran aguas de mala calidad producto de la contaminación de tipo agrícola, ganadero e industrial además es desfogue de redes de alcantarillado alteran la calidad y composición natural del agua, haciendo inútil para uso ganadero y de consumo humano.

4.5.3 Evaluación de impactos ambientales

La evaluación del impacto ambiental es una herramienta indispensable para la planificación, e interpretación de todas las actividades que producen alteraciones y modificaciones en sus características, es de vital importancia para determinar los principales agentes que producen contaminación en el recurso hídrico, y en base a ello efectuar la propuesta de medidas correctivas que beneficien la recuperación del agua. Las metodologías que se emplearon para la identificación y valoración del impacto ambiental fueron de tipo técnico, las mismas que permitieron encontrar los medios y mecanismos para identificar impactos ambientales en forma específica lo cual a su vez permitió determinar alternativas de control, reducción o eliminación de los impactos negativos.

Para este análisis se utilizó de 2 metodologías, una de tipo cualitativo y cuantitativo respectivamente:

- Matrices causa-efecto de Leopold Moore New Cork, Dee 19734)
- Battelle Columbus

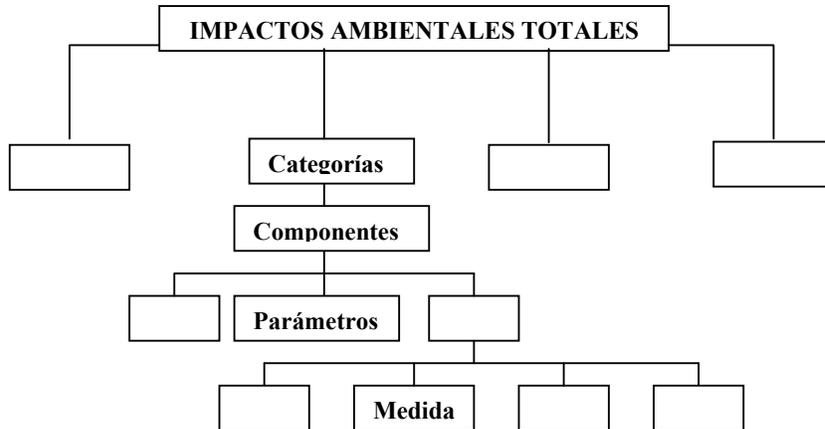
4.5.3.1 Método Cuantitativo (*Battelle-Columbus*)

Una vez realizado el correspondiente diagnóstico de la zona se identificó los principales impactos producidos por diversos factores, tanto ambientales como humanos, con la ayuda de la metodología Battelle- Columbus y a la vez se pudo cuantificar y realizar la respectiva calificación; obteniéndose los siguientes resultados. (Páez Juan Carlos).

Este es un método jerarquizado con cuatro niveles:

Categorías ambientales → componentes → parámetros → medidas

El nivel 3 es la clave de evaluación.



➤ **Categoría: Ecología**

Componente ambiental: Especies y Poblaciones (140)

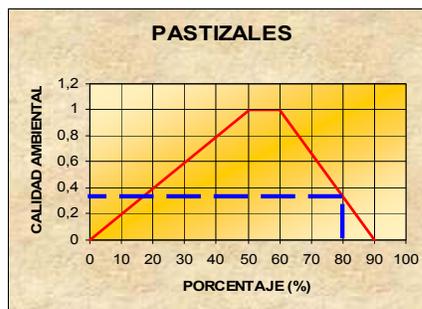
Parámetro: Terrestre (70)

UIA= Unidad de impacto ambiental

CA= Calidad ambiental

UIP= Unidad de índice ponderal

Factor Ambiental: Pastizales y Praderas (14)



$$\begin{aligned}
 \text{UIA} &= (\text{CA}) (\text{UIP}) \\
 \text{UIA} &= 0,37 \times 14 \\
 \text{UIA} &= 5,18
 \end{aligned}$$

Fig.4.33 Diagramas de calificación del Método Batelle- Columbus

El índice de calidad ambiental (CA) que se obtiene resulta de situarse en las abscisas en el valor 80, se sube verticalmente hasta cortar la curva, y en ese punto leer la ordenada correspondiente, en este caso 0.37, se multiplica por el valor dado (14) y se obtiene la unidad de impacto ambiental 5.18

Las unidades de impacto ambiental producidas por los pastizales con calidad ambiental de 80 es 5.18.

Este procedimiento deberá ser realizado para cada uno de los parámetros ambientales que se incluyen en la lista propuesta por este método. El resultado final en unidades de impacto ambiental será la sumatoria de todos los valores que se obtienen para cada uno de los parámetros ambientales, es decir, para cada parámetro ambiental debe desarrollarse una curva que posibilite la obtención de la calidad ambiental. Los demás diagramas se pueden encontrar en anexos Pág.202.

De acuerdo al análisis de este método se encontró un total de unidad de impactos ambiental 310,95 siendo este el índice de afectación, determinándose que es una zona de mediana presencia de impactos ambientales, es decir es una zona que se puede aplicar medidas correctivas para su restauración y conservación. (Cuadro 4.15, Pág.221)

Haciendo un análisis del componente ambiental: Especies y Poblaciones, y de todos los factores inmersos dentro de este se puede deducir que la calidad ambiental de cada uno de estos parámetros están en un rango medianamente aceptable lo que permite concluir que en esta zona se tiene que adoptar medidas correctivas de prevención.

En el parámetro acuático del componente ambiental: Especies y Poblaciones, se encontró un grado de disminución de la calidad del ambiente debido a la poca existencia de aves acuáticas y poca existencia significativa de especies vegetales acuáticas y especies dañinas.

Se encontró en el componente ambiental: Habitats y comunidades, en el factor ambiental cadenas alimenticias es relativamente normal, en esta zona se da un alto uso del suelo ya sea para ganadería como también para agricultura. También existe una gran diversidad de especies tanto animales como vegetales, existiendo el peligro inminente de ser especies en peligro de extinción, debido al grado de deterioro de bosques y páramos en el sector.

En relación al parámetro acuático, se puede apreciar que de igual forma que en el terrestre existe una diversidad de especies vegetales acuáticas, y las características fluviales de los ríos y quebradas son buenas, presentando altos niveles de caudal, con un flujo laminar constante.

En la categoría ambiental de contaminación ambiental, específicamente en el componente ambiental contaminación del agua, se encontró que la pérdida de agua en la cuenca hidrográfica es relativamente baja, mientras que las características físico- químicas y microbiológicas del agua se ven afectadas a medida que estas se van acercando a la parte baja de la microcuenca, mientras que en las partes altas y exclusivamente en los inicios de quebradas las aguas son de buena calidad.

De acuerdo al análisis realizado se puede decir que la calidad ambiental del aire es buena, debido a que existe poca contaminación del aire y los factores son bajos.

En lo referente a la contaminación del suelo se puede ver que en esta zona se da gran uso al suelo para agricultura y ganadería, para ello se deforesta bosques dando paso a extensas áreas de pasto y cultivos, generando una gran erosión potencial.

Dentro de la categoría ambiental de componentes estéticos y especialmente a relieve se tiene que la topografía de esta zona es bastante irregular, con laderas en la parte alta de la microcuenca y la parte final de esta presenta un relieve plano.

En lo relacionado al componente ambiental biota se puede decir que el 50 % de los animales son domésticos, porque la mayoría de los moradores se dedican a la agricultura y el otro 50% corresponde animales salvajes los mismos que se encuentran en zonas de montaña de esta microcuenca.

Y finalmente se encontró que esta zona es un lugar que proyecta diversas sensaciones de confort, tranquilidad y gran integración con la naturaleza debido a la altitud y la composición de su paisaje.

4.5.3.2 Método de Leopold

Para determinar la relación de causalidad entre acciones y factores que se establecen en la matriz, se traza una diagonal en la cuadrícula correspondiente, lo que indica las interacciones que se tendrán en cuenta. Luego se procede a la evaluación individual asignando los valores de magnitud e importancia, junto con el signo respectivo.

➤ Impactos ambientales identificados

A través de un análisis y estudio de la microcuenca del río Guasmal se han determinado e identificado los siguientes impactos ambientales. (Cuadro 4.15)

Cuadro 4.16 Impactos ambientales

SÍMBOLO	IMPACTO AMBIENTAL
-I ₁	Perdida de suelos
+I ₂	Incremento de producción agrícola
+I ₃	Incremento de producción ganadera
-I ₄	Erosión
-I ₅	Disminución de flora
-I ₆	Contaminación por agroquímicos
-I ₇	Disminución de calidad y estética visual

-I ₈	Alteración de la calidad del agua
+I ₉	Incremento de uso de suelos
-I ₁₀	Sobre pastoreo
-I ₁₁	Disminución de afluentes al sistema fluvial
+I ₁₂	Incremento de turismo
-I ₁₃	Disminución de fauna
-I ₁₄	Disminución del cauce
-I ₁₅	Aumento de contaminación
-I ₁₆	Perdida de habitats
-I ₁₇	Destrucción de nichos ecológicos.
-I ₁₈	Acumulación de basura.

Fuente: Autor

a. Calificación Cualitativa

La matriz cualitativa (Cuadro 4.16, Pág.222), esta conformado por los factores ambientales, clima, suelo, agua, flora, fauna, aspectos socio-económicos y por las actividades realizadas en la microcuenca .

Los impactos ambientales identificados en total suman dieciocho (18). Seguidamente se analiza la incidencia de las acciones antrópicas sobre los factores ambientales (Cuadro 4.17, Pág.225) y la cantidad de impactos que generan las acciones antrópicas sobre los factores ambientales.

- **Factores Ambientales**

El factor ambiental sobre el cual incide el mayor número de impactos positivos es el socioeconómico con un puntaje de +18 puntos, luego le sigue el recurso suelo con un puntaje de +16, seguido del agua +6, flora +4, cultural +4 y finalmente fauna +1. La diferencia de la sumatoria de impactos positivos y negativos es de 34 puntos negativos en contra del entorno natural.

- **Acciones Antrópicas**

Las actividades que provocan impactos ambientales durante la fase de ejecución y operación sobre los factores ambientales en orden decreciente.

La actividad que provoca mayor impacto positivo que negativo es la reforestación con un puntaje de +7, luego le sigue el aprovechamiento forestal, manejo de pastos nativos, ampliación de la frontera agrícola con puntaje de +2, proyecto pecuario, operación y distribución hídrica, operación de preparación de tierras, apertura de vías de acceso y operación de cosechas con puntaje de 1.

La actividad que provoca mayor impacto negativo que positivo es la apertura de caminos, operación de eliminación de basura, conducción hídrica, con un puntaje de -2, movimiento de tierras con puntaje de -2, operación de siembra, abonado y control de plagas con un puntaje de -3.

Cuadro 4.18 .Matriz de identificación y valoración de impactos ambientales en la microcuenca del río Guasmal

CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL

ACCIONES DEL PROYECTO		ACCIONES													SUMATORIA							
		EJECUCIÓN											OPERACION		ELEMENTOS	COMPONENTES	CATEGORÍAS					
		Actividades previas	Adquisición de predios	Contratación de mano de obra	limpieza y descapote	Construcción de instalaciones	Adecuación de vías de acceso	Alteración drenaje natural	Construcción de obras de captación	Construcción sitios de depósito	Residuos domésticos	Deterioro del paisaje	Demanda de empleo	Presencia del proyecto				Desviación y descarga de	Mantenimiento			
FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE																						
CAT.COMPLEMENTES																						
FÍSICO	AIRE	Calidad del aire	-3/3			-2/3		3/5		-4/6		-4/5	-1/3			-2/4				-85	-182	-460
		Ruido					3/4	-3/4	-3/4	-4/5	-3/5	-3/4			-2/3	-1/3	-2/2			-97		
	SUELO	Calidad del suelo	-2/3			-2/3	-3/4	-4/4	-3/4	-4/4	-4/4	-5/4	-3/4		-2/3	-2/3	2/2			-118		
		Estabilidad del suelo	-1/2				-2/2	-1/2	-1/2							-2/3				-16		
		Geomorfología y topografía							-3/2	-3/2	-2/2				-2/2		1/1			-19		
		Erosión	-3/3				-2/2	-3/3	-1/3		3/3						-2/2			-29		
		Compactación y asentamientos	-1/2			-1/1	-3/2	-1/2		3/3	-2/3	-2/3					-1/3			-27		
		Permeabilidad															-2/3			-6		
	AGUA	Calidad de agua					-3/3	-3/3	-3/4	-3/3	-4/3				-2/3		-2/2			-61		
Disponibilidad de agua							-2/3							2/2					-2			
BIOLÓGICO	FLORA	Cubierta vegetal				-4/3	-3/2	-2/3	-3/3	-2/2	-1/1			-2/2					-42			
	FAUNA TERRESTRE	Poblaciones				-2/3	-2/3	-3/2							-2/3				-24			
		Habitat				-2/2	-3/3	-3/2		-2/2									-23			
	FAUNA ACUÁTICA	Poblaciones					-2/3			-3/2									-10			
Habitat						-2/3				-3/3					-3/3			-24				
SOCIO - ECONÓMICO	ESPACIO	Servicios públicos-sociales						3/3											9			
		Espacio público					3/3	3/2						2/2					19			
		Paisaje	2/3											-2/3		2/3			6			
	CULTURAL	Arqueológico	3/3																9			
	DEMOGRÁFICO	Calidad de vida				3/2					2/2								10			
		Salud y seguridad												2/2					4			
	ECONOMÍA Y	Empleo				2/2	2/3	2/3		3/2					3/3				31			

➤ **Análisis gráfico de la evaluación matricial**

Para realizar este análisis basta situar en un eje de coordenadas cartesianas los pares ordenados que se forman por los valores en cada casillero de interacción de la matriz, verificando que los signos de importancia sean iguales a los de magnitud.

Pares ordenados:

$(-3,3),(-2,3),(-3,5),(-4,6),(-1,3),(-2,4),(-3,3),(-4,4),(-3,4),(-4,5),(-3,5),(-3,4),(-2,3),(-1,3),(-2,2),(-2,3),(-2,3),(-3,4),(-4,4),(-3,3),(-4,4),(-4,4),(-4,4),(-5,4),(-3,3),(-2,3),(-2,3),(2,2),(-1,2),(-2,2),(-1,2),(-1,2),(-2,3),(-3,2),(-3,2),(-2,2),(-2,2),(-1,1),(-3,3),(-2,2),(-3,3),(-1,3),(-2,2),(-1,2),(-1,2),(-1,1),(-3,2),(-1,3),(-2,3),(-2,3),(-1,3),(-2,3),(-3,3),(-3,3),(-3,4),(-3,3),(-4,3),(-2,3),(-2,2),(-2,3),(2,2),(-4,3),(-3,2),(-2,3),(-3,3),(-2,2),(-2,3),(-3,2),(-2,3),(-1,2),(-3,3),(-3,3),(3,3),(3,2),(2,2),(2,3),(-2,3),(2,3),(3,3),(3,2),(2,2)$.

Para ubicarlos en el gráfico es necesario cambiar el signo del segundo número, con excepción de los pares que tengan el primer número positivo, quedando de la siguiente manera:

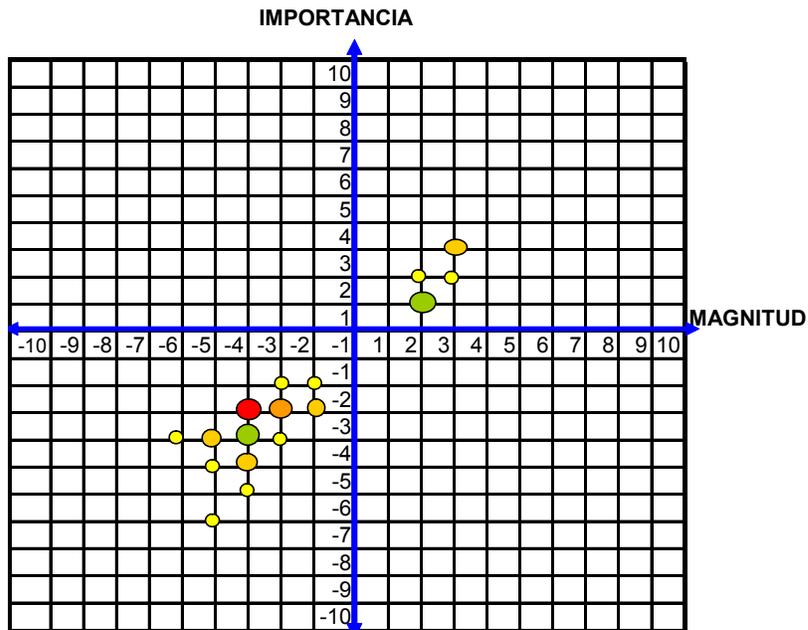


Fig.4.34 Evaluación matricial

Como se puede apreciar la nube de puntos obtenida tiende a agruparse en el tercer cuadrante, en esta microcuenca se generan impactos ambientales negativos y de gran importancia

➤ **Evaluación de impactos**

• **AGUA**

Este elemento es abundante en la zona de estudio, la calidad del agua es aceptable dentro de los rangos determinados para uso agrícola y ganadero.

a) Fase de construcción

De acuerdo a la matriz elaborada con las actividades antropicas y los componentes ambientales; se obtiene una valoración de las interacciones resultantes de la matriz, es evidente que acciones como la alteración del drenaje natural y la construcción de sitios de depósito y la eliminación de la capa vegetal con valores de (12,12,12) ocasionan impactos significativos respectivamente. Las otras acciones consideradas generarán impactos despreciables.

b) Fase de operación

La desviación y descarga de caudales afectarán al agua debido al incremento de materiales sedimentables y material de arrastre con impactos de (6, 49) respectivamente provocando un bajo impacto sobre este elemento.

• **AIRE**

Este componente se encuentra caracterizado por la calidad de aire, y ruido

a) Fase de construcción

El aire es uno de los componentes que tendrá una afectación significativa en la fase de construcción debido a la construcción de obras de captación y residuos domésticos, que alcanzan valores de (24,20), siendo más significativas las alteraciones relacionadas con la disminución de la calidad del aire principalmente por la presencia de material particulado, mal olor que despide la basura y ruido. El nivel sonoro se verá afectado únicamente por impactos negativos despreciables. Las demás acciones generarán únicamente impactos negativos despreciables.

b) Fase de operación

En lo correspondiente a esta etapa, actividades como la disposición de residuos domésticos, olores, ruido, y polvo, con valor de (8) genera impacto negativo despreciable sobre la calidad del aire.

• **SUELO**

El suelo se encuentra caracterizado por elementos como: Calidad del suelo, Estabilidad del terreno, Geomorfología y topografía, Erosión, Compactación y asentamientos, y Permeabilidad.

a) Fase de construcción

Se obtiene impactos de mayor significancia en los elementos relacionados con la compactación y asentamientos; geomorfología y topografía; estabilidad del suelo; y la calidad del suelo, debido a que actividades como residuos domésticos, construcción de obras de captación y adecuación de vías de acceso.

La calidad del suelo se verá afectada en forma significativa principalmente por los residuos domésticos con un valor de (20); construcción de obras de captación (16); adecuación de vías de acceso, generarán impactos de significancia.

En la geomorfología y topografía actual, la alteración del drenaje natural alcanza una valoración de (6) ocasiona impacto de menor significancia.

Sobre la compactación y asentamientos existe mayor significancia con la construcción de obras de captación, y construcción de instalaciones temporales, construcción de sitios de depósito con valores de (6), (6), (6) respectivamente.

b) Fase de operación

La calidad del suelo se verá afectada en menor significativa por la desviación y descarga de caudales con un valor de (6); existiendo menor significancia de este elemento con las demás actividades, como consecuencia de esto no alteran directamente los componentes del suelo.

La desviación y descarga de caudales impacta en forma mínima significativa sobre el proceso erosivo del sitio, con un valor de (4).

Sobre la compactación y asentamientos existe mayor significancia con la desviación y descarga de caudales con un valor de (6).

La permeabilidad se ve alterada de forma significativa por la desviación y descarga de caudales con una valoración de (6). Las demás acciones generarán impactos negativos despreciables.

• FLORA

El subcomponente flora, se halla caracterizado por las especies dominantes en este ecosistema.

a) Fase de construcción

En esta fase de construcción, la vegetación se ve afectada de forma muy significativa por la actividad de limpieza y descapote, presentando un valor de (12).

b) Fase de operación

Durante esta fase, no existe un impacto en esta fase

- **FAUNA**

La fauna de la zona se encuentra caracterizada por la población y habitat, terrestre y acuática.

a) Fase de construcción

Actividades como: limpieza y descapote; construcción de instalaciones temporales, y adecuamiento de vías, los elementos sobre los que ejercen su acción se ven afectados de forma significativa por la eliminación de la capa vegetal, y ruidos y vibraciones.

b) Fase de operación

Las actividades relacionadas la desviación y descarga de caudales afectan de forma muy significativa la fauna acuática debido a la pérdida de habitats, nuevas adaptaciones de los animales.

- **ESPACIO**

Los valores de interés humano han sido caracterizados por los servicios públicos y sociales, espacio público y paisaje.

a) Fase de construcción y operación

En la fase construcción se ha detectado impactos negativos presentando un grado de afectación significativo con la actividad de alteración de drenaje natural, en el

elemento de servicios públicos y sociales como la material particulado, erosión con un valor de (9).

- **ECONOMÍA Y POBLACIÓN**

Los aspectos socioeconómicos se encuentran caracterizados por el empleo y el transporte público.

Fase de construcción y operación

En estas etapas de operación y construcción se han identificado únicamente impactos benéficos sobre los dos factores considerados, la mano de obra es muy necesaria para que se desarrollen las los fases del relleno sanitario y con ello las actividades consideradas dentro de cada una.

Y el elemento de transporte público se ve impactado positivamente con la adecuación de vías de acceso.

- **CULTURAL**

Fase de construcción y operación

En estas fases el aspecto arqueológico y cultural esta impactado positivamente debido a que estos aspectos se mantienen y son conservados debidamente.

4.5.4 Cuenca visual

El método empleado para la determinación de la cuenca visual se lo realizó mediante el método manual.

4.5.4.1 Estudio del paisaje

El territorio aparente es un objeto de interpretación con un enfoque visual para

poder realizar una adecuada gestión ambiental de todos los efectos que produce un territorio en el observador.

Para este estudio fue necesario tomar a algunas fotografías para lograr captar las bellezas escénicas del lugar en forma secuencial cubriendo la totalidad de la microcuenca en diferentes puntos de observación.

Para definir el tipo de paisaje que presenta la microcuenca del río Guasmal es necesario estudiar cada uno de los componentes del paisaje con sus respectivas características visuales básicas.

4.5.4.2 Caracterización visual del paisaje

Se realizó el estudio de la cuenca visual para determinar la degradación ambiental desde el punto de vista de calidad y estética visual del paisaje, esta metodología permitió tener resultados del tipo de degradación paisajística principalmente en el recurso hídrico, identificando los agentes contaminantes en las partes altas, medias y bajas de la microcuenca. Para realizar la correspondiente caracterización visual de los elementos que conforman el paisaje, fue necesario hacer uso del formato y describir cada uno de los atributos y diseños estéticos que cada uno de los componentes posee. (Cuadro 4.19)

A continuación se describen los elementos más sobresalientes de la zona., entre los cuales están: Forma del terreno, suelo y rocas, agua, vegetación y actuaciones humanas.

Cuadro 4.19 Elementos del paisaje de la microcuenca del río Guasmal.

ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL PAISAJE	
PROVINCIA: CARCHI	MICROCUENCA: GUASMAL
CANTONES: SAN PEDRO DE HUACA, MONTÚFAR	ALTITUD: 2889 m.s.n.m
COMPONENTE: MORFOLOGIA	
	La topografía del terreno depende de la posición del observador así como también de las relaciones espaciales existentes.
CARACTERÍSTICAS VISUALES MAS DESTACADAS	ATRIBUTO DEL COMPONENTE ASOCIADO
Textura - Fina - Media Color - Fríos con tonos claros Forma- volumen - Tridimensional Línea - Bordes definidos Definición del espacio - Ladera - Complejo	Altitud - Relativa Pendiente - Fuerte 30% - Ondulada 15% Complejidad Topográfica - Parecida a la ubicación del punto de observación. Singularidad morfológica - Vista panorámica

ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL PAISAJE	
PROVINCIA: CARCHI	MICROCUENCA: GUASMAL
CANTONES: SAN PEDRO DE HUACA, MONTÚFAR	ALTITUD: 2889 m.s.n.m
COMPONENTE: SUELO Y ROCAS	
	Existe un contraste poco marcado por la presencia de las comunidades, apertura de carreteras.
CARACTERÍSTICAS VISUALES MAS	ATRIBUTO DEL COMPONENTE
Textura - Fina - Media - Gruesa Color - Fríos con tonos claros Forma - Variada Línea - Bordes difusos	Superficie expuesta -laderas con fuertes pendientes Procesos erosivos - Erosión eólica 10% - Erosión hídrica 10% Escala - Relativa Singularidades - Vertientes

ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL PAISAJE	
PROVINCIA: CARCHI	MICROCUENCA: GUASMAL
CANTONES: SAN PEDRO DE HUACA, MONTÚFAR	ALTITUD: 2889 m.s.n.m
COMPONENTE: AGUA	
	El recurso agua, actúa como punto de atracción de carácter dominante, marcando claros corredores biológicos como una función del ecosistema.
CARACTERÍSTICAS VISUALES MAS DESTACADAS	ATRIBUTO DEL COMPONENTE ASOCIADO
Textura - Fina Color - Fríos con tonos claros Forma - Geométrica Línea - Bordes difusos Definición del espacio - Ladera - Complejo	Tipo - Ríos - Quebradas Escala - Relativa Singularidades - Vertientes

ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL PAISAJE	
PROVINCIA: CARCHI CANTONES: SAN PEDRO DE HUACA, MONTÚFAR	MICROCUENCA: GUASMAL ALTITUD: 2889 m.s.n.m
COMPONENTE: VEGETACIÓN	
	La importancia de la intervención en el paisaje es enorme, hasta el punto que existen pocos sitios que puedan considerarse estrictamente naturales. Debido al avance de la frontera agrícola, la mayor parte de la vegetación natural ha sido reemplazada por
CARACTERÍSTICAS VISUALES MAS	ATRIBUTO DEL COMPONENTE
Textura - Fina - Media - Gruesa Color - Fríos con tonos claros y brillantes, con contraste interno Forma - Compleja Línea - Bordes definidos - Bordes difusos Definición del espacio - Pie de ladera	Tipo de formación - Arbórea - Arbustiva - Herbácea - Anual Diversidad florística - Poáceas - Melastomatáceas - Asteráceas Altura del estrato superior - 10 m Densidad - Arbolado denso Intervención - Moderado - Especies introducidas en la parte baja y media

ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL PAISAJE	
PROVINCIA: CARCHI CANTONES: SAN PEDRO DE HUACA, MONTÚFAR	MICROCUENCA: GUASMAL ALTITUD: 2889 m.s.n.m
COMPONENTE: ACTUACIONES HUMANAS	
	Se han desarrollado múltiples actuaciones humanas pero son las más evidentes las de tipo agrícola y ganadero, estas no tienen las correctas medidas de restauración o preservación, lo cual en cierta manera ha producido un efecto negativo al ambiente.
CARACTERÍSTICAS VISUALES MAS	ATRIBUTO DEL COMPONENTE
Textura - Fina - Media Color - Fríos con tonos claros y oscuros Forma - Compleja Línea - Bordes definidos - Bordes difusos Contraste - Medianamente contrastado	Tipo de actuación - Agrícola - Ganadería - Industrial - Vías Extensión superficial - 70% de cobertura Diseño - No existe una adecuada actuación y ordenamiento físico

Fuente: Autor

4.5.4.3 Identificación de acciones que dan lugar al deterioro del paisaje

El estudio del paisaje se lo efectuó mediante el análisis de dos enfoques. El primero se consideró como un indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes y vivos del medio.

El segundo enfoque se consideró al paisaje como una expresión de los valores estéticos, plásticos y emocionales del medio natural. En este enfoque del paisaje interesa como expresión espacial y visual del medio.

◆ **Primer enfoque: Medio físico total**

a. Topografía y suelos:

- Movimiento de tierras por actividades de construcción.
- Inestabilidad de laderas.
- Modificación de la topografía debido a la modificación de drenajes.
- Pérdida de suelo por malas prácticas agrícolas.

b. Vegetación:

- Diversidad florística repartida en 4 estratos (bosque, arbustos, cultivos y pastizales).
- El estrato medio (arbusto, matorral) ocupa un 10%, incluyendo la vegetación de márgenes de ríos y quebradas.
- La zona de cultivos cubre una superficie del 40% del área total de esta microcuenca, con vegetación exclusiva de Solanáceas y maizales.
- El 30% del área restante esta poblada por vegetación de tipo herbácea para alimento del ganado.
- Existe un elevado nivel de contaminación de los cultivos por uso exagerado de herbicidas y pesticidas.

c. Naturalidad:

- El paisaje posee una excelente vista desde cualquier punto que se observe, debido a que es una zona alta.
- Se ha intensificado las construcciones en la zona.
- Incremento de la frecuentación (accesibilidad).
- Se ha notado el incremento de los niveles sonoros (sonidos no deseables).
- Contaminación de los espejos de agua por la acumulación de basura.

d. Singularidad:

- Desvíos de caudales de agua en la parte baja de la microcuenca para canales de riego.

◆ **Enfoque N° 2: medio físico perceptual (Paisaje)**

a. Valor testimonial:

El paisaje que presenta la microcuenca del río Guasmal es un paisaje armonioso y de una amplia variedad de vistas; es verdad que hace unos 20 años atrás el paisaje no tuvo mucha intervención, pero en la actualidad todavía cuenta con algunos atractivos naturales, los mismos que llaman la atención a propios y extraños, que ven en la naturaleza un sitio de tranquilidad, aislamiento y hermosura, debido a la diversidad de formas, texturas y colores que aquí se presentan.

B Índice de calidad intrínseco:

Para analizar este punto fue necesario detallar cada uno de sus componentes de la siguiente manera:

✓ *Calidad subjetiva:*

Cabe aclarar que este aspecto depende de la apreciación de cada observador al igual que de su posición. Pero en general este paisaje presenta un relieve de gran variedad superficial en tamaño y forma.

Presenta una vegetación característica de las zonas alto andinas y vegetación de ceja de montaña, con una gran diversidad de tipos, formas, texturas y distribución, con cubierta vegetal casi continua. El recurso hídrico es muy sobresaliente debido a que es una zona con abundante presencia de agua,

como ríos, quebradas y pequeñas vertientes; la mayoría son aguas de buena calidad, con turbiedad moderada, y los cursos de agua tienen características bastante comunes en su recorrido y caudal.

Existe también en el paisaje una gran combinación de colores intensos y variados con contrastes entresuelo, vegetación y agua.

✓ *Proximidad a núcleos de población:*

Existen muchas vías de acceso de segundo orden que llevan a distintas parroquias y comunidades de la microcuenca del río Guasmal.

✓ *Tamaño de núcleos de población próximos:*

Dentro de esta microcuenca está inmersos el cantón San Pedro de Huaca, parroquia Mariscal Sucre, Fernández Salvador entre otros.

✓ *Accesibilidad a puntos de observación:*

En esta microcuenca existen una variedad de puntos de observación debido a que es una zona alta por lo que se puede obtener una excelente visibilidad sin dificultad alguna para llegar a ubicarse en estos puntos.

✓ *Potencial de vistas:*

En esta zona se destaca un impresionante fondo escénico, con un paisaje circundante que incrementa la potencia de va calidad visual.

✓ *Actuaciones Humanas:*

Este paisaje es un paisaje similar a otros existentes en la provincia del Carchi, debido a su topografía y vegetación, pero también es un paisaje con un alto

grado de fragilidad debido a que es una zona con gran potencial agrícola y ganadero.

La calidad del paisaje en relación a la morfología presenta una clase media (B), que se caracteriza por presentar pendientes entre 30 y 60%, la forma de las rocas tiene una clase Baja(C), con apenas o casi nulos rasgos apreciables, la vegetación se ve ha dado una clase Alta(A), con gran diversidad de especies; y la forma del agua tiene una clase Media(B) ya que se presentan cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal

De acuerdo a esta calificación se puede nombrar al paisaje de la microcuenca del río Guasmal como un paisaje de tipo espectacular.

A continuación se analizan los distintos impactos visuales potenciales según la actividad que se lleva a cabo en la microcuenca mencionada. (Cuadro 4.20)

Cuadro 4.20. Impactos visuales potenciales producidos por la actividad antrópica

ACTIVIDADES	IMPACTO VISUAL POTENCIAL	GRADO DE ALTERACIÓN	
Alteración del medio natural	- Contaminación del aire	- Bajo	3
	- Contaminación sonora	- Bajo	5
	- Contaminación del suelo por fertilizantes	- Alto	15
	- Erosión	- Bajo	10
	- Modificación de la cubierta vegetal	- Medio	5
	- Deforestación		
	- Contaminación hídrica	- Bajo	15
	- Alteración del régimen hídrico	- Medio	10
	- Degradación de la calidad escénica	- Medio	5
		- Bajo	5
Construcción y	- Trazado de carretera, desbroce y	- Bajo	4

vías de acceso	limpieza		
Actividades agrícolas y ganaderas	- Disminución de la calidad del suelo	- Medio	8
	- Incremento de zonas de cultivo	- Alta	10
	- Incremento de zonas de pastizales	- Alta	10
Urbanización	- Inadecuado ordenamiento urbanístico	- Medio	8
	- Proyectos de urbanización	- Bajo	5

Fuente: Autor

La mayoría de los impactos potenciales encontrados son: contaminación del suelo por fertilización, contaminación hídrica, alteración del régimen hídrico, incremento de zonas de cultivo y pesticidas con un porcentaje del 50%.

Con la correspondiente calificación y determinación de los elementos que conforman el paisaje y sus características visuales básicas, se determinó la calidad escénica del paisaje de la microcuenca del río Guasmal, con lo cual se identificó los principales problemas ambientales y se determinó las medidas correctivas para cada uno de los elementos. (Cuadro 4.21)

Cuadro 4.21. Medidas correctivas de los principales problemas visuales

PUNTOS DE OBSERVACIÓN	COMPONENTES DEL PAISAJE	PROBLEMAS AMBIENTALES	MEDIDAS CORRECTIVAS
Microcuenca de río Guasmal	Morfología	Cambios en la forma del terreno en un 40%, por procesos del avance de la frontera agrícola, erosión, construcciones y deforestación	* Rehabilitación * Restauración * Observación
	Suelo y Roca	Contaminación por uso de fertilizantes y problemas erosivos	* Rehabilitación * Conservación

	Agua	Contaminación del recurso hídrico por compuestos químicos y orgánicos; disminución del régimen hídrico.	* Rehabilitación
	Vegetación y uso del suelo	Uso de especies maderables, cultivos extensivos y pastizales	* Restauración * Observación
	Actuaciones Humanas	Monocultivo, erosión	* Rehabilitación * Planificación

Fuente: Autor

Para la calificación del paisaje de la microcuenca del río Guasmal, se procedió a tomar fotografías seriadas en diversas partes de la misma, con la ayuda del GPS.

Los siguientes puntos fueron georeferenciados con:

WSG(81)

SAm (56)

Los puntos tomados fueron:

Parte Alta:

Latitud: 18196217

Longitud: 0065848

Altitud: 3051 m.s.n..m

Acimut: 340°



Fig.4.34. Cuenca visual (Parte alta)

Parte Media:

Latitud: 18196450

Longitud: 0066221

Altitud: 2899 m.s.n.m.

Acimut: 148 °



Fig.4.35. Cuenca visual (Parte media)

Parte Baja:

Latitud: 1991023

Longitud: 0070200

Altitud: 27798 m.s.n.m

Acimut: 160°



Fig. 4.36. Cuenca visual (Parte baja)

4.8 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MICROCUENCA

Según el empleo de los cuatro tipos de métodos para determinar los usos que se dan al agua en la microcuenca del río Guasmal, se pudo llegar a concluir que existen algunos entre los que constan:

- Consumo humano
- Agricultura
- Ganadería
- Industria

4.6.1 Consumo humano

El uso consuntivo que se da a este recurso es mínimo, ya que solo se utiliza el agua de la quebrada Solferino de la parte alta, la misma que es empleada por tres familias. El uso consuntivo potencial podría convertirse en la ejecución de una toma de agua para la potabilización, ya que esta agua presenta una buena calidad para este fin.

4.6.2 Agricultura

Este es un uso en el que la demanda de agua es de gran importancia, debido a que se constituye en el elemento indispensable para el riego, fertilización y lavado de instrumentos de trabajo. El uso potencial seguirá siendo el mismo, ya que la agricultura es el eje principal que impulsa la economía del sector.

4.6.3 Ganadería

La ganadería es una de las actividades que demanda de una considerable cantidad de agua, pero cabe señalar que para este fin se utilizan todo tipo de aguas:

El posible uso potencial vendría siendo esta misma actividad, con la diferencia que debería de utilizarse solo aguas que tengan una calidad certificada para cada tipo de uso, y con previo tratamiento.

4.6.4. Industria

La industria es otro sector que demanda gran cantidad de agua, no solo por las actividades que con el agua se generan, sino que también por la directa contaminación que con su uso se genera. Haciendo referencia específicamente de la industria de lácteos.

El uso potencial seguirá manteniéndose con la diferencia que debería de implementarse normas de previo tratamiento de aguas residuales, antes de su descarga directa sobre los cauces de los ríos y quebradas.

4.7 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE APROVECHAMIENTO

Se determinó cuatro tipos de niveles de aprovechamiento los mismos que son:

4.7.1 Nivel Consumo Humano

De los datos obtenidos se puede establecer que solo existe una fuente hídrica propicia para la explotación en este nivel, esta fuente corresponde a la quebrada del Solferino, la misma que presenta un caudal promedio de 6.42 l/s, durante va época lluviosa el caudal aumenta a 7.30 l/s y durante la época seca el caudal disminuye a 5.45 l/s.

De acuerdo a estos lineamientos se determinó que este nivel puede ser sostenible a través del tiempo, con la debida protección de la capa vegetal de la zona de la ceja andina, además debe de mejorarse estructuras de captación de agua, que permitan la explotación eficiente de este recurso, ya que la calidad del agua cumple con los

criterios de calidad de agua para el consumo humano y doméstico de la norma de calidad ambiental.

4.7.2 Nivel Agricultura

En este nivel se registró las fuentes de agua que sirven para riego, entre estas estan; río Huaca, con coordenadas 00191992; 0067915, y el río Obispo 0192321;0066194, cada canal de riego lleva un caudal de 30 l/s aproximadamente. Este nivel puede ser explotado en mayor cantidad y calidad, con el mejoramiento de la calidad del agua, canales de riego adecuados y sobre todo que toda agua residual tenga un previo tratamiento antes de su emisión.

4.7.3 Nivel Pecuario

Este es un nivel similar a nivel de agricultura, este debe explotarse y aprovecharse con el uso de aguas de mejor calidad, ya que depende de la calidad del recurso hídrico para la salud y bienestar de la ganadería.

4.7.4 Nivel Industria

En este último nivel se estableció normas de calidad de agua residual, para que la calidad de las aguas de los ríos y quebradas no se vea afectada con la contaminación proveniente de este sector.

4.8 ALTERNATIVAS SOSTENIBLES DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Existen una serie de problemas e impactos ambientales que se suscitan dentro del área de estudio, tanto de influencia directa como indirecta, pero antes de analizar esta problemática, se realizara un análisis de los aspectos fuertes y débiles tanto externos como internos que influyen en el manejo y conservación de esta

microcuenca.

4.8.1 Análisis FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas)

4.8.1.1 Fortalezas:

- Diversidad de flora y fauna potencialmente aprovechables.
- Bellezas escénicas, paisajísticas y bosques que se pueden aprovechar como ecoturismo.
- Disponibilidad de áreas planas para el desarrollo de proyectos agroforestales.
- Suelos de gran fertilidad aptos para introducción de nuevos cultivos.

4.8.1.2 Debilidades :

- Escasa promoción de los atractivos del área.
- Inexistencia de una partida presupuestaria para solventar la conservación y mantenimiento del área.
- Moderada contaminación del recurso hídrico de la zona.

4.8.1.3 Oportunidades:

- Participación de las comunidades para la protección de los recursos naturales de la microcuenca.
- Posibilidad reobtener financiamiento de instituciones que apoyen la conservación ONGs, así como también instituciones nacionales y extranjeras.

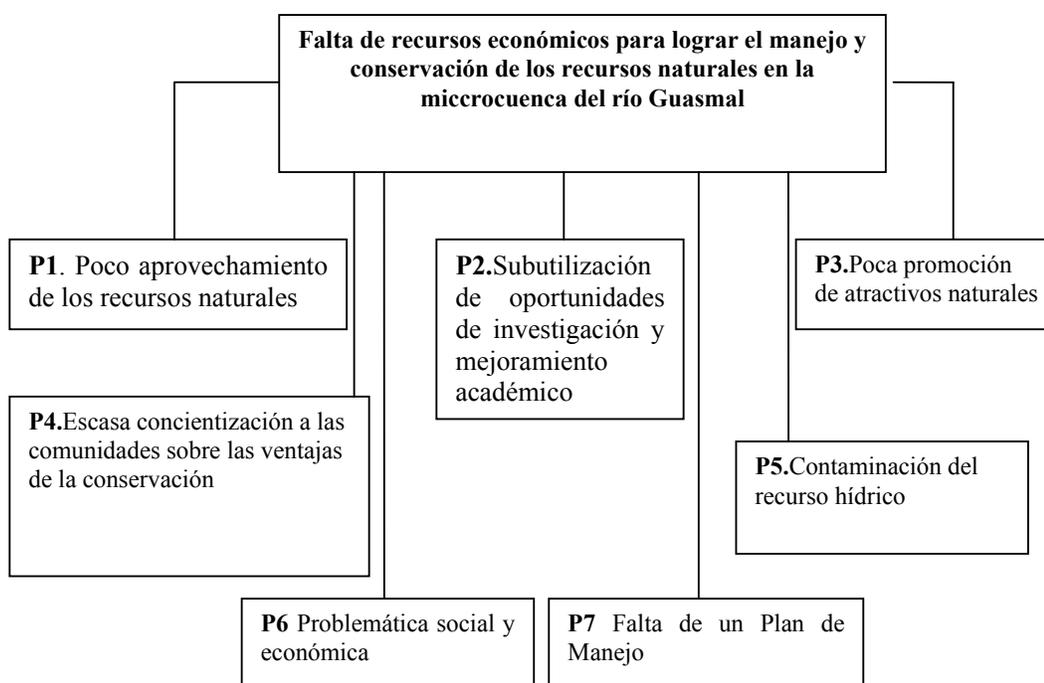
4.8.1.4 Amenazas:

- Falta de compromiso de las autoridades estatales y locales para la conservación del ambiente.

- Falta de interés de moradores de la zona para la conservación y protección de los recursos naturales.
- Incremento de la contaminación hídrica por actividades agrícolas.

4.8.2 Esquema de problemas que se producen la microcuenca del río Guasmal

A continuación se señalan los problemas que se generan en la microcuenca del río Guasmal, los mismos que impiden conseguir los objetivos de conservación y recuperación del ambiente, ya que estos originan a su vez otros problemas y subproblemas que afectan directamente a esta zona.



Los subproblemas originados de estos se encuentran detallados en el (Cuadro 4.22, Pág.158)

4.8.2.1 Problema N° 1(P1) : Poco aprovechamiento de los recursos naturales

- **P.1.1** No existe una suficiente normatividad para el aprovechamiento de los recursos naturales.

A pesar de la existencia de muchas leyes que garantizan el mantenimiento y la conservación de los recursos naturales en el Ecuador, poca o nula importancia se brinda a estas normativas ya sea por razones de desconocimiento o desinterés por parte de la sociedad y de las autoridades de turno.

- **P.1.2** Limitada capacidad de autogestión por ausencia de proyectos.

No existe el direccionamiento adecuado en los procesos de programación, coordinación y organización por parte de la población y principalmente por parte de las autoridades competentes como es el caso del Alcalde del cantón San Pedro de Huaca.

- **P.1.3** Falta promocionar la riqueza natural y paisajística de la zona

Esta microcuenca cuenta con algunos atractivos turísticos, uno de los principales es el santuario de la Purificación de Huaca, el mismo que tiene un importancia religiosa y turística para esta zona. Existen también otros atractivos, como son aguas naturales de vertientes de gas natural, piscinas de aguas termales entre otros, que por el desconocimiento se pierden y se olvidan.

4.8.2.2 Problema N° 2. Subutilización de las oportunidades de investigación y mejoramiento académico.

- **P.2.1 Ausencia de proyectos de investigación**

En la actualidad existe poca apertura para proyectos de investigación, debido a carencia de una visión para el desarrollo ambiental, así como también al desinterés y desconocimiento por parte de las autoridades en relación a la problemática ambiental.

- **P.2.2 No existe identificadas áreas de investigación, educación y recreación**

Debido al desinterés de las autoridades, se han truncado proyectos de investigación que contribuyen a tener una base de datos confiables para zonificar el área con criterios ecológicos, los mismos que permitirían identificar áreas propicias para turismo e interés científico.

- **P.2.3 Financiamiento internacional**

A pesar de existir ciertas ONGs que desean contribuir económicamente para financiamiento de proyectos ambientales, se ven decepcionadas por el poco interés que el cantón San Pedro de Huaca brinda al ambiente, y a pesar de contribuir con el dinero suficiente para financiamiento de proyectos, esos fondos no son aprovechados conscientemente en el ambiente.

4.8.2.3 *Problema N° 3. Contaminación de los recursos naturales*

- **P.3.1 Agotamiento de las fuentes hídricas por la disminución del caudal**

Se ha podido observar e investigar que en los últimos años el nivel de caudal de agua ha disminuido notablemente en comparación hace 10 años atrás, esto debido a otros problemas como son la deforestación de la parte alta de la microcuenca y quema de los páramos, los mismos que actúan como esponjas naturales, reteniendo gran cantidad de humedad.

- **P.3.2 Pérdida de cobertura vegetal**

La pérdida de cobertura vegetal se ha dado por el desbroce de bosques primarios y secundarios de la parte alta de esta microcuenca, lo que ha su vez a permitido el incremento de extensas áreas para el cultivo, y pastizales, siendo estos factores principales para la erosión del suelo.

- **P.3.3 Contaminación del agua**

El mal uso de los recursos naturales, a causa del desconocimiento y sobreexplotación de los mismos por parte de los pobladores del sector han hecho que el agua sea el componente ambiental más contaminado en esta zona, debido a factores como:

- ✓ Mala práctica agrícola

La mala práctica agrícola por parte de los agricultores de la zona que hacen un uso inadecuado del agua por el vertimiento de pesticidas no degradables debido al lavado de instrumentos de campo; además el uso exagerado de nutrientes que aumentan el contenido orgánico en el agua los mismos que son eliminados directamente sobre los cauces de los principales afluentes ocasionando la polución del agua.

- ✓ Uso inadecuado de productos químicos y orgánicos.

- ✓ Cultura de higiene de las personas

- ✓ Deterioro de la calidad del agua por vertimiento de agua servidas

4.8.2.4 Problema N° 4. *La problemática social y económica*

Esta es una consecuencia directa de la falta de educación de los moradores en el uso de los recursos naturales debido a la imperante necesidad de realizar sus actividades diarias, los mismos que arrojan al cauce del río sustancias de desecho de la actividad agrícola, ganadera y de uso doméstico.

- **P.4.1 Falta de difusión de los problemas ambientales a las comunidades**

A pesar de que las comunidades tengan ciertos conocimientos sobre conservación se hace necesario contribuir con más información en el ámbito de la conservación. Muchos de los problemas son originados por el mal uso que se da a los recursos naturales.

4.8.2.5 Problema N° 5. Falta de un Plan de Manejo

La falta de un Plan de Manejo, dificulta tener un direccionamiento adecuado de las actividades que se efectúan dentro de la microcuenca del río Guasmal; impidiendo explotar otras potencialidades como las bellezas escénicas y biodiversidad de flora y fauna, para ser aprovechadas en la ejecución de posibles proyectos de piscicultura, ecoturismo, investigación científica, entre otros.

4. 8.3 Plan de manejo de la microcuenca del río Guasmal

Debe entenderse por manejo de cuenca hidrográfica al conjunto de acciones que se llevan a cabo para lograr un buen uso de los recursos existentes en su ámbito geográfico, con la finalidad de darle sostenibilidad en el tiempo, contribuyendo de este modo al bienestar del hombre.

Con la elaboración del plan de manejo ambiental se describen las acciones que se deben aplicar para minimizar los impactos de las actividades que se realizan dentro de la microcuenca del río Guasmal, así como también minimizar el impacto en el área de contingencia a la microcuenca, considerando estrategias y alternativas de control y tratamiento para disminuir los efectos adversos sobre el medio ambiente. Es así que el monitoreo y seguimiento están encaminados a realizar una observación continua en el tiempo y el espacio a las variables ambientales. La planificación y ejecución de monitoreos y controles en la microcuenca del río Guasmal constituye una tarea imprescindible dentro del área.

4.8.3.1 Marco legal de referencia

A continuación se detallan las bases legales en el que se sustenta el plan de Manejo de la microcuenca del río Guasmal.

➤ Marco Legal Ecuatoriano

En el Ecuador existe un sistema jurídico que no regula en forma clara y concisa los reglamentos a la problemática ambiental y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. A pesar de existir leyes y reglamentos ambientales vigentes, existe un gran incumplimiento por parte de la sociedad y autoridades que hagan cumplir estos mecanismos para contribuir a la preservación del ambiente y de los recursos naturales.

➤ Constitución del estado Ecuatoriano

La Constitución establece disposiciones de carácter ambiental en artículos del sistema jurídico actual relacionados a la conservación de los recursos naturales y el ambiente como:

Art.86.- El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no se afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.

Redeclaran de interés público y se regularán conforme a la ley:

- La preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.
- La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos que para estos fines deberán cumplir las actividades públicas y privadas.

Art.248.- El estado tiene derecho soberano sobre la diversidad biológica, reservas naturales, áreas protegidas y parque nacionales. Su conservación y utilización sostenible se hará con participación de las poblaciones involucradas cuando fuere del caso y de la iniciativa privada, según los programas, planes y políticas que los consideren como factores de desarrollo y calidad de vida y de conformidad con los convenios y tratados internacionales.(Fuente: Constitución Política de la República del Ecuador).

➤ **Leyes Ecuatorianas.**

Se ha expedido diversas leyes para preservar el medio ambiente entre las cuales están: Ley de gestión ambiental, Ley Forestal, Áreas Naturales y Vida Silvestre promulgadas en 1981 y que para su aplicación se expidió el reglamento a la ley forestal que fue readecuado en mayo del año 2000.

a. Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre

CAPÍTULO III

◆ **De la conservación de la flora y fauna silvestres**

Art. 74.- El patrimonio de áreas naturales del Estado se manejará con sujeción a programas específicos de ordenamiento, de las respectivas unidades de conformidad con el plan general sobre esta materia. En estas áreas sólo se ejecutarán las obras de infraestructura que autorice el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Art. 75.- En las unidades del patrimonio de áreas naturales del Estado, que el Ministerio de Agricultura y Ganadería determine, se controlará el ingreso del público y sus actividades, incluyendo la investigación científica. En los Reglamentos se fijarán las tarifas de ingresos y servicios y los demás requisitos que fueren necesarios.

Comentario: En la ejecución tanto las obras civiles como actividades agrícolas y ganaderas deberán ser manejadas y aprobadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, como propuesta principal manteniendo la conservación, protección y administración.

Art. 76.- La flora y fauna silvestres son de dominio del Estado y corresponde al Ministerio de Agricultura y Ganadería su conservación, protección y administración, para lo cual ejercerá las siguientes funciones:

- a) Controlar la cacería, recolección, aprehensión, transporte y tráfico de animales y otros elementos de la fauna y flora silvestres;
- b) Prevenir y controlar la contaminación del suelo y de las aguas, así como la degradación del medio ambiente;
- c) Proteger y evitar la eliminación de las especies de flora y fauna silvestres amenazadas o en proceso de extinción;
- d) Establecer zocriaderos, viveros, jardines de plantas silvestres y estaciones de investigación para la reproducción y fomento de la flora y fauna silvestres;
- e) Desarrollar actividades demostrativas de uso y aprovechamiento doméstico de la flora y fauna silvestres, mediante métodos que eviten menoscabar su integridad
- f) Cumplir y hacer cumplir los convenios nacionales e internacionales para la conservación de la flora y fauna silvestres y su medio ambiente; y,
- g) Las demás que le asignen la Ley y el Reglamento.

Art. 77.- El aprovechamiento de la flora y fauna silvestres no comprendidas en el patrimonio de áreas naturales del Estado, será regulado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el que además determinará las especies cuya captura o utilización, recolección y aprovechamiento estén prohibidos.

Art. 78.- Cualquiera que sea la finalidad, prohíbese ocupar las tierras del patrimonio de áreas naturales del Estado, alterar o dañar la demarcación de las unidades de manejo u ocasionar deterioro de los recursos naturales en ellas existentes.

Comentario: El aprovechamiento de la flora y fauna debe ser controlado y

regulado para evitar la extinción de las diferentes especies , bajo el reglamento otorgado por el Ministerio del Ambiente , así como también debemos proteger todas las áreas que se encuentren frágiles a ser alteradas o dañadas .

◆ Principios Básicos del reglamento de la Ley Forestal

De acuerdo a las características y lineamientos para el manejo de la microcuenca del río Guasmal se puede tomar en cuenta aspectos legales vigentes:

“Se consideran bosques y vegetación protectores a aquellas formaciones vegetales naturales o cultivadas que : tengan como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre, estén situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales o torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en la zonas d escasa precipitación pluvial, ocupen cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes corrientes o fuentes de depósitos de agua, se constituyan cortinas rompevientos o de protección del equilibrio del medio ambiente; hallarse en áreas de investigación hidrológico-forestal”

(Art11, reglamento a la Ley Forestal, Áreas Naturales y Vida silvestre, 22-02-1983)

“La declaratoria de bosques y vegetación protectores podrá efectuarse de oficio o a petición de parte interesada, en virtud de tal declaratoria, los bosque y la vegetación comprendidas en ella deberán destinarse principalmente a las funciones de protección señaladas en el artículo anterior y complementariamente, podrán ser sometidos a manejo forestal sustentable”. (art.12, Reglamento a la Ley Forestal, Áreas naturales y Vida Silvestre, 22-02-1983)³

b. Ley de aguas.

Decreto Supremo No. 369. RO/ 69 de 30 de Mayo de 1972.

TITULO I

◆ Disposiciones fundamentales

Art. 1.- Las disposiciones de la presente Ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.

Nota: Corresponden al Consejo en general, las funciones que la Ley de Aguas, la Ley de Creación del INERHI y la Ley de Desarrollo Agrario asignan a este Instituto. Se exceptúan aquellas funciones que se relacionan con conservación ambiental, control de la contaminación de los recursos hídricos y la construcción, mantenimiento y manejo de obras de infraestructura, que en este Decreto se atribuyen a las corporaciones regionales de desarrollo. Disposición dada por Art. 3 del Decreto Ejecutivo No. 2224, publicado en Registro Oficial Suplemento 558 de 28 de Octubre de 1994.

Art. 2.- Las aguas de ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación.

No hay ni se reconoce derechos de dominio adquiridos sobre ellas y los preexistentes solo se limitan a su uso en cuanto sea eficiente y de acuerdo con esta Ley.

Art. 3.- Para los fines de esta Ley, decláranse también bienes nacionales de uso público todas las aguas, inclusive las que se han considerado de propiedad particular. Sus usuarios continuarán gozándolas como titulares de un derecho de aprovechamiento de conformidad con esta Ley.

Art. 4.- Son también bienes nacionales de uso público, el lecho y subsuelo del mar

interior y territorial, de los ríos, lagos o lagunas, quebradas, esteros y otros cursos o embalses permanentes de agua.

Art. 5.- Por derecho de aprovechamiento se entenderá la autorización administrativa, intransferible, para el uso de las aguas con los requisitos prescritos en esta Ley.

Las aguas destinadas a un inmuebles o industria, podrán ser usadas por el mero tenedor de éstas, en las mismas condiciones y con las limitaciones que tuvo el titular del derecho de aprovechamiento.

Art. 6.- El concesionario de un derecho de aprovechamiento de aguas tiene igualmente la facultad de constituir las servidumbres de tránsito, acueducto y conexas. Está obligado a efectuar las obras necesarias para ejercitar tales derechos.

Art. 7.- La concesión de un derecho de aprovechamiento de aguas, estará condicionado a las disponibilidades del recurso y a las necesidades reales del objeto al que se destina.

Art. 8.- Las personas que hubiesen adquirido derechos de aprovechamiento de aguas, no podrán oponerse a que otros interesados utilicen las aguas del mismo cauce, y por lo tanto a estos les está permitido colocar el correspondiente bocacaz, cuyas obras no podrán perjudicar a los poseedores anteriores.

La limitación y regulación del uso de las aguas a los titulares de un derecho de aprovechamiento, corresponde al Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos de conformidad con el literal i) del Art. 3 del Decreto No. 1551, de 10 de Noviembre de 1966 y esta Ley.

Art. 9.- Los dueños de predios lindantes con cauces públicos podrán poner defensas contra las aguas en sus respectivas márgenes, por medio de plantaciones,

muros, estacadas, revestimientos, etc. Antes de colocarlas, deben ponerlas en conocimiento del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, quien, previa inspección, las autorizará o no.

Art. 10.- Los terrenos que fuesen inundados por crecidas, continuarán siendo de propiedad privada, si ésta fue la calidad que tenían antes de la misma.

Art. 11.- Cuando una laguna o río varíe o cambie de cauce, con perjuicio de las propiedades adyacentes a las riberas, los dueños de éstas, con autorización del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, podrán hacer las obras necesarias para restituir las aguas a su acostumbrado lecho; la parte de éste que permanentemente quedó en seco revertirá a las heredades contiguas, de conformidad con lo dispuesto sobre la materia en el Código Civil. Para ejercitar este derecho, los interesados tendrán el plazo de dos años, contados desde la fecha en que cambió el cauce de la corriente.

El mismo derecho podrá ejercitarse para ejecutar, con permiso del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, obras de defensa en los cauces o vasos de las corrientes de depósitos que tiendan a causar con su cambio de posición, perjuicio a los dueños de propiedades adyacentes a las riberas.

Art. 12.- El Estado garantiza a los particulares el uso de las aguas, con la limitación necesaria para su eficiente aprovechamiento en favor de la producción.

Art. 13.- Para el aprovechamiento de los recursos hidrológicos, corresponde al Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos:

- a) Planificar su mejor utilización y desarrollo;
- b) Realizar evaluaciones e inventarios;
- c) Delimitar las zonas de protección;
- d) Declarar estados de emergencia y arbitrar medidas necesarias para proteger las aguas; y,
- e) Propender a la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.

Art. 14.- Solo mediante concesión de un derecho de aprovechamiento, pueden utilizarse las aguas, a excepción de las que se requieran para servicio doméstico.

Art. 15.- El beneficiario de un derecho de aprovechamiento de aguas, está obligado a construir las obras de toma, conducción, aprovechamiento y las de medición y control para que discurran únicamente las aguas concedidas, las mismas que no podrán ser modificadas ni destruidas cuando ha concluído el plazo de la concesión, sino con autorización del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos.

La unidad de medida de caudal es el litro por segundo o su múltiplo el metro cúbico por segundo. La unidad de medida de volumen es el metro cúbico.

TITULO II

◆ De la conservación y contaminación de las aguas

CAPITULO I

✓ De la conservación

Art. 20.- A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes.

Art. 21.- El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

CAPITULO II

✓ De la contaminación

Art. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás Entidades Estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición.

TITULO IV

✓ De los usos de aguas y prelación

Art. 33.- Los aprovechamientos de agua están supeditados a la existencia del recurso, a las necesidades de las poblaciones, del fundo o industria y a las prioridades señaladas en esta Ley.

Art. 34.- Las concesiones del derecho de aprovechamiento de agua se efectuarán de acuerdo al siguiente orden de preferencia:

- a) Para el abastecimiento de poblaciones, para necesidades domésticas y abrevadero de animales;
- b) Para agricultura y ganadería;
- c) Para usos energéticos, industriales y mineros; y,
- d) Para otros usos.

En casos de emergencia social y mientras dure ésta, el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos podrá variar el orden antes mencionado, con excepción del señalado en el literal a).

Art. 35.- Todo cambio de bocatoma o traslado de derechos de agua en cauces naturales o artificiales, solo podrán efectuarse con la autorización del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos. Se precisará también de esta autorización

para la construcción de embalses.

Art. 36.- Si varios usuarios llevan sus aguas por un acueducto común, cada uno de ellos puede desviar en el lugar más conveniente las que le corresponden, siempre que no se haga más onerosa la servidumbre para los respectivos predios sirvientes, que no se perjudique el derecho de los demás usuarios, y que se indemnicen los perjuicios que la desviación ocasione.

A petición de parte interesada, los usuarios están obligados a poner un medidor en el punto en que desvían las aguas para su predio, a fin de que pase solamente la cantidad de agua a que tiene derecho y pueda continuar el sobrante por el cauce común.

Las reclamaciones se tramitarán según lo establecido en esta Ley.

TITULO V

✓ De las concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas para uso doméstico y de saneamiento

Art. 37.- Las concesiones de agua para consumo humano, usos domésticos y saneamientos de poblaciones, se otorgarán a los Municipios, Consejos Provinciales, Organismos de Derecho Público o Privado y particulares, de acuerdo a las disposiciones de esta Ley.

TITULO VI

✓ De las concesiones del derecho de aprovechamiento para riego

Art. 38.- Las concesiones de un derecho de aprovechamiento de agua para riego, se otorgarán exclusivamente a quienes justifiquen necesitarlas, en los términos y condiciones de esta Ley.

Art. 39.- Las aguas destinadas al riego podrán extraerse del subsuelo, glaciares,

manantiales, cauces naturales y artificiales cuando exista tal necesidad y en la medida determinada técnicamente por el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos.

4.8.4 Directrices del plan

4.8.4.1 *Objetivo general:*

- Elaborar el Plan de Manejo Ambiental de la microcuenca del río Guasmal , para conservar la sustentabilidad del área.

4.8.4.2 *Objetivos específicos:*

- Contribuir con el equilibrio y la sustentabilidad del medio.
- Brindar alternativas de control y tratamiento para disminuir los efectos adversos sobre el medio ambiente.
- Fomentar y regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- Mantener los ecosistemas con sus características asegurando la continuidad de sus procesos ecológicos.
- Aprovechar las potencialidades biológicas y paisajísticas de la zona para su desarrollo.
- Proteger y conservar los recursos hídricos para garantizar su calidad y cantidad.

4.8.5 Políticas para el manejo de la microcuenca del río Guasmal

- **Planificación:** La zona de estudio deberá contar con un documento base de gestión ambiental: PLAN DE MANEJO

- **Protección y Manejo de Recursos Naturales:** Se levantará información con el uso de registros e inventarios de los recursos naturales, lo que permitirá establecer medidas de protección y manejo sustentable de los mismos.

4.8.6 Duración del Plan de Manejo

De acuerdo al diagnóstico del área de estudio y de los objetivos de manejo, la propuesta de Plan de manejo de la microcuenca del río Guasmal tendrá una duración de 5 años, tiempo necesario para cumplir con los objetivos planteados.

4.8.7 Programas de manejo

De acuerdo al análisis de la problemática que se presenta en la microcuenca del río Guasmal, y a las necesidades de la zona, se han elaborado cuatro programas, los mismos que cuya ejecución garantizarán el cumplimiento de los objetivos planteados en el plan de manejo de esta microcuenca y con lo cual se contribuirá a mejorar el medio ambiente, respondiendo a cada uno de los problemas encontrados en la microcuenca.

4.8.7.1 Aspectos físicos:

◆ Programa de control y tratamiento de aguas residuales y de escorrentía

a. Objetivo:

Obtener una base de datos confiables que permitan realizar avances científicos en lo referente al medio ambiente de la zona.

b. Operaciones a realizarse:

Diseño de proyectos de investigación de la diversidad faunística, y florística para poner a consideración de organismos nacionales e internacionales para el posible financiamiento.

Objetivo: Realizar investigaciones para mejorar el tratamiento de los recursos naturales y contribuir a desarrollo de la microcuenca del río Guasmal.

Localización: Microcuenca del río Guasmal

c. Responsables: Municipio de San Pedro de Huaca, Municipio de Montúfar e instituciones privadas, Universidades.

d. Posibles Proyectos a Implementarse:

- Proyecto de manejo de aguas residuales domésticas
- Proyecto de manejo de aguas residuales industriales
- Proyecto de manejo de aguas de escorrentía

e. Plan de monitoreo:

- Monitoreo y seguimiento de la calidad del agua.

♦ **Programa de manejo y disposición de residuos sólidos**

El nivel de producción de desechos orgánicos exige un tratamiento adecuado para reducir la contaminación generada por malos olores, gases, lixiviados y reproducción de insectos vectores de enfermedades o roedores. Para la ejecución de este programa, todas las operaciones que tienen relación con el manejo de desechos se realizará bajo supervisión de expertos que deberán impulsar actividades que fomenten la preservación del entorno natural.

a. Objetivo:

Disminuir los niveles de contaminación que producen los residuos orgánicos por el proceso natural de descomposición.

b. Operaciones a realizarse:

1.- Diseño y ejecución de proyectos de manejo de desechos sólidos

Objetivo: Manejar sustentablemente los recursos de la microcuenca del río Guasmal y contribuir en la gestión de la misma.

Localización: Microcuenca del río Guasmal

c. Responsables: Municipio de San Pedro de Huaca.

d. Posibles Proyectos a Implementarse:

- Proyecto de manejo de residuos sólidos domésticos
- Proyecto de manejo de residuos sólidos especiales.

e. Plan de monitoreo

- Monitoreo y seguimiento en el manejo de residuos sólidos.

♦ Programa de manejo y aprovechamiento sustentables de los recursos naturales

Para la ejecución de este programa, todas las operaciones que tienen relación con el manejo de los recursos naturales y su aprovechamiento sustentable, estarán bajo la supervisión de personas que deberán impulsar tareas para el aprovechamiento sostenido de la flora, fauna; el manejo y conservación del suelo y del agua entre

otras actividades que fomenten la preservación del entorno natural.

a. Objetivo:

Apoyar a la sustentabilidad y viabilidad económica y ecológica de la microcuenca del río Guasmal a través de proyectos de gestión ambiental.

b. Operaciones a realizarse:

1.- Diseño y ejecución de proyectos de manejo y producción sustentable

Objetivo: Manejar sustentablemente los recursos de la microcuenca del río Guasmal y contribuir en la gestión de la misma.

Localización: Microcuenca del río Guasmal

c. Responsables: Municipio de San Pedro de Huaca, Municipio de Montúfar e instituciones privadas.

♦ **Subprograma de manejo del recurso agua**

a. Posible Proyecto a Implementarse:

- Proyecto de manejo del recurso agua

b. Plan de monitoreo:

- Monitoreo de la disponibilidad del recurso agua
- Monitoreo y seguimiento de la calidad del agua.
- Monitoreo de caudales de las corrientes de la microcuenca.

♦ **Subprograma de manejo del suelo y control de erosión**

a. Posibles Proyectos a Implementarse:

- Proyecto de manejo de la capa superior del suelo
- Proyecto de manejo y control de erosión (Manejo de la estabilidad de laderas)

b. Plan de monitoreo:

- Monitoreo y seguimiento del manejo de suelos así como también del control de la erosión

4.8.2.2 Aspectos bióticos

♦ **Subprograma de protección y conservación de hábitats**

a. Posibles Proyectos a Implementarse:

- Proyecto de protección y conservación de hábitats
- Monitoreo de aves existentes en la parte alta de la microcuenca del río Guasmal.

b. Plan de monitoreo:

- Monitoreo y seguimiento del estado y recuperación de los hábitats
- Monitoreo y protección de la fauna.

♦ **Subprograma de manejo forestal**

a. Posibles Proyectos a Implementarse:

- Proyecto de reforestación
- Aprovechamiento sustentable de pequeñas plantaciones de *Eucalyptus globulus* existentes.
- Establecimiento de viveros forestales para la producción de especies nativas.
- Cultivos agrícolas en sistemas agroforestales
- Proyectos de adaptación de diferentes especies frutales
- Establecimiento de una parcela permanente para determinar la dinámica del bosque.
- Estudio etnobotánico y fotoquímico de plantas medicinales.

b. Plan de monitoreo:

Monitoreo y seguimiento de cada uno de los posibles proyectos.

♦ **Subprograma paisajístico**

a. Posibles Proyectos a Implementarse:

- Creación de una página web que muestre los distintos atractivos turísticos de la zona.
- Impresión y distribución de documentos informativos como tripticos, afiches de los principales atractivos turísticos.

b. Plan de monitoreo:

- Monitoreo y seguimiento de procesos sucesionales, paisaje y áreas bajo coberturas protectoras

4.8.2.3 Aspectos sociales

♦ Programa de educación

Este programa debe realizarse por personas que tengan un amplio conocimiento en el tema de manejo de recursos naturales y su aprovechamiento sustentable, las mismas que motivarán a las comunidades con actividades que fomenten la preservación del entorno natural.

a. Objetivo:

Apoyar a la sustentabilidad y fomentar la educación ambiental a las comunidades inmersas dentro de la microcuenca del río Guasmal a través de proyectos de gestión ambiental.

b. Operaciones a realizarse:

1.- Educación ambiental a las comunidades y visitantes inmersos dentro de la microcuenca.

Objetivo: Capacitar a las comunidades en el manejo sustentable de los recursos de la microcuenca del río Guasmal y contribuir en la gestión de la misma.

Localización: Microcuenca del río Guasmal

c. Responsables: Municipio de San Pedro de Huaca, Municipio de Montúfar e instituciones privadas.

d. Posible Proyecto a Implementarse:

- Proyecto de educación ambiental a la comunidad

e. Plan de monitoreo:

- Monitoreo y seguimiento al proyecto educativo

Cuadro 4.22 SÍNTESIS DE LOS PROGRAMAS DEL PLAN DE MANEJO

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTOS PROPUESTOS	PLAN DE MONITOREO	RECURSOS	RESPONSABLES	DURACIÓN				
						1	2	3	4	5
5.6.1 PROGRAMA DE CONTROL Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DE ESCORRENTÍA		Proyecto de manejo de aguas residuales domésticas	Monitoreo y seguimiento de la calidad del agua.	Político	Municipio de San Pedro de Huaca, Municipio de Montúfar, Instituciones privadas,	X	X	X	X	X
		Proyecto de manejo de aguas residuales industriales		Económico		X	X	X	X	X
		Proyecto de maneio de aguas de escorrentía		Tecnológico Humano		X	X	X	X	X
5.6.1 PROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		Proyecto de manejo de residuos sólidos domésticos	Monitoreo y seguimiento en el manejo de residuos sólidos	Político	Municipio de San Pedro de Huaca, Municipio de Montúfar	X	X	X		
		Proyecto de manejo de residuos sólidos especiales.		Económico Tecnológico Humano		X	X	X		
5.6.1 PROGRAMA DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLES DE LOS RECURSOS NATURALES	5.6.1.1 SUBPROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO AGUA	Proyecto de manejo del recurso agua	Monitoreo de la disponibilidad del recurso agua Monitoreo y seguimiento de la calidad del agua. Monitoreo de caudales de las corrientes de la microcuenca.	Político	Municipio de San Pedro de Huaca, Municipio de Montúfar	X	X			
				Económico		X	X			
				Tecnológico Humano		X	X	X	X	X
5.6.1 PROGRAMA DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLES DE LOS RECURSOS NATURALES	5.6.1.1 SUBPROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO Y CONTROL DE EROSIÓN	Proyecto de manejo de la capa superior del suelo	Monitoreo y seguimiento del manejo de suelos así como también del control de la erosión	Tecnológico	Municipio de Huaca Montúfar Municipio de Huaca Montúfar Comunidad			X	X	
		Proyecto de manejo y control de erosión (Manejo de la estabilidad de laderas)		Humano Económico				X	X	
	5.6.1.1 SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS	Proyecto de protección y conservación de hábitats	Monitoreo y seguimiento del estado y recuperación de los hábitats	Tecnológico Humano Económico	Municipio de Huaca Montúfar Comunidad			X	X	X
		Monitoreo de aves existentes en la parte alta de la microcuenca del río Guasmal.	Monitoreo y protección de la fauna	Tecnológico Humano Económico	Municipio de Huaca Montúfar			X	X	

5.6.1 PROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	5.6.1.1 SUBPROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO AGUA	Proyecto de manejo del recurso agua	Monitoreo de la disponibilidad del recurso agua	Político	Municipio de San Pedro de Huaca,	X	X						
			Monitoreo y seguimiento de la calidad del agua.	Económico	Municipio de	X	X						
			Monitoreo de caudales de las corrientes de la microcuenca.	Tecnológico	Montúfar	X	X	X	X	X			
	5.6.1.1 SUBPROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO Y CONTROL DE EROSIÓN	Proyecto de manejo de la capa superior del suelo	Proyecto de manejo y control de erosión (Manejo de la estabilidad de laderas)	Monitoreo y seguimiento del manejo de suelos así como también del control de la erosión	Tecnológico Humano Económico	Municipio de Huaca							
						Municipio Montúfar				X	X		
	5.6.1.1 SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS	Proyecto de protección y conservación de hábitats	Monitoreo de aves existentes en la parte alta de la microcuenca del río Guasmal.	Monitoreo y seguimiento del estado y recuperación de los hábitats	Tecnológico Humano Económico	Municipio de Huaca Municipio Montúfar Comunidad		X	X	X			
				Monitoreo y protección de la fauna	Tecnológico Humano Económico	Municipio de Huaca Municipio de Montúfar		X	X				
	5.6.1.1 SUBPROGRAMA DE MANEJO FORESTAL	Proyecto de reforestación	Aprovechamiento sustentable de pequeñas plantaciones de <i>Eucalyptus globulus</i> existentes.	Monitoreo y seguimiento de cada uno de los posibles proyectos	Económico Científico Humano	Municipio de Huaca	X	X					
						Comunidades				X	X		
									X	X	X	X	
						Comunidades Instituciones		X	X	X			
						Instituciones privadas	X	X					
	Proyectos de adaptación de diferentes especies frutales			Tecnológico Humano Económico	Instituciones Comunidades	X	X						

		Establecimiento de una parcela permanente para determinar la dinámica del bosque.	Monitoreo y seguimiento de cada uno de los posibles proyectos	Tecnológico Humano	Instituciones privadas					X	
		Estudio etnobotánico y fotoquímico de plantas medicinales		Tecnológico Humano Económico	Instituciones privadas Municipios Universidades			X	X		
	5.6.1.1 SUBPROGRAMA PAISAJÍSTICO		Creación de una página web que muestre los distintos atractivos turísticos de la zona.	Monitoreo y seguimiento de procesos sucesionales, paisaje y áreas bajo coberturas protectoras	Político Económico Tecnológico	Municipio de San Pedro de Huaca Municipio de Montúfar	X				
			Impresión y distribución de documentos informativos como tripticos, afiches de los principales atractivos turísticos.		Político Económico	Municipio de Huaca Municipio de Montúfar	X	X	X	X	X
5.6.1 PROGRAMA DE EDUCACIÓN		Proyecto de educación ambiental a la comunidad	Monitoreo y seguimiento al proyecto educativo	Político Económico	Ministerio del Ambiente	X	X	X	X		

Fuente: Autor

4.8.3 Análisis financiero para la ejecución del plan

La difícil situación financiera en la que se encuentra el país, es un limitante para lograr la eficiente administración actual de los municipios y con ello invertir en proyectos de investigación y manejo ambiental para poder lograr la ejecución e implementación del Plan de Manejo.

El financiamiento necesario para la implementación del Plan es indispensable para prevenir el deterioro ambiental y mejorar los niveles de vida de la población.

4.8.3.1 Plan Operativo Anual (POA)

El POA es una herramienta de planificación a mediano plazo que nos indica las actividades con sus respectivos responsables que se llevarán a cabo en un año.

En el cuadro se detalla las operaciones y actividades, responsables y costos de ejecución de las mismas, las cuales se encuentran contempladas en los Programas y subprogramas. (Cuadro 4.23, Pág. 162).

Cuadro 4.23

PLAN OPERATIVO DE LOS PROGRAMAS Y SUBPROGRAMAS DEL PLAN DE MANEJO

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	PROYECTOS	RESPONSABLES	INDICADORES	COSTO ESTIMADO
5.6.1 PROGRAMA DE CONTROL Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DE ESCORRENTÍA		Proyecto de manejo de aguas residuales domésticas	Municipio de San Pedro de Huaca,	- Análisis del agua Tratamiento	1000 USD
		Proyecto de manejo de aguas residuales industriales	Municipio de Montúfar Instituciones privadas,	- Análisis de parámetros físico-químicos - Sugerir previo tratamiento antes de descarga a las fuentes hídricas	2500 USD
		Proyecto de manejo de aguas de escorrentía	Universidades.	- Encauzamiento de aguas de escorrentía - Protección de taludes y pendientes	3000 USD
5.6.1 PROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		Proyecto de manejo de residuos sólidos domésticos	Municipio de San Pedro de Huaca,	- Clasificación de desechos sólidos - Reciclaje de desechos sólidos	300 USD
		Proyecto de manejo de residuos sólidos especiales.	Municipio de Montúfar	- Clasificación de desechos hospitalarios - Manejo adecuado	300 USD

5.6.2 PROGRAMA DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLES DE LOS RECURSOS NATURALES	5.6.1.1 SUBPROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO AGUA	Proyecto de manejo del recurso agua	Municipio de San Pedro de Huaca, Municipio de Montúfar	- Monitoreo de la calidad del agua Monitoreo del caudal de todas las fuentes cada mes	500 USD
	5.6.2.1 SUBPROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO Y CONTROL DE EROSIÓN	Proyecto de manejo de la capa superior del suelo	Municipio de Huaca Municipio Montúfar Comunidad	- Revegetación	100 USD
	5.6.2.1 SUBPROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO Y CONTROL DE EROSIÓN	Proyecto de manejo y control de erosión (Manejo de la estabilidad de laderas)	Municipio de Huaca Municipio Montúfar Comunidad	Reforestación de carreteras - Protección con cercas vivas - Prácticas de manejo del suelo conservacionista	300USD
	5.6.2.1 SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS	Proyecto de protección y conservación de hábitats	Municipio de Huaca Municipio Montúfar Comunidad	- Cuidado del bosque Contratar especialistas	800 USD
	5.6.2.1 SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS	Monitoreo de aves existentes en la parte alta de la microcuenca del río Guasmal.	Municipio de Huaca Municipio de Montúfar Instituciones privadas	- Realizar un inventario de aves de la zona - Monitoreo constante	500 USD

5.6.1 PROGRAMA DE MANEJO Y APROVECHAMIE NTO SUSTENTABLES DE LOS RECURSOS NATURALES	5.6.1.1 SUBPROGRAMA DE MANEJO FORESTAL	Proyecto de reforestación de	Municipio de Huaca Municipio de montúfar Comunidades	-Buscar zonas a reforestar - Plantas nativas - Mantenimiento	1000 USD
		Aprovechamiento sustentable de pequeñas plantaciones de <i>Eucalyptus globulus</i> existentes.	Comunidades	- Corte y extracción de árboles - Utilización de la madera - Comercialización de excedentes	1500 USD
		Establecimiento de viveros forestales para la producción de especies nativas.	Instituciones privadas	-Adquisición de semillas - Establecimiento del vivero forestal - Siembra de por lo menos 1000 individuos	2500 USD
		Cultivos agrícolas en sistemas agroforestales	Comunidades Instituciones privadas	Cultivos combinados Cuidados silviculturales	200 USD
		Proyectos de adaptación de diferentes especies frutales	Instituciones privadas Comunidades	- Adquisición de semillas certificadas - Experimentación con diferentes especies frutales	1500 USD
		Establecimiento de una parcela permanente para determinar la dinámica del bosque.	Instituciones privadas	-localización de la parcela - Monitoreo constante	300 USD
		Estudio etnobotánico y fotoquímico de plantas medicinales	Instituciones privadas Municipios Universidades	- Colección de muestras - Estudios de plantas medicinales - Difusión de resultados	600 USD
		Creación de una página web que muestre los	Municipio de San Pedro de Huaca	los atractivos turísticos del cantón deben difundirse por Internet	700 USD

5.6.3 PROGRAMA DE EDUCACIÓN		Proyecto de educación ambiental a la comunidad	Ministerio del Ambiente Municipios	Conferencias semestralas a las comunidades Prácticas de monitoreo ambiental	200 USD
--	--	--	--	---	---------

Fuente: Autor

Con todo lo mencionado se pretende el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales para garantizar su sostenibilidad en el tiempo, mediante la aplicación de medidas conducentes a:

- Evitar la contaminación de suelos y aguas.
- Promover la formación y toma de una conciencia conservacionista por toda la sociedad en su conjunto a fin de lograr un aprovechamiento racional y sostenido de los recursos naturales
- Generar, captar o retener la mayor cantidad de agua que sea necesaria para cubrir la demanda de los diferentes usuarios: agricultores, ganaderos, empresas; mediante obras de almacenamiento, zanjas de infiltración u obras mecánico-estructurales.
- Logar un buen manejo de agua disponible en sus diferentes usos, ya sea agrícola, pecuario, poblacional, etc.
- Distribuir el volumen de agua en las zonas de mayor utilización de la microcuenca a fin de maximizar su aprovechamiento.
- Mantener la calidad de agua, evitando su contaminación para tener una actividad económica sostenida, cautelando la salud de la población humana y animal y asegurando la construcción de la infraestructura básica instalada en la microcuenca.
- Evitar o disminuir la erosión del suelo.
- Evitar la deforestación y sobrepastoreo en el ámbito de la microcuenca.
- Impulsar o desarrollar las acciones necesarias para la reforestación y manejo de los pastos.

4.8.4 Lineamientos de manejo del recurso hídrico

4.8.4.1 *Recurso Hídrico*

Es evidente que el mundo se encuentra en el inicio de una grave crisis de escasez de agua para consumo humano irrigación y para los otros usos. Esta carencia de agua puede ser para las comunidades uno de los factores limitantes para lograr un

desarrollo sustentable y, en algunos casos, podría inclusive ocasionar conflictos entre ellas.

Los estudios sobre medidas destinadas a lograr un uso más eficiente del recurso, no han sido suficientemente impulsados. Los modelos tecnológicos hasta hoy elaborados, basados en la explotación están agotando los recursos naturales. Por lo que es necesario un cambio de enfoque sobre el uso indiscriminado del capital natural, de su conservación y aprovechamiento en un equilibrio ambiental. El desarrollo económico y social desafortunadamente parece contraponerse con la conservación del medio ambiente.

4.8.4.2 Factores que contribuyen al deterioro del recurso

◆ Cambios en la oferta y la demanda

La escasez de agua a que se ha venido haciendo referencia es ocasionada básicamente por cambios en la oferta y la demanda del recurso. Si bien no pueden caracterizarse a mayor detalle las causas de estos cambios, en general tienen sus orígenes principales en los siguientes aspectos:

a) Factores que aumentan la demanda

- Incremento directo de la demanda

El crecimiento de la población y de su bienestar ha aumentado el consumo de agua si se mantiene las tasas actuales de crecimiento, éste número continuará aumentando, duplicándose la población cada vez con mayor rapidez.

Debido a que no se esperan disminuciones notables en las tasas de natalidad en los próximos años, son de esperarse demandas crecientes de agua para la producción de alimentos, pero especialmente en las zonas pobres, que registran las mayores tasas de crecimiento poblacional.

- Mayor competencia por el recurso

Con el incremento en los niveles de vida en muchas regiones, la migración a las ciudades así como por la industrialización, el consumo de agua de las ciudades se eleva a cifras muy altas, y mientras más alto sea el índice de natalidad la competencia por el recurso se elevará es decir que, las extracciones continuarán aumentando.

b) Factores que afectan la oferta

- Agotamiento de fuentes

La sobreexplotación de numerosas fuentes, en los que se localiza la mayor cantidad de agua dulce ha llevado a elevados niveles de agotamiento. En algunos de ellos los niveles freáticos han descendido a profundidades que los hacen no explotables económicamente para la agricultura.

- Disminución de la capacidad constructiva

Tanto por razones técnicas como financieras, es cada vez más difícil construir nuevas obras de captación para represamiento y distribución de agua.

- Contaminación

La contaminación ha de ser vista como uno de los mayores consumidores de agua, puesto que una vez contaminada, el agua no puede ser reutilizada sin tratamiento, lo que naturalmente incrementa su costo.

- Cambio Climático

Las causas de este calentamiento son de naturaleza física sencilla: los procesos industriales, de generación de energía y transporte y también algunos procesos

agrícolas producen continuamente algunos gases que retienen y producen este efecto aumentando la temperatura de la tierra, alterándose el ciclo hidrológico natural, ocasionando grandes épocas de estiaje en algunas zonas.

4.8.4.3 Alternativas para manejo y de uso eficiente del recurso

Para poder manejar el recurso de una manera eficiente se ha propuesto dos alternativas de manejo que pueden optimizar el uso eficiente del recurso.

♦ Mejoramiento en el sistema de irrigación

a) Elaboración de programas de cultivo

Una de las áreas más prometedoras para incrementar la eficiencia del uso del agua para riego, es la aplicación de técnicas de optimización en la asignación del agua. Uno de los enfoques que parecen tener mayores probabilidades de éxito, es la aplicación de métodos que permitan tomar en cuenta la respuesta de los cultivos, en cada período vegetativo, a la cantidad del agua aplicada.

b) Estructuras de aforo

La implementación y/o desarrollo de estructuras de aforo para monitoreo y creación de sistemas de riego por gravedad, que sean económicas de fácil diseño y uso, sin la medición del agua distribuida, no es posible ninguna mejora en la eficiencia del sistema.

c) Mejoramiento en la captación y en la conducción

Para realizar una mejor captación de agua con bajo costo, se realizaría colocando materiales que impidan la evaporación de agua. El revestimiento de canales podrían evitar las pérdidas por infiltración que dependería en gran parte del aporte comunitario y de la importancia de conducir el agua.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES:

- La situación actual en la que se encuentra la microcuenca del río Guasmal, se debe a la fuerte presión que ejercen las comunidades que se encuentran inmersas dentro del área de estudio, así como también de comunidades aledañas que ejercen su influencia en el deterioro de los recursos naturales.
- El estudio de la diversidad biológica es un aspecto de mucha importancia, debido a que nos permite establecer la situación actual de la cubierta vegetal y el grado de conservación, ya que este estrato es productor del agua dulce que genera características físicas de buena calidad, los resultados de la investigación botánica permiten tener una idea más clara de la biodiversidad presente en la microcuenca del río Guasmal
- La cobertura vegetal que presenta la microcuenca del río Guasmal es propias de las zonas alto andinas, las mismas que presentan una vegetación de Bosque Siempre Verde Montano Alto.
- Las diversas actividades que se llevan a cabo dentro de esta microcuenca han llevado a establecer ciertos niveles de contaminación específicamente sobre el recurso hídrico, viéndose afectado en las partes bajas de la misma, originando una disminución de la calidad y disponibilidad del agua para el consumo humano.
- El estudio de los componentes bióticos y abióticos hacen posible la obtención de una base de datos, los mismos que serán de gran utilidad para estudios posteriores y para el monitoreo de la calidad y disponibilidad del

agua en la microcuenca.

- Esta microcuenca es susceptible a la erosión en la parte baja y media, debido a las intensas actividades antrópicas, pero más evidente la parte alta de esta microcuenca debido al grado de pendiente que presenta es más vulnerable a la erosión, siendo esta una de las razones principales para proteger y conservar la cobertura vegetal.
- Según el monitoreo del caudal existente en cada una de las fuentes hídricas permite establecer que abastece cuantitativamente a las necesidades requeridas por los habitantes, tanto para las actividades agrícolas y ganaderas, sin embargo, es notable que si continúa dándose un mal manejo de los recursos naturales e hídricos especialmente, el caudal se verá afectado con la disminución ocasionando desequilibrios ecológicos en el ambiente.
- Según el diagrama ombrotérmico del sitio, el mes seco corresponde al mes de Agosto, en el cual el caudal empieza a descender debido a la falta de lluvias, alterando la cantidad de agua y disminuyendo el caudal consecuentemente en el mes siguiente que corresponde al mes de Septiembre, es donde se registran los caudales más bajos, como se puede observar en los resultados obtenidos de las mediciones realizadas.
- Analizando los resultados del caudal en cada fuente se puede observar que los caudales más altos se registran en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, mientras que en los meses de agosto y septiembre se registran caudales bajos, debido a que son meses ecológicamente secos.
- El análisis físico- químico y microbiológico del agua refleja el estado actual de la microcuenca, determinándose que el agua en su mayoría no se encuentra apta para el consumo humano con excepción de la quebrada Solferino, mientras que el resto de fuentes hídricas presentan un moderado

grado de contaminación.

- El estudio de macroinvertebrados acuáticos determinó que la calidad del recurso hídrico de la parte alta de la microcuenca del río Guasmal y en especial de la quebrada Solferino presenta una buena calidad, con representantes de las familias Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera, mientras que a medida que se van uniendo al cause principal (Guasmal) el agua presenta mala calidad, lo que se puede comprobar con los análisis físico- químico y bacteriológico del agua.
- Se realizó el estudio de la cuenca visual para determinar la degradación ambiental desde el punto de vista de calidad y estética visual del paisaje, esta metodología permitió tener resultados del tipo de degradación paisajística principalmente en el recurso hídrico, identificando los agentes contaminantes en las partes altas, medias y bajas de la microcuenca.
- El Arview GIS se constituyó en una herramienta fundamental para el presente estudio, tanto en la fase de diagnóstico así como también para la planificación, ya que permite generar nueva información en base de la existente y tener una buena fuente de información
- La falta de educación ambiental ocasiona que los moradores del sector desconozcan de prácticas favorables para la conservación del ambiente.
- Se observó que un gran porcentaje 75% del área total de la microcuenca del río Guasmal está dedicada para pastos, mientras que el 15% corresponde a bosques y remanentes de vegetación.
- En el estrato bosque del área de estudio se presenta una alta diversidad, demostrada en los 4 transectos lineales ($50\text{m} \times 2\text{m} = 100 \text{m}^2$) en donde se registró 177 individuos, pertenecientes a 15 especies, de las cuales

mayormente pertenecen a las familias botánicas :CUNNOCIACEAE, MELASTOMATACEAE, y MELIACEAE.

- La evaluación del impacto ambiental es una herramienta indispensable para la planificación, e interpretación de todas las actividades que producen alteraciones y modificaciones en sus características, es de vital importancia para determinar los principales agentes que producen contaminación en el recurso hídrico, y en base a ello efectuar la propuesta de medidas correctivas que beneficien l a recuperación del agua. Las metodologías que se emplearon para la identificación y valoración del impacto ambiental fueron de tipo técnico, las mismas que permitieron encontrar los medios y mecanismos para identificar impactos ambientales en forma específica lo cual a su vez permitió determinar alternativas de control, reducción o eliminación de los impactos negativos.
- Los resultados de la Evaluación de Impactos Ambientales determinó que existe una importante relevancia de los impactos negativos sobre los positivos, adquiriendo importancia sobre todo de acuerdo al factor estudiado, pero se verificó que el recurso natural más afectado fue el recurso hídrico, y en base a esto se puede adoptar ciertas medidas correctivas y preventivas para poder detener las acciones negativas.
- En base al diagnóstico realizado se pudo comprobar que la situación en la que viven las comunidades es insuficiente, debido a la carencia de elementales servicios públicos como es disponer de agua potable de buena calidad, alcantarillado y recolección de basura.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Promover la conservación de los bosques de ceja andina para detener el impacto ambiental del avance de las actividades antrópicas, las cuales deterioran la calidad del recurso hídrico y la pérdida de ecosistemas.
- Establecer medidas correctivas para disminuir los impactos ambientales negativos generados en la microcuenca.
- Brindar capacitación a las comunidades inmersas dentro del área de estudio y a las comunidades aledañas para el manejo sustentable de los recursos naturales existentes.
- Proteger y preservar la cobertura vegetal tanto de las partes altas de la microcuenca así como también de las márgenes de las quebradas y ríos ya que estas áreas poseen suelos pocos profundos asentados en los relieves muy pronunciados y las altas precipitaciones que se dan en los meses lluviosos, provocarían un riesgo de erosión y deslizamientos.
- Gestionar recursos económicos con organizaciones nacionales e internacionales de carácter público o privado para impulsar proyectos de manejo sustentables explotando los atractivos paisajísticos, y biológicos de esta zona.
- Sugerir a los responsables asignados el cumplimiento de cada programa, proyecto o actividad dentro del plan de manejo realizando un compromiso serio, ya que la eficiencia depende del desempeño dentro los diferentes programas.

- Brindar más apoyo a los proyectos de investigación y desarrollo por parte de los municipios y organizaciones gubernamentales, ya que de esto depende el avance de una sociedad, y negarse al desarrollo es un evidente estancamiento producto de la ineficiencia de autoridades que desconocen de nuestro compromiso con el medio ambiente.

CAPÍTULO VII

1. RESUMEN

El estudio de la microcuenca del río Guasmal contempla aspectos relacionados con la evaluación de las características bióticas y abióticas presentes en esta zona. Con mayor énfasis en la calidad y monitoreo del recurso hídrico, así como también se determinó los principales usos que se dan al agua, para establecer sus niveles de aprovechamiento.

Para esto se realizó el análisis geométrico de la microcuenca, con lo cual se estableció todos los parámetros físicos hidrológicos, entre los cuales se determinó el área total de estudio que cubre una superficie de 2359,7 has, su pendiente, coeficiente de torrencialidad, entre otros, identificándose a esta microcuenca como una zona susceptible a erosión debido a las intensas actividades antrópicas.

También se registró, ubicó y trazó las fuentes de agua inmersas en el área de estudio, se midió el caudal de cada una de las fuentes en los meses secos (Agosto, Septiembre), en los que se registró niveles de caudal bajos, en los meses lluviosos (Noviembre y Diciembre) el nivel de caudal empezó a ascender y el mes de precipitación normal (Julio) con caudal constante.

Se analizó la calidad del recurso hídrico mediante el establecimiento de 10 unidades muestrales, para verificar la variación e incidencia de la contaminación. Aquí se pudo identificar que la mayoría del agua de esta zona está medianamente contaminada, tanto por residuos orgánicos, como también por residuos de pesticidas y el uso inadecuado que se da al agua. La calidad del agua fue monitoreada también con el uso de indicadores biológicos, y cuyos resultados fueron similares a los resultados del análisis físico-químico

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de T pareada, donde se comparó la variación de caudal entre los meses ecológicamente secos y los meses de precipitación normal y meses lluviosos, resultando significativo al 1%, con una marcada diferencia del caudal en los meses de Julio, Agosto y Diciembre.

Se realizó la evaluación del impacto ambiental, con dos metodologías: Matriz de Leopold y método Battelle- Columbus, con los cuales se identificó los principales impactos, tanto positivos como negativos, producidos por factores ambientales y antrópicos.

En la investigación botánica se realizó un inventario de la flora, a través del muestreo de 4 transectos ubicados en la zona alta de la microcuenca, con lo que se pudo registrar la abundancia y diversidad florística presente en esta microcuenca.

Se hizo el estudio de la cuenca visual para determinar la calidad escénica del paisaje y establecer el potencial turístico de la zona, identificando aspectos sobresalientes de la misma, y finalmente se determinó todos los problemas y subproblemas que se originan en este lugar, producto de las actividades diarias y a la vez se estableció el plan de manejo necesario que se debería aplicar para la protección y manejo adecuado de los recursos naturales y definir las medidas correctivas necesarias.

CAPÍTULO VIII

7. SUMMARY

The study of the microcuenca of the river Guasmal contemplates aspects related with the evaluation of the characteristic bióticas and abióticas present in this area. With more emphasis in the quality and monitoring of the resource water, as well as it was determined the main uses that are given to the water, to establish their use levels.

For this was made the geometric analysis of the microcuenca, with that which settled down all the hydrological physical parameters, among which the total area of study was determined that it covers a surface of 2359,7 have, its slope, torrencialidad coefficient, among other, being identified to this microcuenca like a susceptible area to erosion due to the intense activities antrópicas.

He/she also registered, it located and traó the sources of water inmersas in the study area, the flow was measured of each one of the sources in the dry months (I Wither, September), in those that to be registered low flow levels, in the rainy months (November and December) the flow level began to ascend and the month of normal precipitation (Julio) with constant flow.

The quality of the resource hídrico was analyzed by means of the establishment de10 sample units, to verify the variation and incidence of the contamination. Here you could identify that most of the water of this area is fairly polluted, so much for organic residuals, as well as for residuals of pesticides and the inadequate use that one gives to the water.

For the statistical analysis the paired test of T was used, where the flow variation was compared ecologically among the months dry and the months of normal precipitation and rainy months, being significant to 1%, with a marked difference of the flow in Julio's months, August and December.

The quality of the water was also monitored with the use of biological indicators, and whose results went similar to the results of the physical-chemical analysis

It was carried out the evaluation of the environmental impact, with two methodologies: Womb of Leopold and method Battelle - Columbus, with those which you identified the main impacts, so much positive as negative, taken place by factors ambientales and antrópicos.

In the botanical investigation he/she was carried out an inventory of the flora, through the sampling of 4 transectos located in the high area of the microcuenca, with what could register the abundance and diversity present florística in this microcuenca.

The study of the visual basin was made to determine the scenic quality of the landscape and to establish the tourist potential of the area, identifying excellent aspects of the same one, and finally it was determined all the problems and subproblemas that originate in this place, product of the daily activities and at the same time the plan of necessary handling that should be applied for the protection and appropriate handling of the natural resources settled down and to define the measures necessary correctivas.

CAPÍTULO IX

9. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AGUILO, 1981; en MOPT, 1986.
- Asociación ASTEC-INTEGRAL, 2001
- BIM,1980
- BURBANO ,1989. Notas de Hidrología . Quito- Ecuador.
- CAAM, 1996. El Agua en el Ecuador- Quito,
- CIDIAT.1984. Manual de Diagnóstico Físico Conservacionista en Cuencas Hidrográficas, Ministerio del Medio ambiente y Recursos naturales renovables, Merida-Venezuela.
- Coello Hinojosa 1994
- Constitución Política de la República del Ecuador
- CORAL Y. 2000.Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante el cultivo de lenteja de agua (Lemna sp). San Pablo.Tesis Ing.Ec.,Ibarra.Ec.,Universidad Técnica del Norte. 105 p.
- CUAMACÁS Bibiana & TIPAZ Galo,1995.Árboles de los bosques interandinos del norte del Ecuador. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana, diciembre, 1995.
- CUBILLOS A,1995. Calidad de agua y control e la polución. Serie ambiente y Recursos Naturales Renovables AR-14.CIDIAT. Merida, Venezuela.
- DEUTSCH, W., DUNCAN, B., y RUIZ, S.2003.Manual de certificación Básica, monitoreo Físico-Químico y bacteriológico del agua, Quito-Ecuador.
- ECOPLAN,1998. Cuencas Hidrográficas del Ecuador.
- GALLO Nelson, 2004, Apuntes de clases.
- JONES,1976
- JACOBS Y WAY 1969
- LAIDLAW T, 1996. Adopta una Quebrada.
- LLITON, 1972
- Manual de evaluación de impacto ambiental

- MEDINA José C, P. 1999
- Microsoft Encarta, 2005.
- MITCHELL,M.,Sapp,W. y Bixby,K,1993
- Norma Ecuatoriana NTE INEN
- Programa BIO-DAP
- ROLDAN G,1992. Los macroinvertebrados y su uso como indicadores de la calidad del agua. Memorias del Taller “Medidas de la biodiversidad en Biología y Paleobiología”, págs 20-32.
- ROLDAN G,1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. FEN Col, Conciencias, Universidad de Antioquia. Medellín.
- RODER,J.1981. Análisis de aguas. Barcelona-España
- ROMERO J,1999. Calidad del agua.
- SHIKLOMANOV, en Gleick 1993.
- USDA,1976 Visual Management System
- Ven te Chow, David R. maidment, Larry W. May Hidrologia aplicada, texas. (austin , 1994).
- WRIGHT, 1974
- ZAGORA Juan Carlos Páez, Introducción a la evaluación de impacto ambiental.
- <http://www.geocities.com/RainForest/4754/disen.htm>(consulta:2002-01-15).
- <http://www.El agua y su importancia/4754/americaindex.htm> (consulta:2001. 12-04) (consulta:2002-02-15)
- UNESCO, 1997.
- [geocities.com/RainForest/4754/disen.htm](http://www.geocities.com/RainForest/4754/disen.htm)(consulta:2002-01-15)

CAPÍTULO X

10. ANEXOS

➔ Cuadro 3.7. Características de los componentes del paisaje que determinan su caracterización visual en términos de las características visuales básicas

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS	ATRIBUTOS	COMENTARIO
Formas del terreno - Macrorelieve - Relieve - Microrelieve	Definición del espacio Forma Volumen Línea Escala	-Altitud(altitud relativa) - Pendiente - Orientación -Tipo de forma topográfica -Complejidad topográfica -Singularidad morfológica	-Posibilidad de obtener vistas distintas en función de la posición del observador. - Posibilidad de ocultar-resaltar actuaciones -Relaciones espaciales
Suelo y roca	Color Forma Textura Línea Escala	-Superficie expuesta - Tipo(lapiaces, pedrizas, pedreos, formaciones rocosas masivas) -Procesos erosivos -Singularidades geológicas y geomorfológicas	-Diversidad cromática y de texturas. -Contraste con zonas adyacentes
Agua	Forma-superficie Línea Textura Escala	-Tipo(ríos, arroyos, láminas de agua -Estacionalidad. Singularidades(cascadas, rápidas, glaciares) - Humedales	-Puede actuar destacando otros elementos resaltándolos, o contraste -Actúa como punto de atracción pudiendo ser dominante -refleja el entorno cuando aparece en láminas extensas
Vegetación y uso del suelo -Árboles	Textura Color Forma	-Tipo de formación -Diversidad florística	-Determina en gran medida la estructura

-Arbustos -Trepadoras -Viváceas -Herbáceas -Bulbos -Acuáticas -Anuales bianuales	Línea Definición del espacio Escala	-Estacionalidad -Estructura vertical -Altura del estrato superior -Tipo de distribución Densidad Naturalidad, Intervención	espacial -Introduce diversidad y contrastes
Actuaciones humanas (puntuales, lineales, extensivas)	Escala Forma Color Línea Textura Definición espacial	-Tipo de actuación -Extensión superficial -Distribución espacial Volumen/altura -Diseño y estilo -Características de los materiales -Estado actual -Complejidad -Singularidades	-El contraste por artificialidad supone una atracción visual en paisajes poco artificializados - Es de gran importancia la posición espacial que ocupan las actuaciones. -las actuaciones pueden incidir favorablemente

☞ Cuadro 3. 8. Métodos de valoración a través de categorías estéticas

AUTOR	CONSIDERA		COMENTARIOS
LLITON, 1972	Factores de reconocimiento		Método diseñado con espíritu descriptivo y cualitativo más cuantitativo
	Primarios	Secundarios	
	-Forma del terreno (elementos convexos) - Espacios (elementos cóncavos). -Variabilidad en el tiempo	-Posición del observador -Distancia -Variedad	
		Categorías estéticas	
		-Unidad -Intensidad de los componentes -Variedad	
USDA, 1976	Categorías estéticas	Niveles de sensibilidad	Especialmente

Visual Management System	Forma Color	Línea Textura	Función de: -accesibilidad - Contemplación como primer término, término medio y fondo	indicado para zonas forestales con gran homogeneidad.
JONES, 1976	Categorías estéticas			Valor final=media aritmética de las tres valoraciones, corregida mediante un índice de escasez.
	Unidad Intensidad de la composición Integridad			
JACOBS Y WAY 1969	Categorías estéticas			Método dirigido a la absorción de desarrollos urbanísticos.
	Transparencia visual Complejidad visual			
WRIGHT, 1974	Elementos	Categoría estéticas	Cualidades	La ponderación esta implícita en los distintos rangos de las escalas utilizadas para cada elemento
	Permanentes Temporales Extra	Dimensión Configuración Textura Contraste	Familiaridad Participación	

Fuente: Ing. Guillermo Beltrán

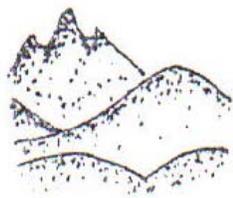
➡ Cuadro 3.9. Clases de Calidad Escénica (U.S.D.A FOREST SERVICE, 1974)

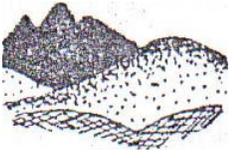
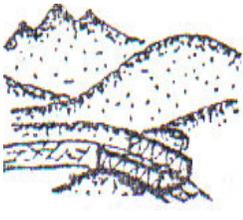
VARIEDAD PAISAJÍSTICA	Clase A	Clase B	Clase C
	Alta	Media	Baja
MORFOLOGÍA O TOPOGRAFÍA	Pendientes de más de 60% , laderas muy modeladas, erosionadas y barrancadas o con rasgos muy dominantes	Pendientes entre 30 y 60%, vertientes modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 y 0% vertientes con poca variación, sin modelado y sin rasgos dominantes.
FORMA DE LAS ROCAS	Formas rocosas sobresalientes. Pedrizas, afloramientos y taludes, etc, inusuales en tamaño forma y localización	Rasgos obvios pero que ni resaltan, similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente.	Apenas existen rasgos apreciables.

VEGETACIÓN	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especies.	Cubierta vegetal casi continua, con poca variedad en la distribución. Diversidad de especies medias.	Cubierta vegetal continua, sin variación en su distribución.
FORMA DE AGUA: LAGOS	Grandes rasgos. Si son pequeños o medianos con Borde u orilla singular. -Reflejo en el agua de rasgos importantes. - Islas - Con vegetación de ribera o forma de las rocas de alta calidad (A)	Lagos mediano, orilla algo irregular, pocos reflejos, clase B de vegetación de ribera.	Lagos pequeños regulares y sin reflejos
FORMA DE AGUA: ARROYOS Y RÍOS	Cursos de agua con numerosos e inusuales cambios n el cauce, cascadas, rápidas , pozas, meandros o gran caudal	Cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal.	Torrentes y arroyos intermitentes con poca variación en caudal, saltos, rápidas o meandros.

Fuente: Ing. Guillermo Beltrán

➤ Cuadro 3.10. Inventario/ Evaluación de la calidad escénica, criterios de ordenación y puntuación

MORFOLOGÍA 	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas; o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
	5	3	1

<p>VEGETACIÓN</p> 	<p>Gran variedad de tipos de vegetación, conformas, texturas y distribución interesantes.</p>	<p>Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos.</p>	<p>Poco o ninguna variedad o contraste en la vegetación.</p>
	5	3	1
<p>AGUA</p> 	<p>Factor dominante en el paisaje, apariencia limpias y clara, aguas blancas (rápidas y cascadas) o láminas de agua en reposo.</p>	<p>Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.</p>	<p>Ausente o inapreciable</p>
	5	3	0
<p>COLOR</p> 	<p>Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entresuelo,vegetación, roca,agua y nieve</p>	<p>Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo,roca y vegetación, peo no actúa como elemento dominante.</p>	<p>Muy poca variación de color o contraste, colores apagados</p>
	5	3	1
<p>RAREZA</p> 	<p>Único o poco corriente o muy raro en la región;posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.</p>	<p>Característico, aunque similar a otros en la región.</p>	<p>Bastante común en la región.</p>
	6	2	1
<p>ACTUACIONES HUMANAS</p> 	<p>Libre de actuaciones estéticamente no deseada o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual</p>	<p>La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o no añaden calidad visual.</p>	<p>Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calida escénica</p>
	2	0	1

Fuente: (BIM,1980)

➤ Cuadro 4.5. Inventario de flora de la microcuenca del río Guasmal

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
ACTINIDACEAE	<i>Sauria bullosa Wawra</i>	Moquillo
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex sp</i>	Cacho de venado
ARALIACEAE	<i>Oreopanax mucronulatus Harns</i>	Pumamamqui
ASTERACEAE	<i>Senecio tipocochensis Domke</i>	Macho
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata kunth subs.acuminata</i>	Aliso
BORGINACEAE	<i>Tournefortia scabrida kunth</i>	Mote
BRUNELIACEAE	<i>Brunellia pauciflora Cuatrecasas & Orozco</i>	Caparrosa
CLORANTHACEAE	<i>Hedyosmun cumbalense karsten</i>	Olloco
CLETRACEAE	<i>Cletra ferruginea</i>	León
CLETRACEAE	<i>Cletra ovalifolia Turczaninar</i>	Tabaquillo
CLUSIACEAE	<i>Clusia flaviflora Engler</i>	Guandera
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia auriculifera Hieronymus</i>	Encino
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia bracystachya Willdenow</i>	Encino mortiño
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia dzieduszzeii szyszlowiez</i>	Encino blanco
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia pinnata L.</i>	Encino colorado
ELAECARPACEAE	<i>Vallea stipularis Lf.</i>	Peralillo, rosa
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima macrocarpa Muell Arg.</i>	Motilón
LAURACEAE	<i>Ocotea heterochroma Mez & Sodiro</i>	Canelo
LAURACEAE	<i>Ocotea infraaveolata</i>	vanderWerff
MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia bracteolata</i>	Quijol
MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia ochracea Triana</i>	Amarillo
MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia theaezans</i>	Amarillo
MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia tinifolianaudin</i>	Amarillo
MELIACEAE	<i>Ruagea hirsuta</i>	Cedrillo
MRSINACEAE	<i>Myesine coricea(Swartz)Brown</i>	Charmuelan macho
MYRTACEAE	<i>Myrciantes rhopaloides</i>	Arrayán
ROSACEAE	<i>Polilepis sericea Weddell</i>	Yagual
ROSACEAE	<i>Prunus rugosa koehne</i>	Pandala rojo
RUBIACEAE	<i>Plicourea amenthystina</i>	Naranjo negro
SABIACEAE	<i>Meliosma arenosaDrbo & Cuatrecasas</i>	Pacche
SAXIFRAGACEAE	<i>Escallonia micrantha Matfeld</i>	Charmuelan macho
SAXIFRAGACEAE	<i>Escallonia myrtilvoldes Lf.</i>	Cerotillo

SAXIFRAGACEAE	<i>Escallonia paniculata</i>	Charmuelan macho
SOLANACEAE	<i>Sessea corymbiflora</i> Taylor & Phillips	Sauco de monte
SOLANACEAE	<i>Sessea crassivenosa</i> Bitter	
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos quitensis</i> A. Brand <i>subsp. quitensis</i>	Hoja blanca
THEACEAE	<i>Freizara canescens</i> Humboldt & B	Cucharo
THEACEAE	<i>Freizara microphylla</i> Sandwith	
VERBENACEAE	<i>Aegiphila moldenke</i>	Uvillo

Fuente: Cuamacás & Tipaz

➤ Cuadro 4.6. Índice de Diversidad Biológica alfa.

ÍNDICES	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
N° individuos	52	39	43	43
Riqueza de especies	14	14	14	15
Uniformidad	0,94472	0,95228	0,95492	0,93034
Índice de Margalef	3,2901	3,54846	3,45634	3,72222
Índice de Simpson	0,07391	0,06478	0,06645	0,07198
Inverso de Simpson	13,53061	15,4375	15,05	13,89231
Índice de Shannon	2,49318	2,51313	2,52008	2,51941
Varianza de Shannon	0,00352	0,00341	0,00312	0,00611
Índice de Berger-Parer	0,15385	0,12821	0,13953	0,16279
Inverso de Berger-Parer	6,5	7,8	7,16667	6,14286
Alfa(distribu.logaritmica)	6,2866	7,82515	7,21647	8,18094

DIVERSIDAD			
SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
$Dm = (S-1) / \log n N$	$Dm = (S-1) / \log n N$	$Dm = (S-1) / \log n N$	$Dm = (S-1) / \log n N$
$Dm = (14-1) / \log n 52$	$Dm = (14-1) / \log n 39$	$Dm = (14-1) / \log n 43$	$Dm = (15-1) / \log n 43$
$Dm = (13)/3,95$	$Dm = (13)/3,66$	$Dm = (13)/3,76$	$Dm = (14)/3,76$
$Dm = 3,29$	$Dm = 3,55$	$Dm = 3,46$	$Dm = 3,72$
IND. HETEROGENEIDAD (Shannon-Weiner)			
SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
$H = - \sum p_i \cdot \ln p_i$	$H = - \sum p_i \cdot \ln p_i$	$H = - \sum p_i \cdot \ln p_i$	$H = - \sum p_i \cdot \ln p_i$
$H = (-1) \cdot (-4,08)$	$H = (-1) \cdot (-2,51)$	$H = (-1) \cdot (-2,52)$	$H = (-1) \cdot (-2,19)$
$H = 4,08$	$H = 2,51$	$H = 2,52$	$H = 2,19$
EQUITATIVIDAD			
$E = H / \ln S$	$E = H / \ln S$	$E = H / \ln S$	$E = H / \ln S$
$E = 4,08/2,64$	$E = 2,51 / 2,64$	$E = 2,52/2,64$	$E = 2,19/2,71$
$E = 154,6 \%$	$E = 95,11 \%$	$E = 95,5\%$	$E = 80,87 \%$

↻ Cuadro 4.7 Diversidad Beta

M comp	Especies comunes	Jaccard	Sorenson	Sorenson cuantitativo	Morisita	
1	4	14	0,933	0,966	0,842	0,956
1	3	14	1,000	1,000	0,863	0,95
1	2	14	1,000	1,000	0,813	0,934
2	4	14	0,933	0,966	0,805	0,916
2	3	14	1,000	1,000	0,805	0,897
3	4	14	0,933	0,966	0,814	0,881

↻ Cuadro. 4.8. Cálculo bioestadística

Sp	Nombre científico	A:B:(m2)	Dn.R. (%)	DM.R (%)	I.V (%)
Sp1	<i>Weinmannia auriculifera Hieronymus</i>	0,159	16,28	3,32	19,60
Sp2	<i>Weinmannia bracystachya Willdenow</i>	0,152	13,95	3,17	17,13
Sp3	<i>Oreopanax mucronulatus Harns</i>	0,441	11,63	9,20	20,83
Sp4	<i>Weinmannia pinnata L.</i>	0,134	9,30	2,80	12,10
Sp5	<i>Weinmannia dzieduszeii szyszlowicz</i>	0,146	6,98	3,05	10,02
Sp6	<i>Clusia flaviflora Engler</i>	1,201	4,65	25,07	29,72
Sp7	<i>Senecio tipocochensis Domke</i>	0,232	4,65	4,84	9,49
Sp8	<i>Miconia theaezans</i>	0,215	2,33	4,49	6,81
Sp9	<i>Miconia ochracea Triana</i>	0,198	6,98	4,13	11,11
Sp10	<i>Miconia tinifolianaudin</i>	0,204	4,65	4,26	8,91
Sp11	<i>Prunus rugosa koehne</i>	0,208	6,98	4,34	11,32
Sp12	<i>Ilex sp</i>	0,445	2,33	9,29	11,61
Sp13	<i>Meliosma arenosa Idrbo & Cuatrecasas</i>	0,456	4,65	9,52	14,17
Sp14	<i>Myrsine coricea (Swartz) Brown</i>	0,354	2,33	7,39	9,71
Sp15	<i>Freizara canescens Humboldt & Bondpland</i>	0,246	2,33	5,13	7,46

Fuente: Autor

➤ Cuadro 4. 11 . Índice Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (ETP)

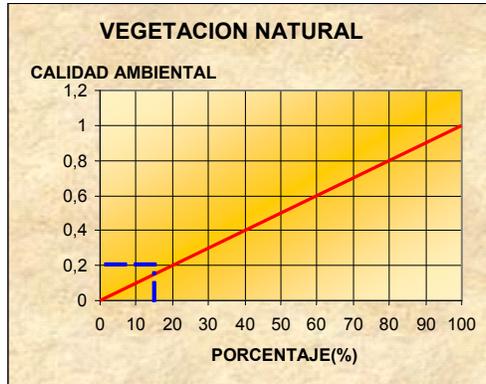
INDICE ETP. (CALIDAD DEL AGUA)							
	FUENTES	TOTAL	ETP	CHIRONOMIDOS	INDICE	CALIDAD	SIGNIFICADO
1	Guasmal	33	6	2	33%	Regular	Aguas muy contaminadas
2	Río Obispo(fin)	21	1	4	25%	Regular	Aguas muy contaminadas
3	Quebrada Pioter	29	1	4	25%	Regular	Aguas muy contaminadas
4	Río Huaca(Fin)	29	1	4	25%	Regular	Aguas muy contaminadas
5	Q.Tenguetan	22	2	3	67%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
6	Quebrada Sto.Tomás	26	1	6	17%	Mala	Aguas muy contaminadas
7	Quebrada Amarillo	42	2	4	50%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
8	Quebrada San José	13	2	4	50%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
9	Río Obispo(Inicio)	22	2	4	50%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
10	Tramo A- SJ	20	2	4	50%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
11	Río Huaca(inicio)	18	2	5	40%	Regular	Aguas moderadamente contaminadas
12	Río Obispo(Medio)	18	2	4	50%	Regular	Aguas moderadamente contaminadas
13	Tramo G.N y M	22	1	3	33%	Regular	Aguas muy contaminadas
14	Q. Mirador	10	1	3	33%	Regular	Aguas muy contaminadas
15	Q.Guananguicho Norte	8	1	4	50%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
16	Q.s.n.(1)	15	3	5	60%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
17	Q.s.n. (2)	14	2	3	67%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
18	Q.s.n (3)	15	3	5	60%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
19	Q.Guanagicho Sur	13	2	4	50%	Buena	Aguas moderadamente contaminadas
20	Q.s.n.(4)	15	5	2	>75%	Muy Buena	Aguas muy limpias
21	Q.s.n (5)	20	5	2	>75%	Muy Buena	Aguas muy limpias
22	Quebrada Solferino	18	10	3	>75%	Muy Buena	Aguas muy limpias

➡ Cuadro 4. 12. Índice BMWPA

INDICE BMWPA (CALIDAD DEL AGUA)					
FUENTES		CLASE	CALIDAD	BMWPA	SIGNIFICADO
1	Guasmal	IV	Crítica	19	Aguas muy contaminadas
2	Río Obispo(fin)	IV	Crítica	17	Aguas muy contaminadas
3	Quebrada Pioter	IV	Crítica	19	Aguas muy contaminadas
4	Río Huaca(Fin)	IV	Crítica	18	Aguas muy contaminadas
5	Q.Tenguetan	III	Dudosa	37	Aguas moderadamente contaminadas
6	Q.Sto.Tomás	IV	Crítica	15	Aguas muy contaminadas
7	Q.Amarillo	III	Dudosa	38	Aguas moderadamente contaminadas
8	Q. San José	III	Dudosa	37	Aguas moderadamente contaminadas
9	Río Obispo(Inicio)	III	Dudosa	36	Aguas moderadamente contaminadas
10	Tramo A- SJ	III	Dudosa	40	Aguas moderadamente contaminadas
11	Río Huaca(inicio)	III	Dudosa	41	Aguas moderadamente contaminadas
12	Río Obispo(Medio)	III	Dudosa	40	Aguas moderadamente contaminadas
13	Tramo G.N y M	IV	Crítica	15	Aguas muy contaminadas
14	Q. Mirador	IV	Crítica	17	Aguas muy contaminadas
15	Q.Guananguich o Norte	III	Dudosa	38	Aguas moderadamente contaminadas
16	Q.s.n.(1)	III	Dudosa	38	Aguas moderadamente contaminadas
17	Q.s.n. (2)	II	Aceptable	61	Se evidencian efectos de contaminación
18	Q.s.n (3)	II	Aceptable	63	Se evidencian efectos de contaminación
19	Q.Guanagicho Sur	III	Dudosa	40	Aguas moderadamente contaminadas
20	Q.s.n.(4)	I	Muy Buena	103	Aguas no contaminadas
21	Q.s.n (5)	I	Muy Buena	104	Aguas no contaminadas
22	Q.Solferino	I	Muy Buena	107	Aguas no contaminadas

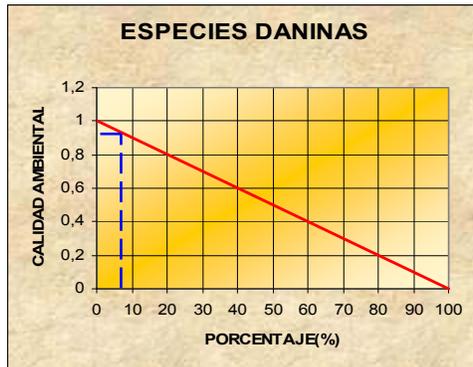
➤ 4.32 Continuación .Figuras para calcular el método Battelle- Columbus

Factor Ambiental: Vegetación Natural (14)



$$\begin{aligned} \Sigma &= \{(20 \times 10) / 3000\} \times 100 = 6.7 \text{ (Encino)} \\ \Sigma &= \{(8 \times 10) / 3000\} \times 100 = 2.7 \text{ (Colorado)} \\ \Sigma &= \{(5 \times 10) / 3000\} \times 100 = 1.7 \text{ (Pumamaqui)} \\ \Sigma &= \{(3 \times 10) / 3000\} \times 100 = 1.7 \text{ (Guandera)} \\ \Sigma &= \{(5 \times 10) / 3000\} \times 100 = 1.7 \text{ (Pandala)} \\ \text{UIA} &= 0,18 \times 14 \\ \text{UIA} &= 2.52 \end{aligned}$$

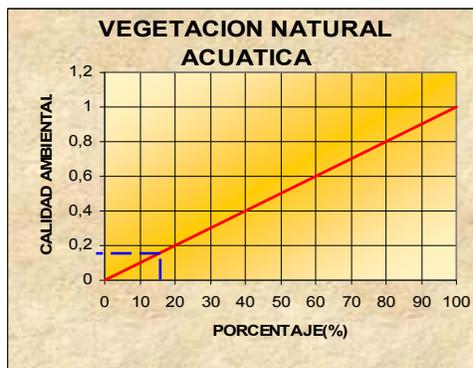
Factor Ambiental: Especies Dañinas (14)



$$\begin{aligned} \text{Malas Hierbas} &= 0.18 - 0.10 = 0.08 \\ \text{Malas Hierbas} &= 0.08 \times 100 \\ \text{Malas Hierbas} &= 8\% \\ \text{UIA} &= 0,8 \times 14 \\ \text{UIA} &= 11,6 \end{aligned}$$

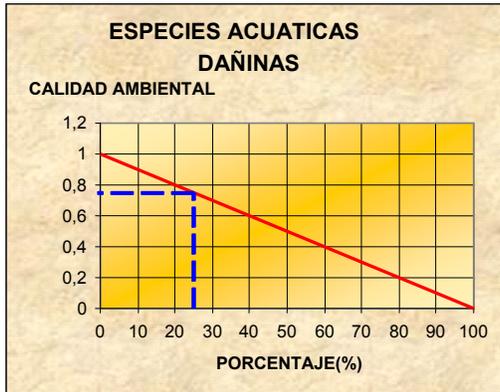
PARÁMETRO: ACUÁTICO (70)

Factor Ambiental: Vegetación Natural Acuática (14)



$$\begin{aligned} \Sigma &= (77,36 \times 0.2) / 8596 \times 100 = \\ &6.7 \text{ (algas)} = 4 \\ \text{UIA} &= 0.18 \times 14 \\ \text{UIA} &= 2.52 \end{aligned}$$

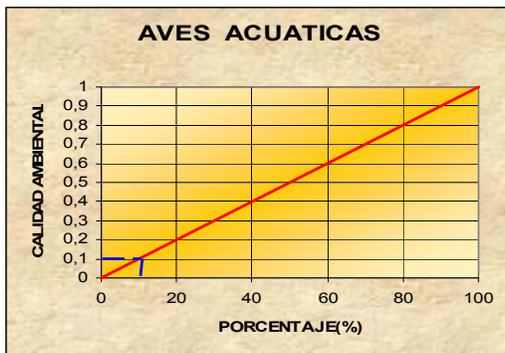
Factor Ambiental: Especies Dañinas (14).



$$\begin{aligned} \Sigma &= \text{Peso de las clases por } K \times 100 \\ \Sigma &= 0,25 \times 100 \\ \Sigma &= 25 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UIA} &= 0,72 \times 14 \\ \text{UIA} &= 10,08 \end{aligned}$$

Factor Ambiental: Aves Acuáticas (14)

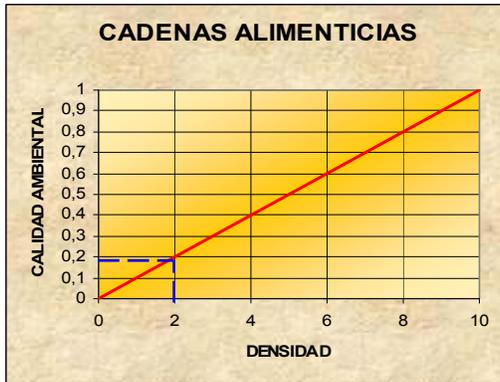


$$\begin{aligned} \text{UIA} &= 0,1 \times 14 \\ \text{UIA} &= 1,4 \end{aligned}$$

COMPONENTE AMBIENTAL: HABITATS Y COMUNIDADES (100)

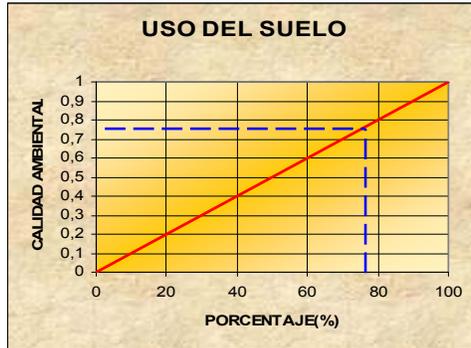
PARÁMETRO: TERRESTRE (50).

Factor Ambiental: Cadenas Alimenticias (12)



$$\begin{aligned} \text{UIA} &= 0,2 \times 12 \\ \text{UIA} &= 2,4 \end{aligned}$$

Factor Ambiental: Uso del Suelo (12)



$$\begin{aligned} \text{UIA} &= 0,75 \times 12 \\ \text{UIA} &= 9 \end{aligned}$$

Factor Ambiental: Especies Raras y en Peligro (12)



$$\begin{aligned} \text{UIA} &= 0,2 \times 12 \\ \text{UIA} &= 2,4 \end{aligned}$$

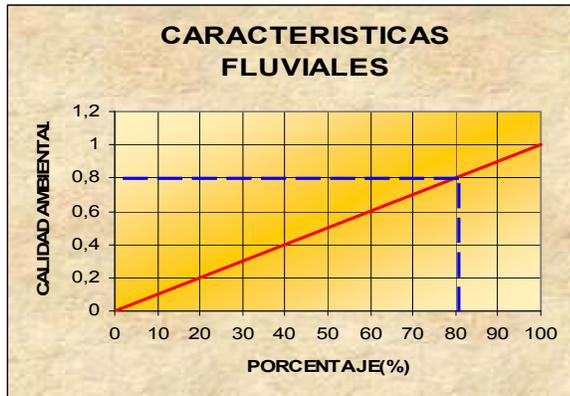
Factor Ambiental: Diversidad de Especies (14)



$$\begin{aligned} \text{UIA} &= 0,5 \times 14 \\ \text{UIA} &= 7 \end{aligned}$$

PARÁMETRO: ACUÁTICO (50).

Factor Ambiental: Características Fluviales (12)



Tramo = 200 m
 $\Sigma = 200 \times 0,4 = 80$
UIA = 0,8 x 12
UIA = 9.6

Factor Ambiental: Diversidad de Especies (14)



UIA = 0,3 x 14
UIA = 4.2

CATEGORÍA: CONTAMINACIÓN AMBIENTAL (402)

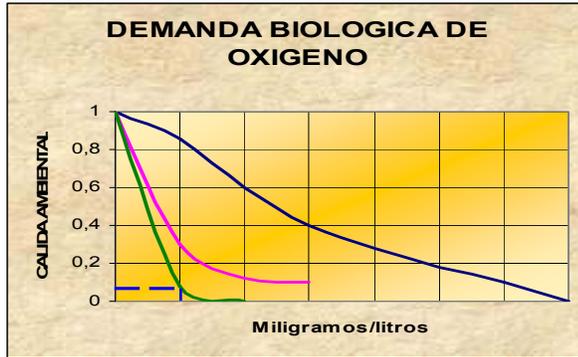
COMPONENTE AMBIENTAL: CONTAMINACIÓN DEL AGUA (31Factor Ambiental:

Pérdida en el agua en la cuenca hidrográfica (20)



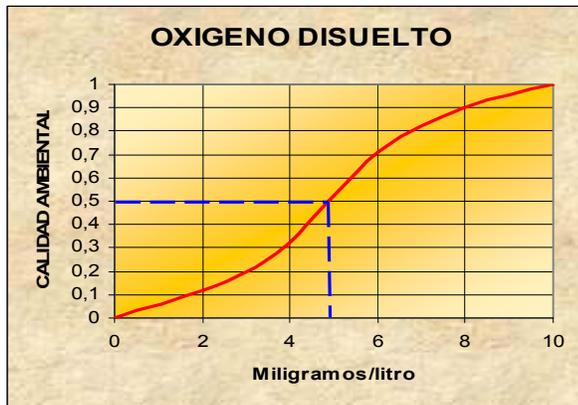
UIA = 0,38x 20
UIA = 7.6

Factor Ambiental: DBO (25)



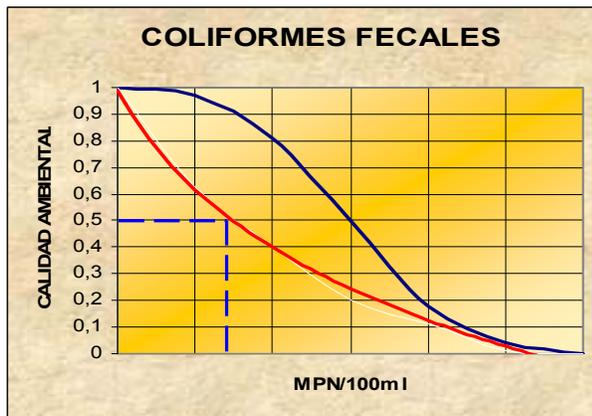
UIA = $0,08 \times 25$
UIA = 2

Factor Ambiental: Oxígeno disuelto (31)



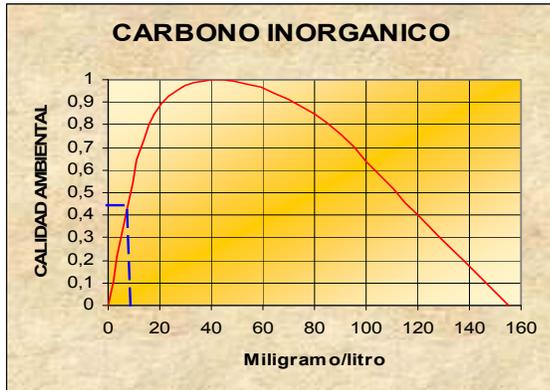
UIA = 0.5×31
UIA = 15.5

Factor Ambiental: Coliformes Fecales (18)



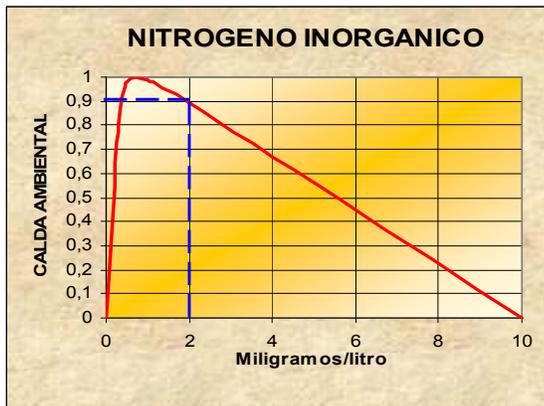
UIA = $0,5 \times 18$
UIA = 9

Factor Ambiental: Carbono inorgánico (22)



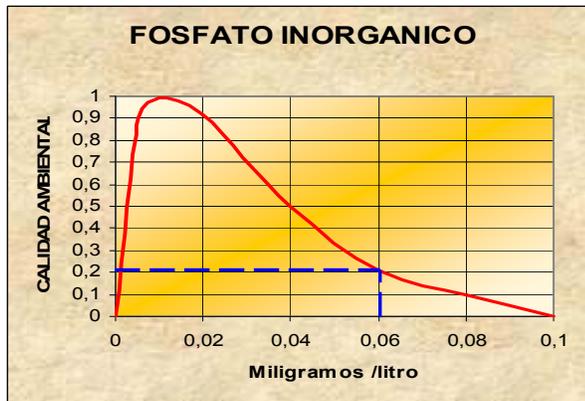
UIA = $0,45 \times 22$
UIA = 9.9

Factor Ambiental: Nitrógeno inorgánico (25)



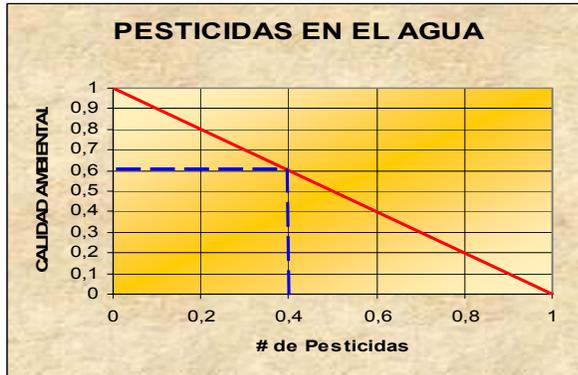
UIA = $0,97 \times 25$
UIA = 24.25

Factor Ambiental: Fosfato inorgánico (28)



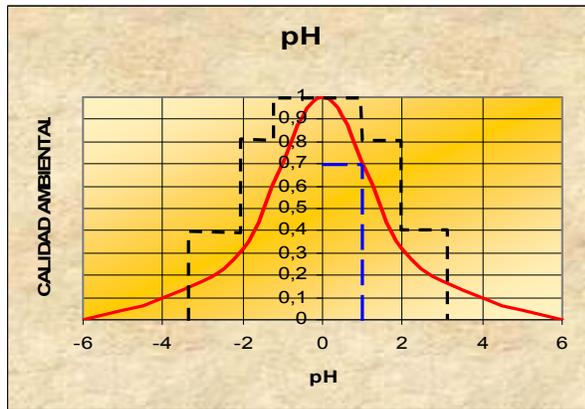
UIA = $0,21 \times 28$
UIA = 5.62

Factor Ambiental: Pesticidas (16)



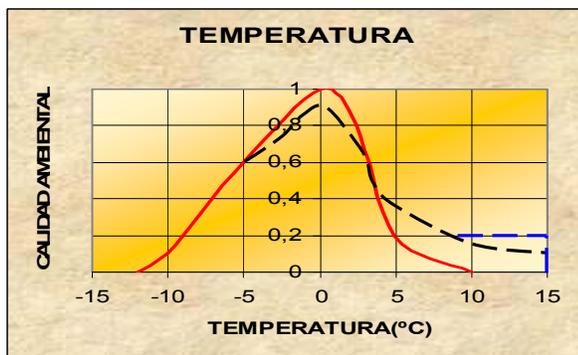
UIA = 0,6x16
UIA = 9.6

Factor Ambiental: pH (18)



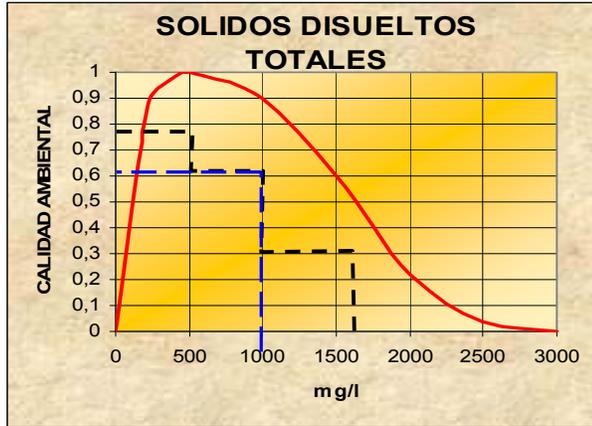
UIA = 0,7x 18
UIA = 12.6

Factor Ambiental: Temperatura (28)



UIA = 0,2x 28
UIA = 5.6

Factor Ambiental: Sólidos disueltos totales (25)



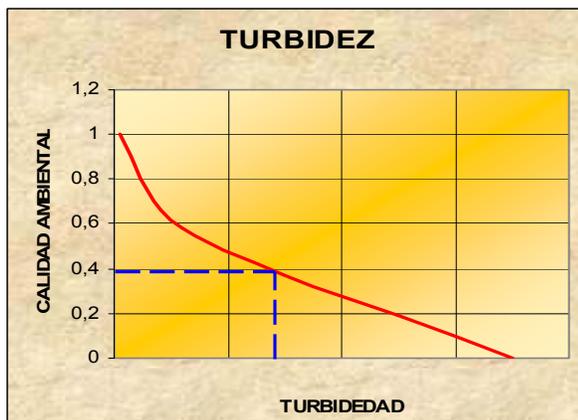
UIA = 0,6 x 25
UIA = 15

Factor Ambiental: Sustancias tóxicas (14)



UIA = 0.1x14
UIA = 1.4

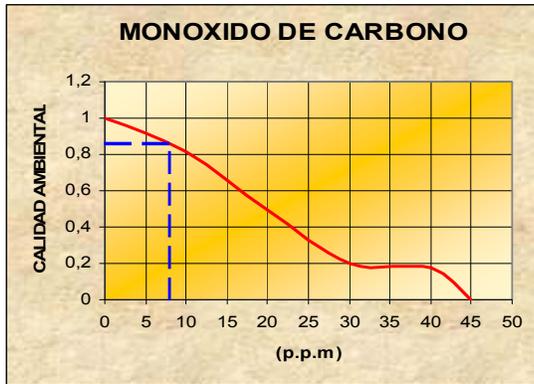
Factor Ambiental: Turbiedad (20)



UIA = 0,4 x 20
UIA = 8

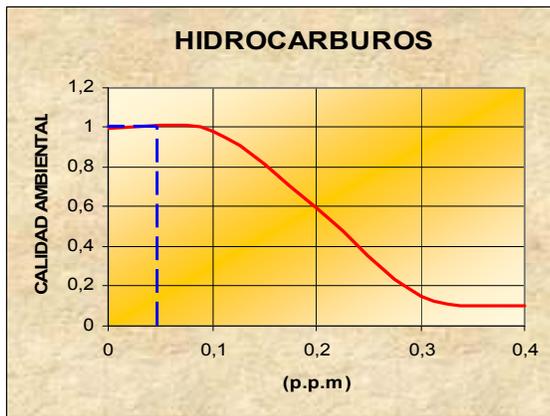
COMPONENTE AMBIENTAL: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (52)

Factor Ambiental: Monóxido de Carbono (05)



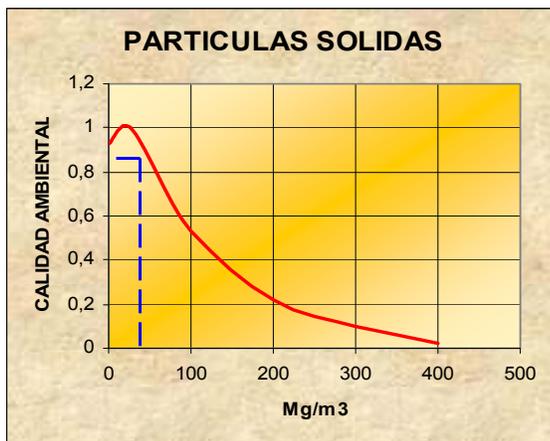
UIA = 0,87 x 5
UIA = 4.35

Factor Ambiental: Hidrocarburos (05)



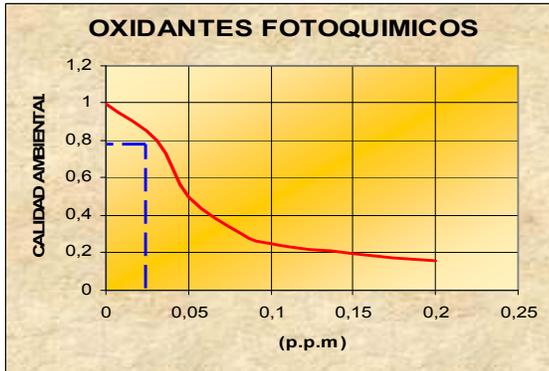
UIA = 0,99 x 5
UIA = 4,95

Factor Ambiental: Partículas Sólidas (12)



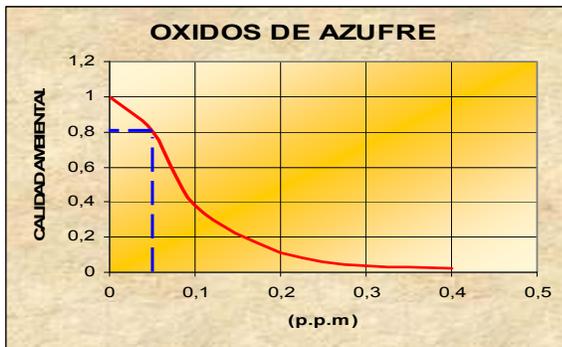
25 Mgr/m³
UIA = 1x 12
UIA = 12

Factor Ambiental: Oxidantes fotoquímicos (05)



0,025 p.p.m
 UIA = 0,88 x 5
 UIA = 4,4

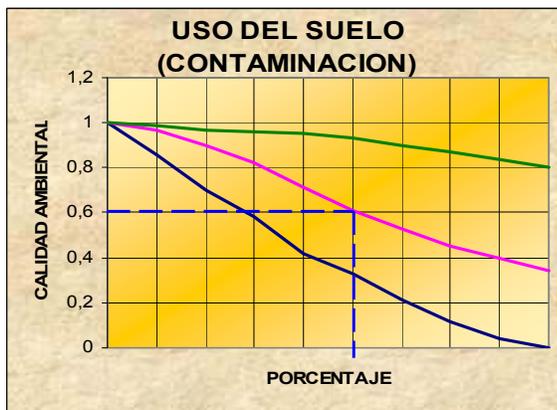
Factor Ambiental: Óxidos de Azufre (10)



0,4 p.p.m
 UIA = 0,85 x 10
 UIA = 8,5

COMPONENTE AMBIENTAL: CONTAMINACIÓN DEL SUELO (28)

Factor Ambiental: Uso del Suelo (14)



Uso del Suelo
 70%
 UIA = 0,6 x 14
 UIA = 8.4

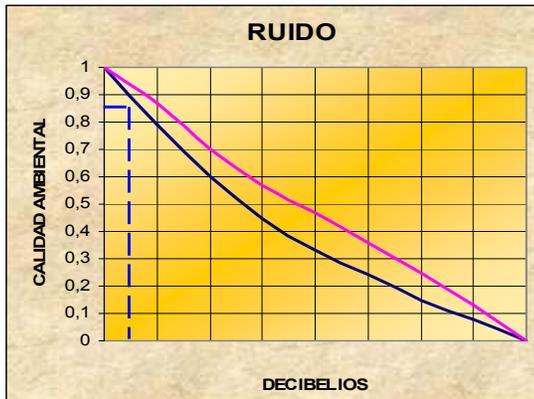
Factor Ambiental: Erosión (14)



0.5acres/pies/millas²
/año
UIA = 0,8 x 14
UIA = 11.2

COMPONENTE AMBIENTAL: CONTAMINACIÓN POR RUIDO (4)

Factor Ambiental: Ruido (04)

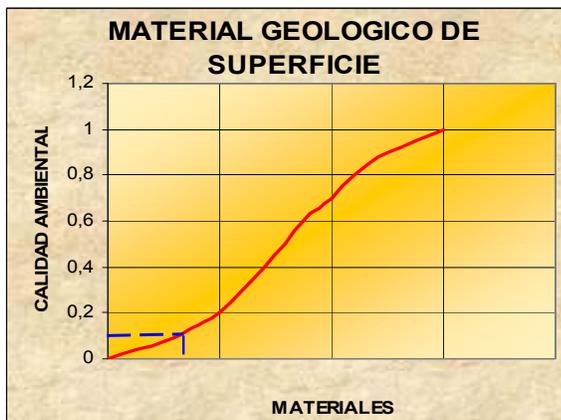


55 Decibelios
UIA = 0,9 x 4
UIA = 0,36

CATEGORÍA: ASPECTOS ESTÉTICOS (153)

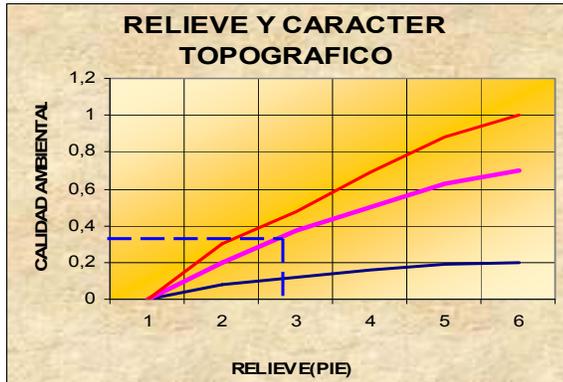
COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO (32)

Factor Ambiental: Material Geológico Superficial (06)



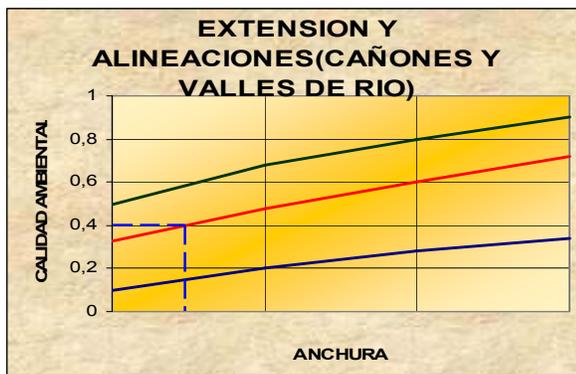
Débil
UIA = 0,1 x 6
UIA = 0,6

Factor Ambiental: Relieve y carácter topográfico (16)



400
 UIA = 0,35 x 16
 UIA = 5,6

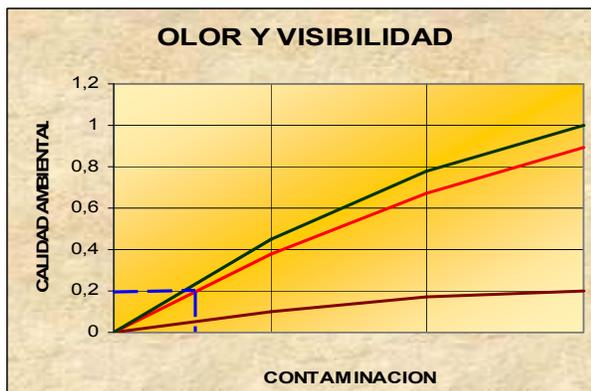
Factor Ambiental: Extensión y alineación (10)



Tres veces la profundidad
 UIA = 0,4 x 10
 UIA = 4

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE (5)

Factor Ambiental: Olor y visibilidad (03)



Claro
 UIA = 0,2 x 3
 UIA = 0,6

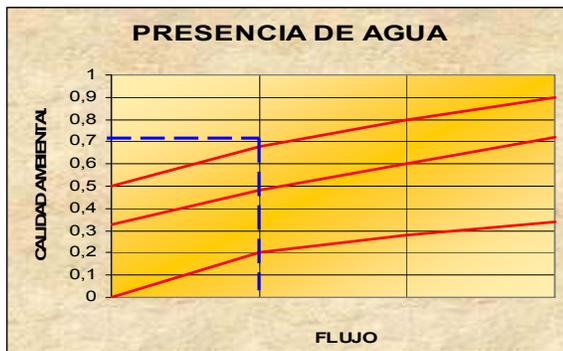
Factor Ambiental: Sonidos (02)



UIA = 0,2 x 2
UIA = 0,4

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA

Factor Ambiental: Presencia de agua (10)



Fuerte

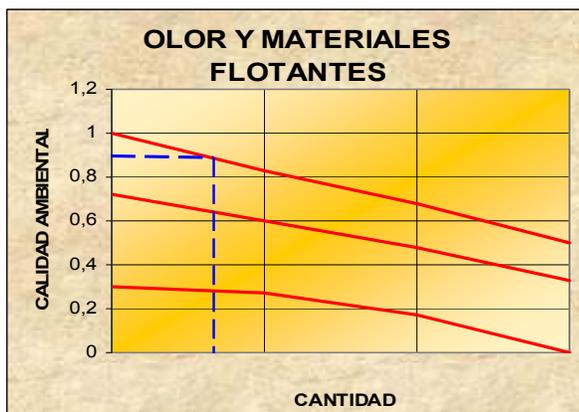
UIA = 0,7 x 10
UIA = 7

Factor Ambiental: Interfase suelo y agua (16)



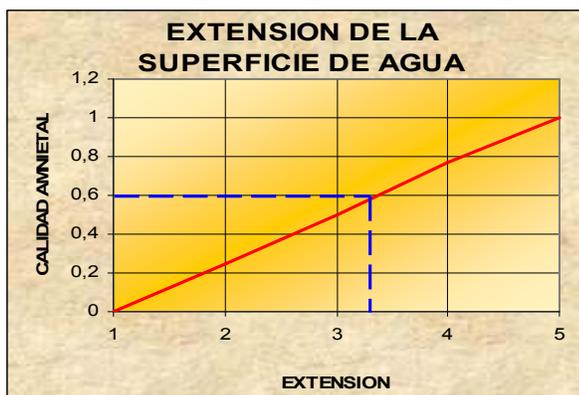
Débil a moderado
UIA = 0,75x 16
UIA = 12

Factor Ambiental: Olor y materiales flotantes (06)



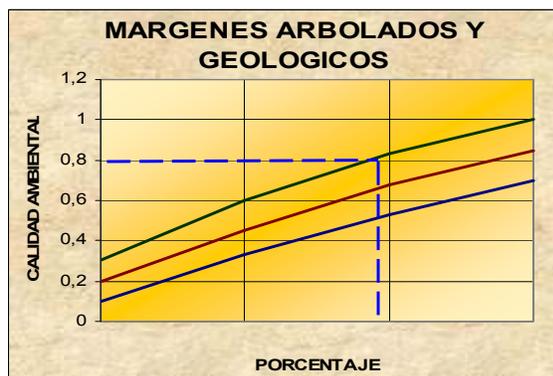
Olor imperceptible
 UIA = 0,9 x 6
 UIA = 5,4

Factor Ambiental: Área de la superficie de agua (10)



Extensión: 520 has
 UIA = 0,6 x 10
 UIA = 6

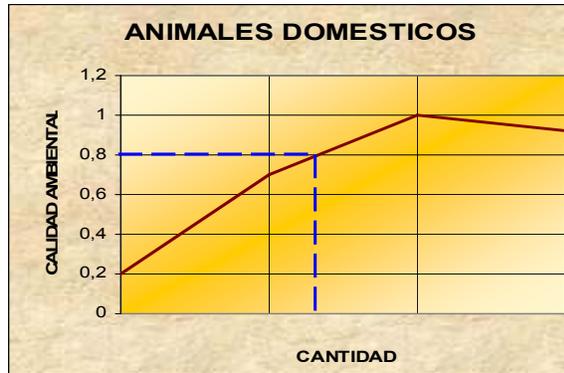
Factor Ambiental: Márgenes arbolados y geológicos (10)



20% Arena, grava,
 roca
 UIA = 0,8x10
 UIA = 8

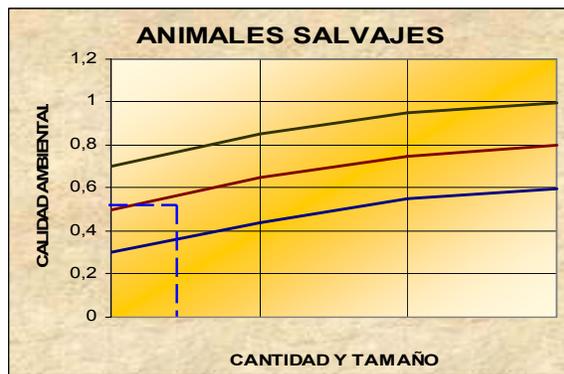
COMPONENTE AMBIENTAL: BIOTA (24)

Factor Ambiental: Animales domésticos (05)



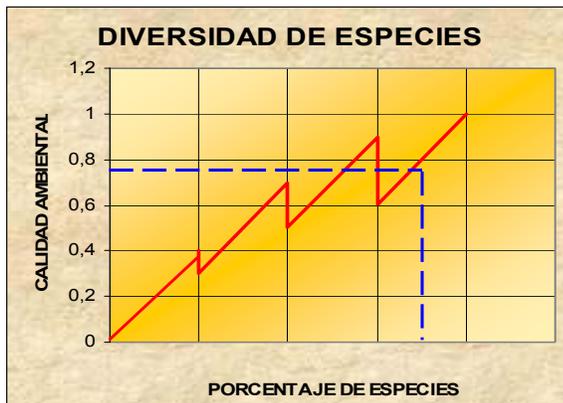
Moderado
UIA = 0,8x 5
UIA = 4

Factor Ambiental: Animales salvajes (05)



Pequeños
animales
abundantes
UIA = 0,58x 9
UIA = 5,22

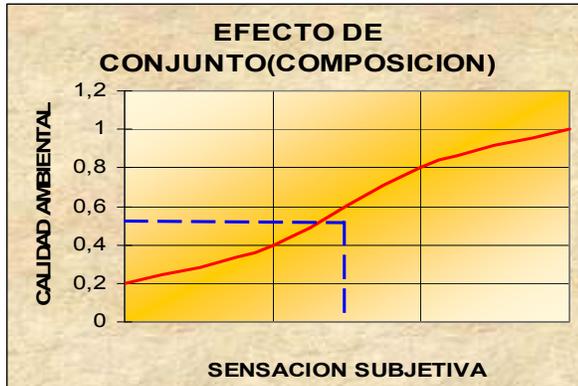
Factor Ambiental: Diversidad de Tipos de vegetales (09)



UIA = 0,8x 5
UIA = 4

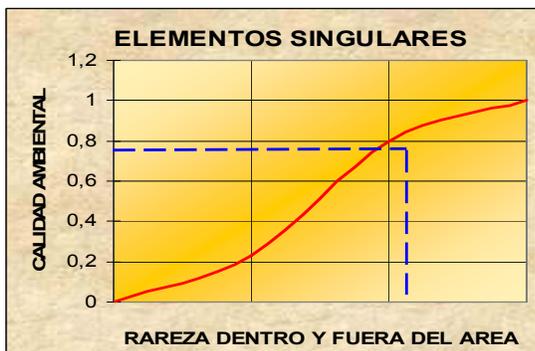
COMPONENTE AMBIENTAL: COMPOSICIÓN (30)

Factor Ambiental: Efectos de composición (15)



Medio, placentero,
encantador
UIA = 0,6x 15
UIA = 9

Factor Ambiental: Elementos singulares (15)



Topografía rara y/o
inusual
UIA = 0,85x 15
UIA = 12,75

CATEGORÍA: ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO (205)

COMPONENTE AMBIENTAL: VALORES EDUCACIONALES Y CIENTÍFICOS (48)

Factor Ambiental: Ecológico (13)



Alto a medio
UIA = 0,8x 13
UIA = 10,4

Factor Ambiental: Geológico (11)



Alto a medio
 UIA = 0,5x 11
 UIA = 5,5

Factor Ambiental: Hidrológico (11)



Alto a medio
 UIA = 0,9x 11
 UIA = 9,9

COMPONENTE AMBIENTAL: VALORES HISTÓRICOS (55)

Factor Ambiental: Arquitectura y estilos (11)



Alto a medio
 UIA = 0,7x 11
 UIA = 7,7

COMPONENTE AMBIENTAL: CULTURAS (28)

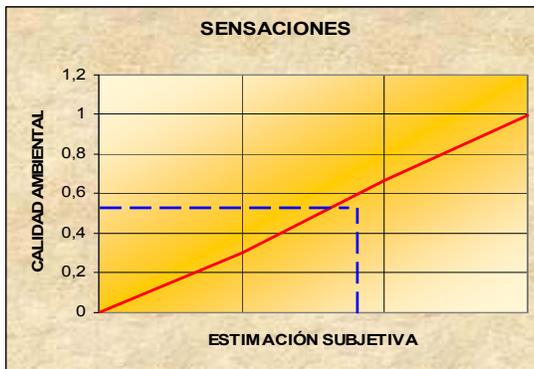
Factor Ambiental: Otros grupos étnicos (07)



Medio
UIA = 0,3x 7
UIA = 0,21

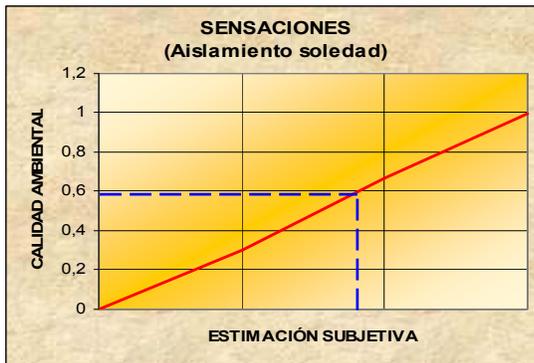
COMPONENTE AMBIENTAL: SENSACIONES (37)

Factor Ambiental: Admiración (11)



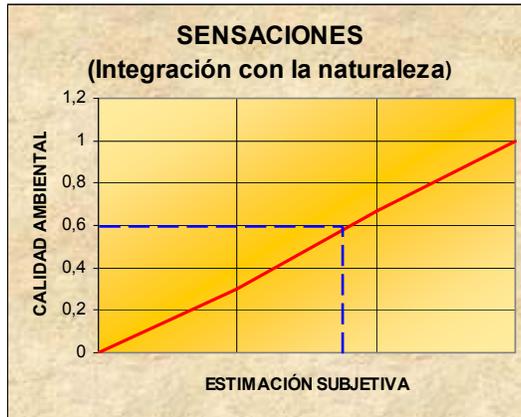
Medio
UIA = 0,6x 11
UIA = 6,6

Factor Ambiental: Aislamiento/solitario (11)



Media
UIA = 0,6x 11
UIA = 6.6

Factor Ambiental: Integración con la naturaleza (11)



Fuerte
UIA = 0,6x 11
UIA = 6.6

Cuadro 4.14. Impactos ambientales producidos en la microcuenca del río Guasmal

IMPACTOS DE LAS ACTIVIDADES ANTROPICAS SOBRE LOS FACTORES AMBIENTALES				
FASE Y ACTIVIDAD	FASE	IMPACTOS		
		Positivo	Negativo	Σ
Apertura de vías de acceso	Ejecución	+ 4	-13	-9
Construcción de carreteras	Ejecución	+3	-5	-2
Mejoramiento de la infraestructura de riego	Operación	+1	-1	0
Reforestación	Operación	+7	0	+7
Aprovechamiento forestal	Ejecución	+5	0	+5
Manejo de pastos nativos	Operación	+1	-2	-1
Zanjas de infiltración para pastos	Ejecución	+2	-1	+1
Quema de vegetación	Ejecución	0	-8	-8
Eliminación de aguas servidas	Ejecución	0	-6	-6
Eliminación de basura	Operación	0	-10	-10
Rotación de cultivos	Operación	+2	-1	+1
Ampliación de frontera agrícola	Operación	+6	-11	-5
Proyecto pecuario	Operación	+2	-5	-3
Presencia de industrias lecheras	Operación	+1	-1	0
Uso de fertilizantes en cultivos	Operación	0	-6	-6
Conservación de remanentes de bosque en las orillas	Operación	+3	0	+3
Operación de industrias lecheras	Operación	+1	-2	-1
Operación de conducción y distribución hídrica	Operación	+2	-4	-2
Operación de preparación de tierras	Operación	+2	-2	0
Operación de siembra, abonado y control de plagas	Operación	+1	-3	-2
Operación de cosechas	Operación	+1	0	+1
Operación de áreas protegidas	Operación	+3	0	+3
Operación de turismo	Operación	+2	-2	0
Positivo		45		
IMPACTOS Negativo			-83	
				-34

➔ Cuadro 4.16. Análisis de las Matrices de calificación

ANÁLISIS DE LAS MATRICES CON Y SIN MANEJO

ECOLOGÍA	Valor unidad de impacto ambiental		
	Con Manejo	Sin Manejo	Cambio Neto
Especies y Poblaciones			
Terrestres			
(14) Pastizales y praderas	14	5,18	8,82
(14) Vegetación natural	14	2,52	11,48
Acuática			
(14) Vegetación natural	14	2,52	11,48
(14) Aves acuáticas	14	1,4	12,6

(56) Subtotal	56	11,62	44,38
---------------	----	-------	-------

Habitats y comunidades			
Terrestres			
(12) Cadena alimenticia	12	2,4	9,6
(12) Uso del suelo	12	9	3
(12) Especies raras y en peligro	12	2,4	9,6
(12) Diversidad de especies	12	7	5
Acuáticas			
(12) Características fluviales	12	9,6	2,4
(12) Diversidad de especies	12	4,2	7,8
(72) Subtotal	72		72
(128) Ecología total	128		128

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
Contaminación del agua

(20) Pérdida cuencas hidrográficas	20	7,6	12,4
(31) Oxígeno disuelto	31	15,5	15,5
(18) pH	18	12,7	5,3
(28) Temperatura	28	5,6	22,4
(25) Sólidos disueltos totales	25	15	10
(18) Coliformes fecales	18	9	9
(20) Turbiedad	20	8	12
(16) Pesticidas	16	9,6	6,4

(176) Subtotal	176	83	93
----------------	-----	----	----

Contaminación atmosférica			
(12)Partículas sólidas	12	12	0
(05)Monóxido de carbono	5	4,35	0,65

(17) Subtotal	17	16,35	0,65
---------------	----	-------	------

Contaminación del suelo			
(14) Uso del suelo	14	8,4	5,6
(14) Erosión	14	11,2	2,8

(28) Subtotal	28	19,6	8,4
---------------	----	------	-----

Contaminación por ruido			
(04)Ruido	4	0,36	3,64

(4) Subtotal	4	0,36	3,64
(225)Total contaminación ambiental	225	119,31	105,69

ASPECTOS ESTÉTICOS			
Suelo			
(06) Material geológico superficial	6	6	0
(16) Relieve y carácter topográfico	16	5,6	10,4

(22) Subtotal	22	11,6	10,4
---------------	----	------	------

Aire			
(03) Olor y visibilidad	3	0,6	2,4
(02) Sonidos	2	0,4	1,6

(5) Subtotal	5	1	4
--------------	---	---	---

Agua			
(10) Presencia de agua	10	7	3
(16) Interfase suelo y agua	16	12	4
(06) Olor y materiales flotantes	6	5,6	1,6
(10) Área de la superficie de agua	10	6	4
(10) Márgenes arboladas y geológicas	8	5,3	3,3

(52) Subtotal	50	35,9	15,9
---------------	----	------	------

Biota			
(05) Animales domésticos	5	4	1
(05) Animales salvajes	5	5,22	0,22
(09) Diversidad de tipos vegetales	9	4	5

(19) Subtotal	19	13,22	6,22
---------------	----	-------	------

Composición			
(15) Efecto de composición	15	9	6
(15) Elementos singulares	15	12,75	2,25

(30) Subtotal	30	21,75	8,25
(126) Total Aspectos estéticos	126	83,47	44,77

ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO

Valores educacionales y científicos			
(13) Ecológico	13	10,4	2,6
(11) Geológico	11	5,5	5,5
(11) Hidrológico	11	9,9	1,1
(35)Subtotal	35	25,8	9,2
Valores históricos			
(11)Arquitectura y estilos	11	7,7	3,3
(11) Subtotal	11	7,7	3,3
Culturas			
(07) Otros grupos étnicos	7	0,21	6,79
(07)Subtotal	7	0,21	6,79
Sensaciones			
(11)Admiración	11	6,6	4,4
(11)Aislamiento solitario	11	6,6	4,4
(11)Integración con la naturaleza	11	6,6	4,4
(33) Subtotal	33	19,8	13,2
(86)Total aspectos de interés humano	86	53,51	32,49
TOTAL	565	256,29	310,95

☞ Cuadro 4.17. Factores ambientales

FACTORES AMBIENTALES	N° de impactos		
	Positivo	Negativo	
Socioeconómico	18	3	15

Cultural	4	10	-6
Suelo	16	27	-11
Flora	4	11	-7
Fauna	1	11	-10
Agua	6	21	-15
TOTAL	49	83	

Fuente: Autor

17	Q.s.n. (2)	5	11.92	0,8	0.200
18	Q.s.n (3)	5	11.66	0,8	0.340
19	Q.Guanagicho Sur	5	16.32	0,8	0.221
20	Q.s.n.(4)	5	11.22	0,8	0.455
21	Q.s.n (5)	5	10.23	0,8	0.325
22	Q.Solferino	5	10.02	0,8	0.198

☛ Cuadro 4.35. Caudales mensuales de cada fuente

FUENTES	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	x
Guasmal	422,30	402,20	379,35	451,00	459,20	463,30	429,56
Río Obispo(fin)	335,26	241,84	259,20	352,02	356,97	351,74	316,17
Quebrada Pioter	10,85	7,76	7,62	11,03	11,70	11,11	10,01
Río Huaca(San luis)	168,00	136,94	138,22	170,24	180,04	193,59	164,50
Q.Tenguetan	26,80	19,56	22,41	34,69	33,63	32,49	28,26
Quebrada Sto.Tomás	31,71	24,65	25,99	36,96	42,00	36,07	32,90
Quebrada Amarillo	5,24	4,65	3,81	6,86	6,67	6,14	5,56
Quebrada San José	11,61	11,06	10,23	14,04	14,14	11,85	12,16
Obispo(unión)	167,00	133,41	133,25	192,31	193,88	170,30	165,02
Tramo A- SJ	21,04	15,50	15,30	21,04	22,85	21,84	19,60
Río Huaca(puente)	160,46	172,21	108,36	214,70	215,67	204,76	179,36
Obispo(puente)	197,25	165,30	168,04	206,08	275,24	215,88	204,63
Tramo unión G.N y M	33,99	33,23	31,20	37,80	38,79	35,82	35,14
Q. Mirador	18,45	17,18	16,80	20,50	20,25	19,89	18,84
Q.Guananguicho Norte	27,59	24,81	25,16	41,14	43,56	36,30	33,09
Q.s.n.(1)	11,78	9,54	10,42	12,60	14,98	13,15	12,08

Q.s.n. (2)	2,54	1,40	1,69	2,81	2,83	3,84	2,52
Q.s.n (3)	5,74	5,00	5,62	6,52	6,60	7,20	6,11
Q.Guanagicho Sur	10,85	6,63	6,89	8,23	9,81	9,66	8,68
Q.s.n.(4)	3,44	2,57	2,89	4,76	4,26	3,60	3,59
Q.s.n (5)	2,76	2,21	2,42	3,38	3,47	3,19	2,90
Quebrada Solferino	6,13	5,87	5,45	6,95	7,30	6,83	6,42

Fuente: Autor

➔ Cuadro 4.36. Índices ETP.

HOJA DE DATOS : INDICE ETP

SITIO : San Luis
 RIO o QUEBRADA : **Río Huaca(fin)**
 FECHA:
 INVESTIGADOR: Jeaneth Meneses

TAXA	FAMILIAS	SUBMUESTRAS			TOTAL	ETP
		1	2	3		
ODONATA	Anisoptera					
	Bivalvia					
EPHEMEROPTERA	Baetidae					
	Ceratopogonidae					
DIPTERA	Chironomidae		2	2	4	
NEUROPTERA	Corydalidae					
COLEOPTERA	Elmidae					
	Euthyplociidae					
	Gastropoda		1		1	
	Glossosomatidae					
	Gordioidea					
	Hidrudinea					
	Hydrachinidae					
	Hydrobiosidae					
TRICHOPTERA	Hydropsychidae					
	Leptoceridae					
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	1			1	→ 1
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae					
HEMIPTERA	Naucoridae					
ANELIDA	Oligochaeta	2	3	1	6	
	Oligoneuridae					
PLECOPTERA	Perlidae					
	Philopotamidae					
COLEOPTERA	Psephenidae					
COLEOPTERA	Ptilodactylidae			2	2	
	Pyralidae					
DIPTERA	Simuliidae	1	2		3	
DIPTERA	Tipulidae	1	1	1	3	
	Turbellaria	1	2	1	4	
HEMIPTERA	Veliidae	1			1	
ODONATA	Zygoptera		2		2	
ARACHNIDA	Arachnida		1	1	2	
CRUSTACEA	Crustacea					
	Otros grupos					
TOTAL		7	14	8	29	1

CÁLCULO:

$$ETP = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} * 100 = 25\%$$

CHIRONOMIDOS =

INTERPRETACIÓN El río tiene una calidad de agua regular.

Calidad de Agua	
75-100%	Muy Buena
50-7%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

HOJA DE DATOS : INDICE ETP

SITIO : San Luis
 RIO o QUEBRADA : **Quebrada Tenguetan**
 FECHA:
 INVESTIGADOR: Jeaneth Meneses

TAXA	FAMILIAS	SUBMUESTRAS			TOTAL	ETP
		1	2	3		
ODONATA	Anisoptera	1		1	2	
	Bivalvia					
EPHEMEROPTERA	Baetidae					
	Ceratopogonidae					
DIPTERA	Chironomidae	2	1		3	
NEUROPTERA	Corydalidae	1			1	
COLEOPTERA	Elmidae	1			1	
	Euthyplociidae					
	Gastropoda					
	Glossosomatidae					
	Gordioidea					
	Hidrudinea					
	Hydrachinidae					
	Hydrobiosidae					
TRICHOPTERA	Hydropsychidae					
	Leptoceridae					
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae					
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae			1	1	⇒ 1
HEMIPTERA	Naucoridae	1			1	
ANELIDA	Oligochaeta		2	1	3	
	Oligoneuridae					
PLECOPTERA	Perlidae		1		1	⇒ 1
	Philopotamidae					
COLEOPTERA	Psephenidae			1	1	
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	1	2		3	
	Pyrilidae					
DIPTERA	Simuliidae	1		2	3	
DIPTERA	Tipulidae					
	Turbelaria		1		1	
HEMIPTERA	Veliidae					
ODONATA	Zygoptera					
ARACHNIDA	Arachnida		1		1	
CRUSTACEA	Crustacea					
	Otros grupos					
TOTAL		8	8	6	22	2

CÁLCULO:

$$\text{ETP} = \frac{2}{3} \cdot 100 = 66,67 \%$$

CHIRONOMIDOS =

INTERPRETACIÓN El agua de esta quebrada es de buena calidad.

Calidad de Agua	
75-100%	Muy Buena
50-7%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

HOJA DE DATOS : INDICE ETP

SITIO : San Luis
 RIO o QUEBRADA : **Quebrada Pioter**
 INVESTIGADOR: Jeaneth Meneses

TAXA	FAMILIAS	SUBMUESTRAS			TOTAL	ETP
		1	2	3		
ODONATA	Anisoptera					
	Bivalvia					
EPHEMEROPTERA	Baetidae					
DIPTERA	Chironomidae	2	1	1	4	
NEUROPTERA	Corydalidae		1		1	
COLEOPTERA	Elmidae					
	Euthyplociidae					
	Gastropoda		1		1	
	Glossosomatidae					
	Gordioidea					
	Hidrudinea					
	Hydrachinidae					
	Hydrobiosidae					
TRICHOPTERA	Hydropsychidae					
	Leptoceridae					
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae					
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae		1		1	⇒ 1
HEMIPTERA	Naucoridae		1		1	
ANELIDA	Oligochaeta	8	2	3	13	
	Oligoneuridae					
PLECOPTERA	Perlidae					
	Philopotamidae					
COLEOPTERA	Psephenidae			1	1	
COLEOPTERA	Ptilodactylidae		1		1	
	Pyralidae					
DIPTERA	Simuliidae	1		1	2	
DIPTERA	Tipulidae					
	Turbelaria	1	1		2	
HEMIPTERA	Veliidae					
ODONATA	Zygoptera		1		1	
ARACHNIDA	Arachnida	1			1	
CRUSTACEA	Crustacea					
	Otros grupos					
TOTAL		13	10	6	29	1

CÁLCULO:

ETP = $1 \frac{1}{4} * 100 = 25\%$
 CHIRONOMIDOS = $\frac{1}{4}$

INTERPRETACIÓN Esta quebrada tiene agua de regular calidad.

Calidad de Agua	
75-100%	Muy Buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

HOJA DE DATOS : INDICE ETP

SITIO : Julio Andrade
 RIO o QUEBRADA : **Río Obispo(inicio)**
 FECHA:
 INVESTIGADOR: Jeaneth Meneses

TAXA	FAMILIAS	SUBMUESTRAS			TOTAL	ETP
		1	2	3		
ODONATA	Anisoptera			1	1	
	Bivalvia					
EPHEMEROPTERA	Baetidae					
	Ceratopogonidae					
DIPTERA	Chironomidae	2		2	4	
NEUROPTERA	Corydalidae	1			1	
COLEOPTERA	Elmidae	1	1		2	
	Euthyplociidae					
	Gastropoda					
	Glossosomatidae					
	Gordioidea					
	Hidrudinea					
	Hydrachinidae					
	Hydrobiosidae					
TRICHOPTERA	Hydropsychidae					
	Leptoceridae					
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae			1		⇒ 1
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae					⇒
HEMIPTERA	Naucoridae	1			1	
ANELIDA	Oligochaeta	2	1	1	4	
	Oligoneuridae					
PLECOPTERA	Perlidae		1		1	⇒ 1
	Philopotamidae					
COLEOPTERA	Psephenidae	1	1		2	
COLEOPTERA	Ptilodactylidae			1	1	
	Pyralidae					
DIPTERA	Simuliidae	1			1	
DIPTERA	Tipulidae			1	1	
	Turbelaria	1			1	
HEMIPTERA	Veliidae					
ODONATA	Zygoptera	1		1	2	
ARACHNIDA	Arachnida					
CRUSTACEA	Crustacea					
	Otros grupos					
TOTAL		11	4	8	22	2

CÁLCULO:

ETP = $2 \frac{2}{4} 100 = 50 \%$
 CHIRONOMIDOS =

INTERPRETACIÓN El río tiene condiciones de agua de buena calidad.

Calidad de Agua	
75-100%	Muy Buena
50-7%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

HOJA DE DATOS : INDICE ETP

SITIO : San Luis
 RIO o QUEBRADA : **Río Obispo(fin)**
 FECHA:
 INVESTIGADOR: Jeaneth Meneses

TAXA	FAMILIAS	SUBMUESTRAS			TOTAL	ETP
		1	2	3		
ODONATA	Anisoptera	1	1		2	
	Bivalvia					
EPHEMEROPTERA	Baetidae					
	Ceratopogonidae					
DIPTERA	Chironomidae	1	2	1	4	
NEUROPTERA	Corydalidae		1		1	
COLEOPTERA	Elmidae	1			1	
	Euthyplociidae					
	Gastropoda					
	Glossosomatidae					
	Gordioidea					
	Hidrudinea					
	Hydrachinidae					
	Hydrobiosidae					
TRICHOPTERA	Hydropsychidae					
	Leptoceridae					
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae					
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae					
HEMIPTERA	Naucoridae					
ANELIDA	Oligochaeta	2	2	1	5	
	Oligoneuridae					
PLECOPTERA	Perlidae	1			1	⇒ 1
	Philopotamidae					
COLEOPTERA	Psephenidae		1		1	
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	1			1	
	Pyralidae					
DIPTERA	Simuliidae		2		2	
DIPTERA	Tipulidae	1			1	
	Turbelaria	1		1	2	
HEMIPTERA	Veliidae					
ODONATA	Zygoptera					
ARACHNIDA	Arachnida	1				
CRUSTACEA	Crustacea					
	Otros grupos					
TOTAL		10	9	3	21	1

CÁLCULO:

ETP = $1 \frac{1 * 100}{4} = 25 \%$
 CHIRONOMIDOS = $4 \frac{1 * 100}{4} = 25 \%$

INTERPRETACIÓN El río está medianamente contaminado.

Calidad de Agua	
75-100%	Muy Buena
50-7%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

HOJA DE DATOS : INDICE ETP

SITIO : Huaca
 RIO o QUEBRADA : **San José**
 INVESTIGADOR: Jeaneth Meneses

TAXA	FAMILIAS	SUBMUESTRAS			TOTAL	ETP
		1	2	3		
ODONATA	Anisoptera					
	Bivalvia					
EPHEMEROPTERA	Baetidae					
	Ceratopogonidae					
DIPTERA	Chironomidae	1	2	1	4	
NEUROPTERA	Corydalidae					
COLEOPTERA	Elmidae					
	Euthylociidae					
	Gastropoda					
	Glossosomatidae					
	Gordioidea					
	Hidrudinea					
	Hydrachnidae					
	Hydrobiosidae					
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	1			1	⇒ 1
	Leptoceridae					
EPHEMEROPTERA	Leptohephidae					
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae		1		1	⇒ 1
HEMIPTERA	Naucoridae			1	1	
ANELIDA	Oligochaeta	2			2	
	Oligoneuridae					
PLECOPTERA	Perlidae					
	Philopotamidae					
COLEOPTERA	Psephenidae	1		1	2	
COLEOPTERA	Ptilodactylidae					
	Pyralidae					
DIPTERA	Simuliidae					
DIPTERA	Tipulidae					
	Turbellaria					
HEMIPTERA	Veliidae					
ODONATA	Zygoptera	1			1	
ARACHNIDA	Arachnida		1		1	
CRUSTACEA	Crustacea					
	Otros grupos					
TOTAL		6	4	3	13	2

CÁLCULO:

$$\text{ETP} = \frac{2}{4} \cdot 100 = 50\%$$

CHIRONOMIDOS : $\frac{2}{4}$

INTERPRETACIÓN La quebrada tiene agua de buena calidad.

Calidad de Agua	
75-100%	Muy Buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

HOJA DE DATOS : INDICE ETP

SITIO : Guananguicho Norte
 RIO o QUEBRADA : **Quebrada Guananguicho Norte**
 INVESTIGADOR: Jeaneth Meneses

TAXA	FAMILIAS	SUBMUESTRAS			TOTAL	ETP
		1	2	3		
ODONATA	Anisoptera	1			1	
	Bivalvia					
EPHEMEROPTERA	Baetidae					
	Ceratopogonidae					
DIPTERA	Chironomidae	1	1		2	
NEUROPTERA	Corydalidae					
COLEOPTERA	Elmidae					
	Euthylociidae					
	Gastropoda					
	Glossosomatidae					
	Gordioidea					
	Hidrudinea					
	Hydrachnidae					
	Hydrobiosidae					
TRICHOPTERA	Hydropsychidae				1	→ 1
	Leptoceridae					
EPHEMEROPTERA	Leptohephidae					
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae					
HEMIPTERA	Naucoridae					
ANELIDA	Oligochaeta	2	1	1	4	
	Oligoneuridae					
PLECOPTERA	Perlidae					
	Philopotamidae					
COLEOPTERA	Psephenidae					
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	1		2		
	Pyralidae					
DIPTERA	Simuliidae	1		1		
DIPTERA	Tipulidae					
	Turbelaria		1			
HEMIPTERA	Veliidae					
ODONATA	Zygoptera	1				
ARACHNIDA	Arachnida					
CRUSTACEA	Crustacea					
	Otros grupos					
TOTAL		7	3	4	8	1

CÁLCULO:

$$\text{ETP} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} * 100 = 50\%$$

CHIRONOMIDOS :

INTERPRETACIÓN Esta quebrada tiene agua de buena calidad.

Calidad de Agua	
75-100%	Muy Buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

HOJA DE DATOS : INDICE ETP

SITIO : Guananguicho Sur
 RIO o QUEBRADA : **Quebrada Guananguicho Sur**
 INVESTIGADOR: Jeaneth Meneses

TAXA	FAMILIAS	SUBMUESTRAS			TOTAL	ETP
		1	2	3		
ODONATA	Anisoptera					
	Bivalvia					
EPHEMEROPTERA	Baetidae					
DIPTERA	Chironomidae	2	1	1	4	
NEUROPTERA	Corydalidae					
COLEOPTERA	Elmidae					
	Euthyplociidae					
	Gastropoda					
	Glossosomatidae					
	Gordioidea					
	Hidrudinea					
	Hydrachinidae					
	Hydrobiosidae					
TRICHOPTERA	Hydropsychidae					
	Leptoceridae					
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	1			1	⇒ 1
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae					
HEMIPTERA	Naucoridae		1			
ANELIDA	Oligochaeta	1		1	2	
	Oligoneuridae					
PLECOPTERA	Perlidae		1		1	⇒ 1
	Philopotamidae					
COLEOPTERA	Psephenidae					
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	2			2	
	Pyralidae					
DIPTERA	Simuliidae					
DIPTERA	Tipulidae	1		1	2	
	Turbelaria					
HEMIPTERA	Veliidae					
ODONATA	Zygoptera	1			1	
ARACHNIDA	Arachnida		1			
CRUSTACEA	Crustacea					
	Otros grupos					
TOTAL		8	4	3	13	2

CÁLCULO:

$$\text{ETP} = \frac{2}{4} * 100 = 50\%$$

CHIRONOMIDOS =

INTERPRETACIÓN

Esta quebrada tiene agua de buena calidad.

Calidad de Agua	
75-100%	Muy Buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

HOJA DE DATOS : INDICE ETP

SITIO : Solferino
 RIO o QUEBRADA : **Quebrada Solferino**
 INVESTIGADOR: Jeaneth Meneses

TAXA	FAMILIAS	SUBMUESTRAS			TOTAL	ETP
		1	2	3		
ODONATA	Anisoptera					
	Bivalvia					
EPHEMEROPTERA	Baetidae					
DIPTERA	Chironomidae	1	2		3	
NEUROPTERA	Corydalidae					
COLEOPTERA	Elmidae					
	Euthyplociidae					
	Gastropoda					
	Glossosomatidae					
	Gordioidea					
	Hidrudinea					
	Hydrachinidae	1	1		2	⇒ 2
	Hydrobiosidae					
TRICHOPTERA	Hydropsychidae					
	Leptoceridae					
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae		1	2	3	⇒ 3
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	1	1		2	⇒ 2
HEMIPTERA	Naucoridae					
ANELIDA	Oligochaeta					
	Oligoneuridae					
PLECOPTERA	Perlidae		1	2	3	⇒ 3
	Philopotamidae					
COLEOPTERA	Psephenidae					
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	1		1	2	
	Pyralidae					
DIPTERA	Simuliidae					
DIPTERA	Tipulidae					
	Turbelaria		1	1	2	
HEMIPTERA	Veliidae					
ODONATA	Zygoptera		1		1	
ARACHNIDA	Arachnida					
CRUSTACEA	Crustacea					
	Otros grupos					
TOTAL		4	8	6	18	10

CÁLCULO:

$$ETP = \frac{10}{3} \cdot \frac{10}{3} * 100 = 333,33\%$$

INTERPRETACIÓN Esta quebrada tiene agua de muy buena calidad.

Calidad de Agua	
75-100%	Muy Buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

➔ Cuadro 4.38 Fichas de pasivos ambientales

FICHA DE REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES

Proyecto			
Código	001	Responsable	Meneses Pastaz Jeaneth
Fecha	15 - 12 - 2006		
Identificación	Contaminación por desechos sólidos		
Descripción	Acumulación de gran cantidad de basura en caminos y carreteras		
Impacto ambiental de acumulación de basura a terceros			X
Impacto ambiental de terceros a la acumulación de basura			
Calificación crítica	X	Fotografía	1
Posibles causas generadoras	Falta de educación ambiental de la comunidad. Falta de normativas de control Falta de presupuesto para recolectar la basura		
Posibles soluciones	Mayor control de salubridad Capacitación a la comunidad		
Posibles Causantes Ejecutores	Comunidad inmersa dentro de la microcuenca Turismo		

Fotografía N° 1. Acumulación de basura



FICHA DE REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES

Proyecto	Microcuenca del río Guasmal		
Código	002	Responsable	Meneses Pastaz Jeaneth
Fecha	15 – 12 - 2006		
Identificación	Contaminación del agua con desechos sólidos		
Descripción	Desperdicios de tino no degradable en orillas de quebradas y ríos		
Impacto ambiental de contaminación del agua a terceros			<input checked="" type="checkbox"/>
Impacto ambiental de terceros a la contaminación del agua			<input type="checkbox"/>
Calificación crítica	<input checked="" type="checkbox"/>	Fotografía	<input type="checkbox"/> 2
Posibles causas generadoras	Educación ambiental de la comunidad		
Posibles soluciones	Capacitación a moradores Mayor control por parte de autoridades		
Posibles Causantes Ejecutores	Moradores rurales		
Fotografía N° 2. Contaminación hídrica por desperdicios			



FICHA DE REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES

Proyecto	Microcuenca del río Guasmal		
Código	003	Responsable	Meneses Pastaz Jeaneth
Fecha	15 – 12 - 2006		
Identificación	Contaminación hídrica por desperdicios agroquímicos		
Descripción	Acumulación de desechos de la actividad agrícola en orillas y cuernos de agua		
Impacto ambiental de la contaminación hídrica a terceros			<input type="checkbox"/>
Impacto ambiental de terceros a la contaminación hídrica			<input checked="" type="checkbox"/>
Calificación crítica	<input checked="" type="checkbox"/>	Fotografía	<input type="checkbox"/> 3
Posibles causas generadoras	Falta de capacitación de moradores		
Posibles soluciones	Clasificación de desechos Tratamiento de desechos Reciclaje de desechos Educación ambiental		
Posibles Causantes Ejecutores	Moradores de la zona		

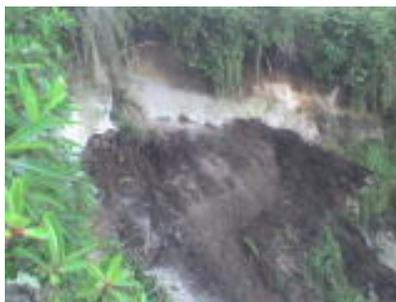
Fotografía N° 3. Contaminación hídrica por agroquímicos



FICHA DE REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES

Proyecto	Microcuenca del río Guasmal		
Código	004	Responsable	Meneses Pastaz Jeaneth
Fecha	15 – 12 - 2006		
Identificación	Pérdida de cobertura vegetal		
Descripción	Presencia de canchagua		
Impacto ambiental de la pérdida de vegetación a terceros	<input type="checkbox"/>		
Impacto ambiental de terceros a la pérdida de vegetación	<input checked="" type="checkbox"/>		
Calificación crítica	<input checked="" type="checkbox"/>	Fotografía	<input type="checkbox"/> 4
Posibles causas generadoras	Mal manejo del suelo Suelo descubierto		
Posibles soluciones	Reforestación con plantas nativas		
Posibles Causantes Ejecutores	Municipio de Huaca Moradores		

Fotografía N° 4. Pérdida de vegetación



FICHA DE REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES

Proyecto	Microcuenca del río Guasmal		
Código	005	Responsable	Meneses Pastaz Jeaneth
Fecha	15 - 12 - 2006		
Identificación	Avance de la frontera agrícola		
Descripción	Incremento de áreas para el cultivo y ganadería		
Impacto ambiental del avance de la frontera agrícola terceros			<input type="checkbox"/>
Impacto ambiental de terceros a la frontera agrícola			<input checked="" type="checkbox"/>
Calificación crítica	<input checked="" type="checkbox"/>	Fotografía	<input type="checkbox"/> 5
Posibles causas generadoras	Pobreza Necesidad de mayor producción de leche		
Posibles soluciones	Prestamos para formar microempresas		
Posibles Causantes Ejecutores	Comunidad		

Fotografía N° 5. Aumento de la frontera agrícola



FICHA DE REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES

Proyecto	Microcuenca del río Guasmal		
Código	006	Responsable	Meneses Pastaz, Jeaneth
Fecha	15 – 12 - 2006		
Identificación	Deforestación		
Descripción	Tala del bosque secundario		
Impacto ambiental de la deforestación a terceros			
Impacto ambiental de terceros a la deforestación			X
Calificación crítica	X	Fotografía	6
Posibles causas generadoras	Necesidad de leña Incrementar áreas para pasto		
Posibles soluciones	Alternativas de otro tipo de consumo Mejorar sistemas ganaderos		
Posibles Causantes Ejecutores	Comunidad		

Fotografía N° 6. Deforestación.



FICHA DE REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES

Proyecto	Microcuenca del río Guasmal		
Código	008	Responsable	Meneses Pastaz Jeaneth
Fecha	15 – 12 - 2006		
Identificación	Sobrenastoreo		
Descripción	Incremento de áreas para el cultivo y ganadería		
Impacto ambiental del sobrepastoreo a terceros			<input type="checkbox"/>
Impacto ambiental de terceros al sobrepastoreo			<input checked="" type="checkbox"/>
Calificación crítica	<input checked="" type="checkbox"/>	Fotografía	<input type="checkbox"/> 7
Posibles causas generadoras	Falta de áreas más extensas para ganadería Pobreza		
Posibles soluciones	Manejo de pastos Aplicar sistemas que mejoren los pastos		
Posibles Causantes Ejecutores	Comunidad		

Fotografía N° 8. Sobrepastoreo



FICHA DE REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES

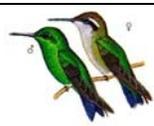
Proyecto	Microcuenca del río Guasmal		
Código	009	Responsable	Meneses Pastaz Jeaneth
Fecha	15 - 12 - 2006		
Identificación	Contaminación de agua		
Descripción	Eliminación directa de aguas servidas sin tratamiento a los afluentes de agua		
Impacto ambiental de la contaminación del agua a terceros			
Impacto ambiental de terceros a la contaminación del agua	X		
Calificación crítica	X	Fotografía	8
Posibles causas generadoras	Falta de plantas de tratamiento Mal diseño de redes de alcantarillado		
Posibles soluciones	Tratamiento de agua		
Posibles Causantes Ejecutores	Comunidad Municipio de San Pedro de Huaca		
Fotografía N° 9. Contaminación de agua			



➤ Cuadro 4.39. Inventario de aves de la microcuenca del río Guasmal

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	AVES
Accipitridae	<i>Accipiter ventralis</i>	
Rhinocryptidae	<i>Acropternis orthonyx</i>	
	<i>Actitis macularia</i>	
Psittacidae	<i>Amazona mercenaria</i>	
	<i>Ampelion rubrocristatus</i>	
Ramphastidae	<i>Andigena hypoglauca</i>	
Traupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>	
Traupidae	<i>Anisognathus lacrymosus</i>	
Traupidae	<i>Anisognathus somptuosus</i>	
	<i>Anthus bogotensis</i>	
Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	
	<i>Asthenes flammulata</i>	

	<i>Atrapes latinuchus</i>	
	<i>Atrapes ptilinucha</i>	
	<i>Atrapes schistaceus</i>	
	<i>Brasileterus nigricristatus</i>	
	<i>Brasileterus luteoviridis</i>	
	<i>Buarremon torquatus</i>	
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	
Accipitridae	<i>Buteo albigula</i>	
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	
Thraupidae	<i>Buthraupis eximia</i>	
Thraupidae	<i>Buthraupis montana</i>	
Calidridinae	<i>Calidris melanotos</i>	

Picidae	<i>Campephilus pollens</i>	
Nyctibiidae	<i>Caprimulgus longirostris</i>	
	<i>Cardolelis spinensis</i>	
	<i>Carduelos magellanica</i>	
	<i>Cardulis psaltria</i>	
	<i>Catamenia homochroa</i>	
	<i>Catamenia inornata</i>	
	<i>Cholonis riefferii</i>	
Trochilidae	<i>Cholorospingus ophthalmicus</i>	
Apodidae	<i>Chordeiles minor</i>	
Accipitridae	<i>enél cinereus</i>	

Furnariidae	<i>Cinclodes fuscus</i>	
Furnariidae	<i>Cinclus eucocephalus</i>	
	<i>Cinnycerthia unirufa</i>	
	<i>Cistothorus platensis</i>	
	<i>Cnemarchus erythropygius</i>	
	<i>Cnemosopus rubrirostris</i>	
Trochilidae	<i>Pterophanes cyanopterus</i>	
Trochilidae	<i>Ensifera ensifera</i>	
Trochilidae	<i>Coeligena coeligena</i>	
Trochilidae	<i>Coeligena torquata</i>	
Trochilidae	<i>Coeligena lutetiae</i>	
Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	
Trochilidae	<i>Lesbia nuna</i>	
Trochilidae	<i>Agelaiocercus kingi</i>	
Trochilidae	<i>Eriocnemis enélope</i>	
Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	
Trochilidae	<i>Eriocnemis mosquera</i>	

Trochilidae	<i>Eriocnemis deryi</i>	
Trochilidae	<i>Opiathophora euryptera</i>	
Trochilidae	<i>Metallura williami</i>	
Trochilidae	<i>Metallura tyrianthina</i>	
Trochilidae	<i>Chalcostigma Stanley</i>	
Trochilidae	<i>Chalcostigma HERRANI</i>	
Columbidae	<i>Columba fasciata</i>	
	<i>Conirostrum cinereum</i>	
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	
	<i>Cyanolyca armillata</i>	
	<i>Cyanolyca turcosa</i>	
Apodidae	<i>Cypseloide rutilus</i>	
	<i>Dendroica fusca</i>	
	<i>énélope albilatera</i>	
	<i>énélope humeralis</i>	

	<i>enélope lafresnayii</i>	
Thraupidae	<i>Diglossopsis cyanea</i>	
Thraupidae	<i>Doliornis remsi</i>	
Thraupidae	<i>Dubusia taeniata</i>	
Falconinae	<i>Falco columbarius</i>	
Falconinae	<i>Falco femoralis</i>	
Falconinae	<i>Falco sparverius</i>	
	<i>Galinago jamesoni</i>	
	<i>Galinago nobilis</i>	
	<i>Grallaria gigantean</i>	
	<i>Grallaria quitensis</i>	
	<i>Grallaria rufula</i>	

	<i>Grallaria lineifrons</i>	
Trochilidae	<i>Heliodoxa leadbeateri</i>	
	<i>Hellmayrea gularis</i>	
Thraupidae	<i>Hemispingus atropelius</i>	
Thraupidae	<i>Hemispingus superciliaris</i>	
Thraupidae	<i>Hemispingus verticalis</i>	
Thraupidae	<i>Iridosornis rufivertex</i>	
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	
	<i>Lipaugus fuscocinereus</i>	
Apodidae	<i>Lurocalis rufiventris</i>	
Apodidae	<i>Lurocalis semitorquatus</i>	
Picidae	<i>Margarornis squamiger</i>	

	<i>Mecocerculus leucophris</i>	
	<i>Mercocerculus stictopterus</i>	
Anatidae	<i>Merganetta armata</i>	
Tyrannidae	<i>Myiobprus melanocephalus</i>	
Tyrannidae	<i>Myiophobus flavicans</i>	
	<i>Myiotheretes stiacolis</i>	
	<i>Myiotheretes striaticolis</i>	
Rhinocryptidae	<i>Myornis senilis</i>	
Tinamidae	<i>Nothocercus Julius</i>	
Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	
Hirundinidae	<i>Notiochelidon flavipes</i>	
Hirundinidae	<i>Notiochelidon murina</i>	

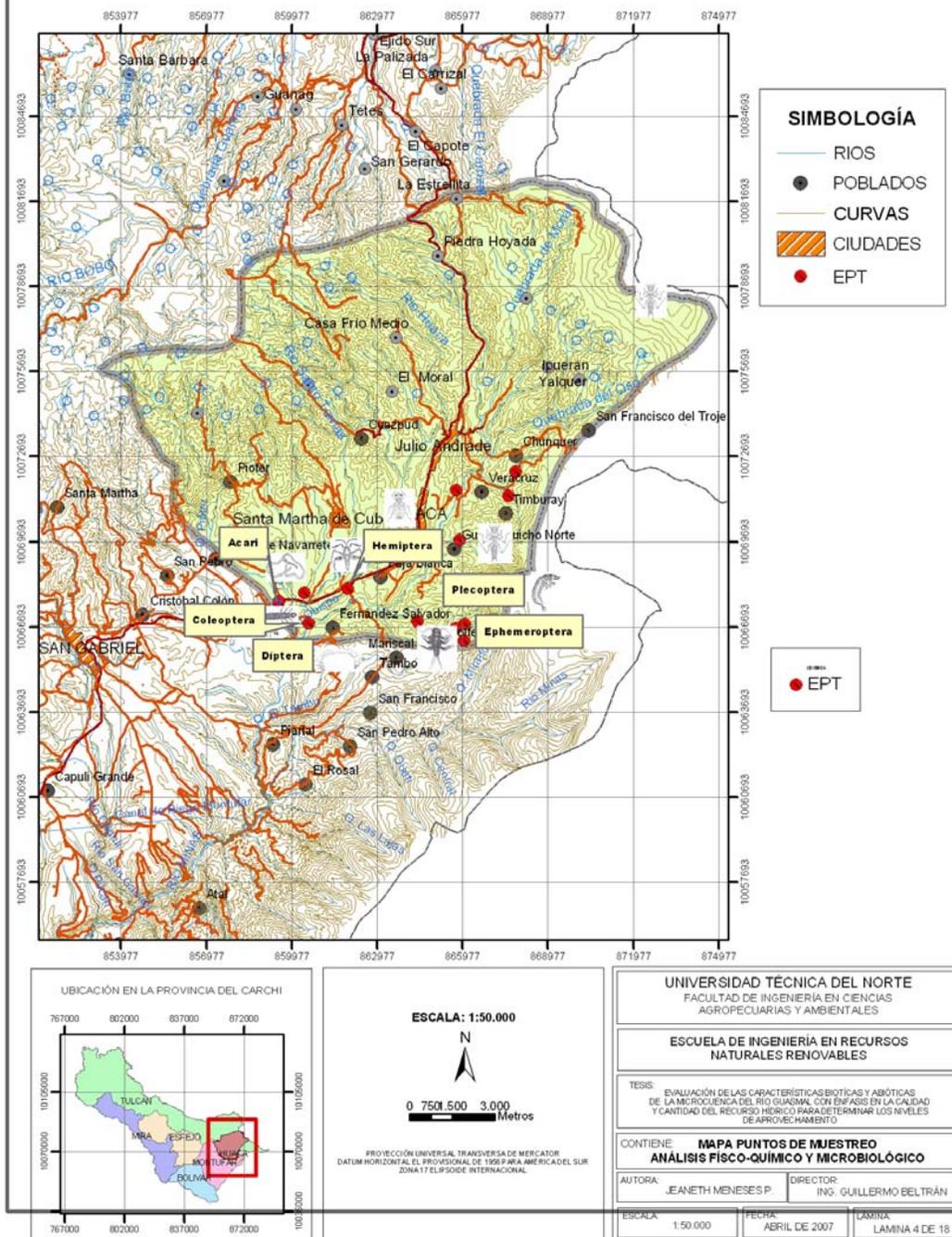
Tyrannidae	<i>Ochotheca frontalis</i>	
Tyrannidae	<i>Ochotheca fumicolor</i>	
Tyrannidae	<i>Ochotheca rufipectoralis</i>	
Tyrannidae	<i>Ochotheca cinnamomeiventris</i>	
Falconinae	<i>Oroaetus Isidori</i>	
	<i>Pachyramphus versicolor</i>	
Cracidae	<i>enélope montagnii</i>	
Falconinae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	
Carninalidae	<i>Pheuticus aureoventris</i>	
Cardinalidae	<i>Pheuticus chrysogaster</i>	
Fringilidae	<i>Phrygilus plebejus</i>	
Fringilidae	<i>Phrygilus unicolor</i>	

Fringilidae	<i>Phyllomyas nigrocapillus</i>	
Picidae	<i>Piculus rivolii</i>	
Psittacidae	<i>Pionus seniloides</i>	
Pipridae	<i>Pipreolata arcuata</i>	
Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	
Tyrannidae	<i>Pseudocolaptes boissonneautii</i>	
Tyrannidae	<i>Pseudotriccus ruficeps</i>	
Formicariidae	<i>Pyrrhomyias cinamomea</i>	
Trochilidae	<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	
	<i>Shizoeaca fuliginosa</i>	
	<i>Scytalopus canus</i>	
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus unicolor</i>	

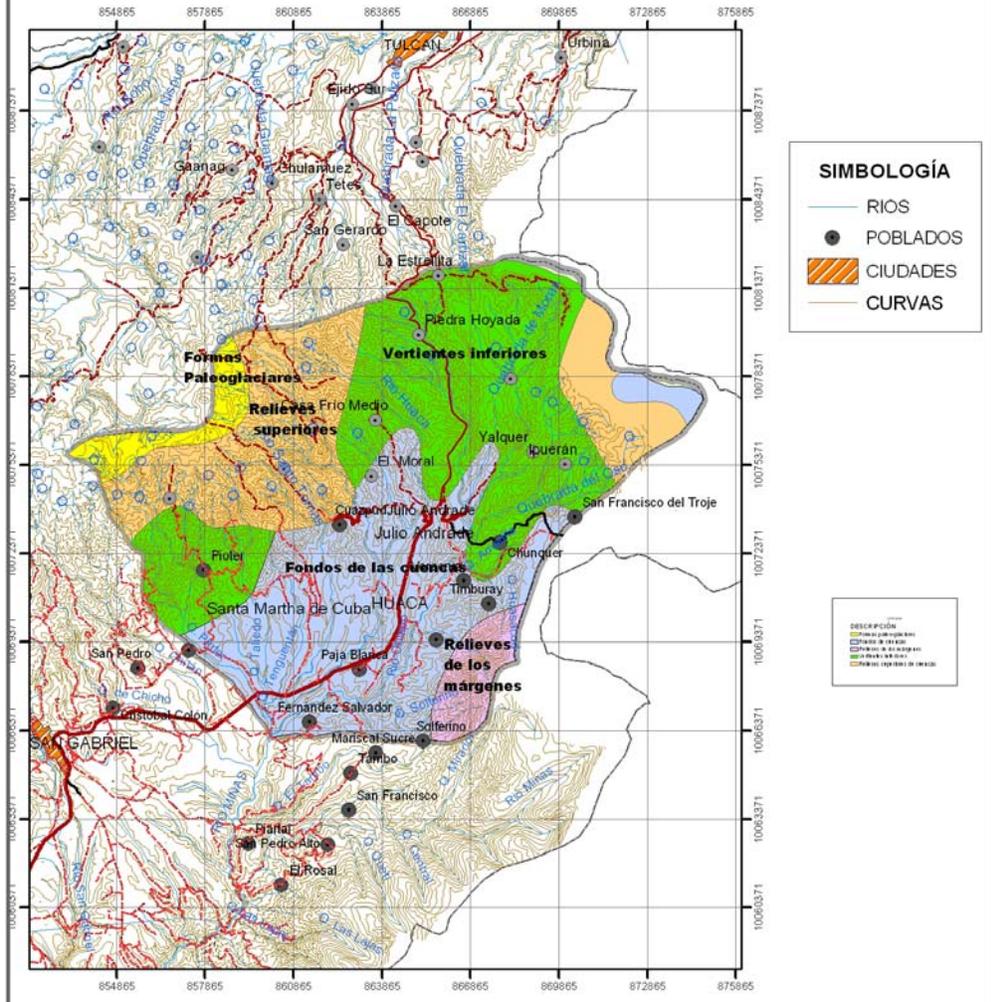
Rhinocryptidae	<i>Sericosspha albocristata</i>	
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	
Strigidae	<i>Strix albitarsis</i>	
	<i>Synallaxis azrae</i>	
	<i>Synallaxis unirufa</i>	
Thraupidae	<i>Tangara vassorii</i>	
	<i>Thripadectes flamulatus</i>	
	<i>Tringa flavipes</i>	
	<i>Tringa solitaries</i>	
	<i>Troglodytes solstitialis</i>	
Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	

Charadriidae	<i>Valleneus resplandens</i>	
Turdidae	<i>Turdus serranus</i>	
	<i>Uothraupis stolzmanni</i>	
Fringilidae	<i>Uromyias agilis</i>	
Nyctibiidae	<i>Uropsalis segmentata</i>	
Nyctibiidae	<i>Uropsalis segmentata</i>	
Picidae	<i>Veniliornis nigriceps</i>	
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	

**CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL
MAPA PUNTOS DE MUESTREO PARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**



CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL
MAPA GEOMORFOLÓGICO



SIMBOLOGÍA

- RÍOS
- POBLADOS
- CIUDADES
- CURVAS

LEGENDA

- Formas paleoglaciares
- Vertientes inferiores
- Relieves superiores
- Fondos de las cuencas
- Relieves de los márgenes



ESCALA: 1:50.000

PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL EL PROVISIONAL DE 1956 PARA AMÉRICA DEL SUR
ZONA 17 DEL PSAD INTERNACIONAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

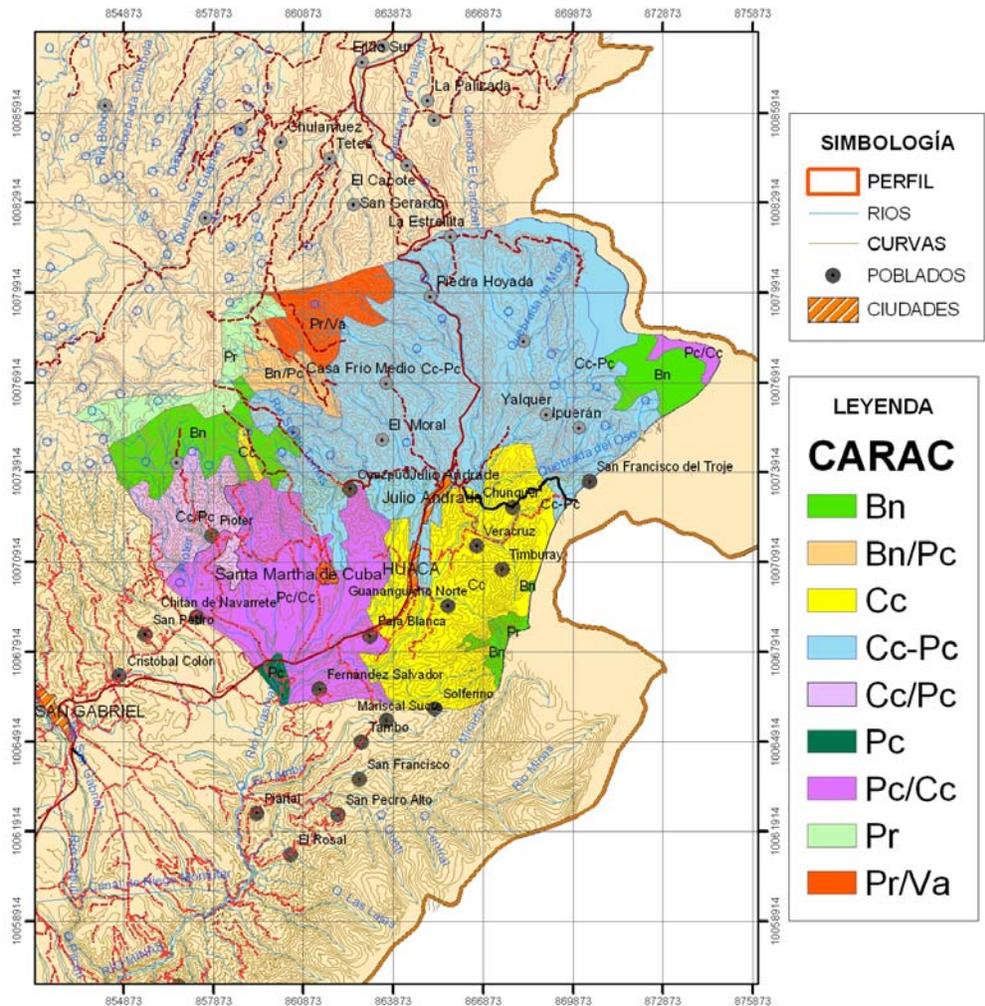
ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

TESIS:
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS
DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL, CON ÉNFASIS EN LA CALIDAD
Y CANTIDAD DEL RECURSO HÍDRICO PARA DETERMINAR LOS NIVELES
DE APROVECHAMIENTO

CONTIENE:
MAPA GEOMORFOLÓGICO

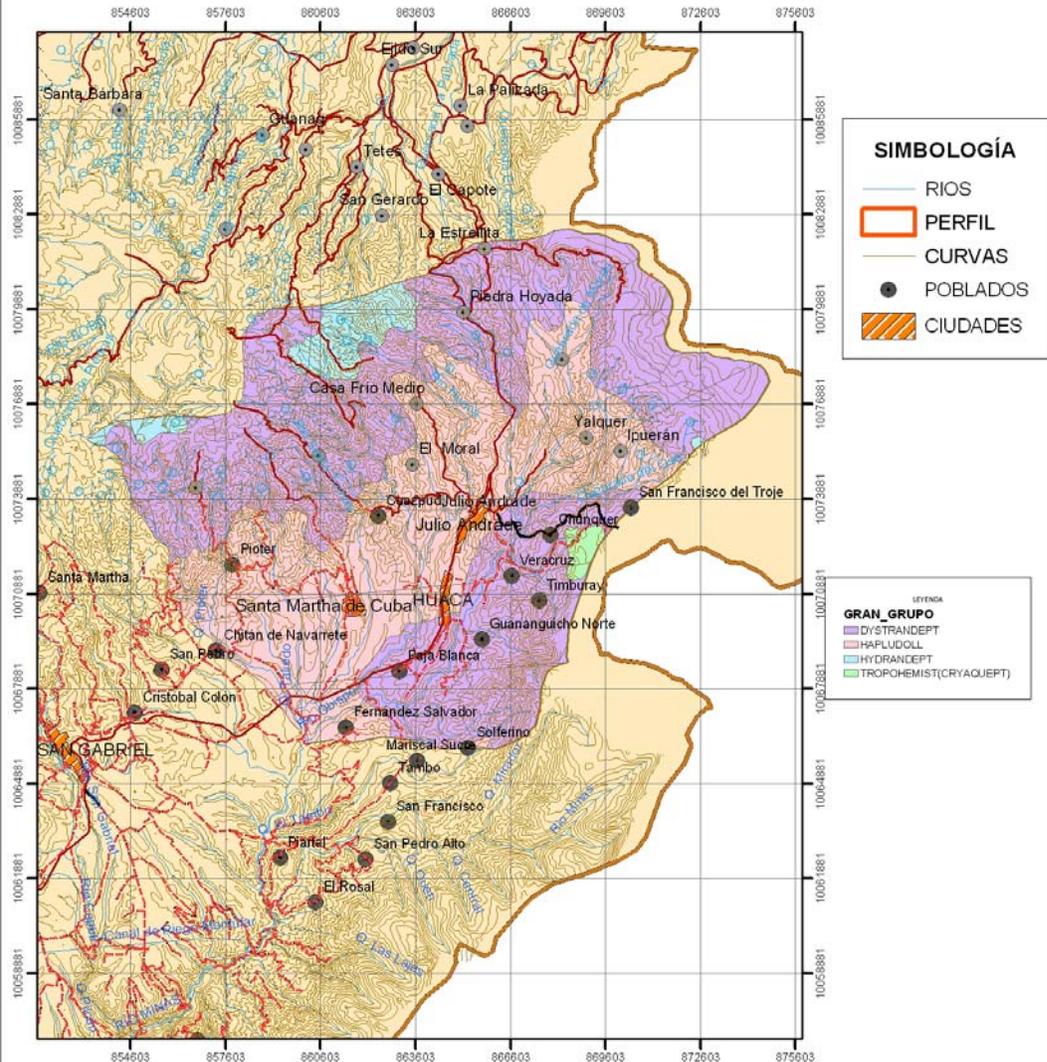
AUTORA: JEANETH MENESES P.	DIRECTOR: ING. GUILLERMO BELTRÁN	
ESCALA: 1:50.000	FECHA: ABRIL DE 2007	LÁMINA: LÁMINA 12 DE 18

**CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL
MAPA DE USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES		
ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES		
TESIS: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL, CON ÉNFASIS EN LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO HÉDRICO PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE APROVECHAMIENTO		
CONTIENE:		
MAPA DE USO Y COBERTURA VEGETAL		
AUTORA:	DIRECTOR:	
JEANETH MENESES P.	ING. GUILLERMO BELTRÁN	
ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
1:50.000	ABRIL DE 2007	LÁMINA 7 DE 16

**CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL
MAPA TIPOS DE SUELOS**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

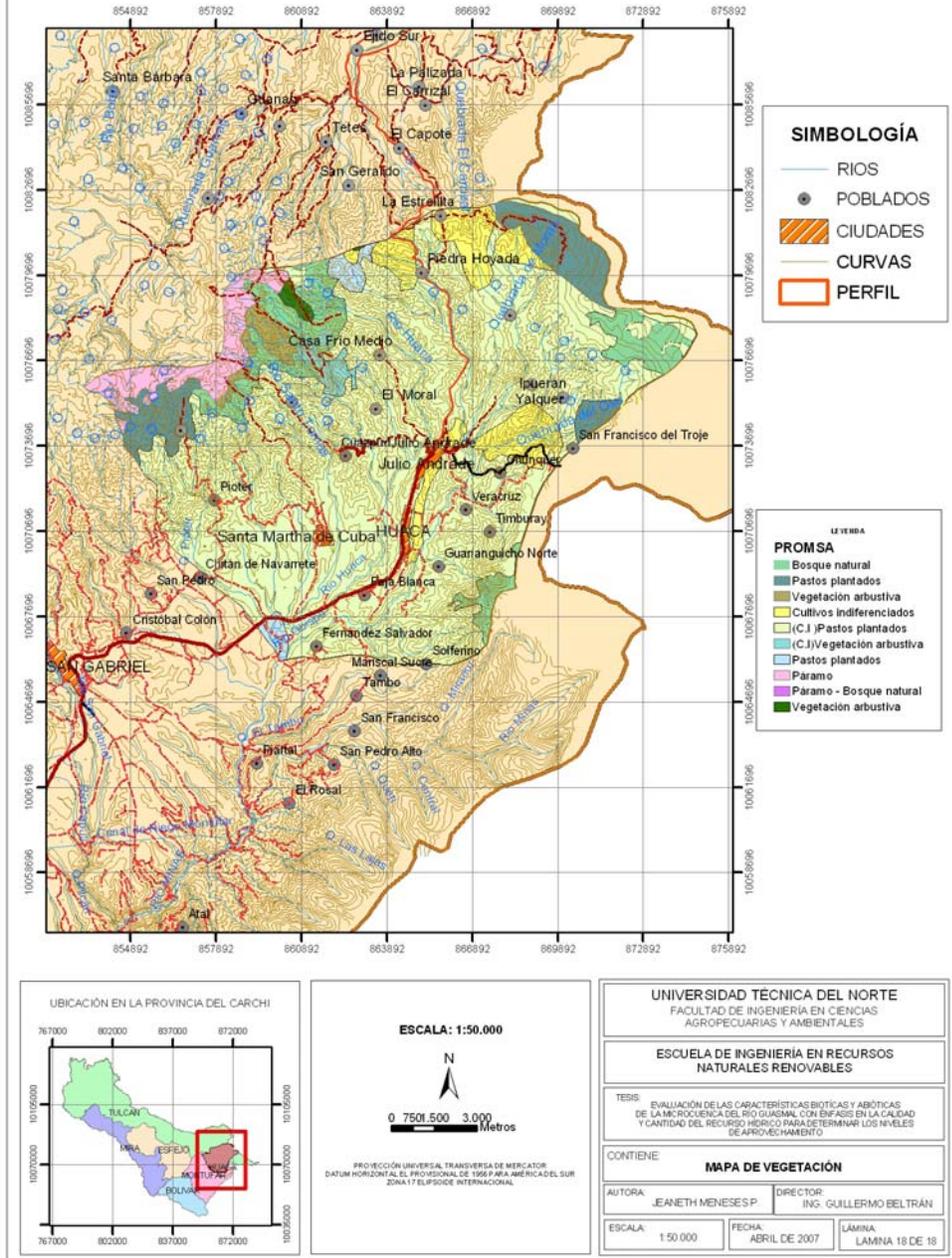
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

TESIS: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL CON ÉNFASIS EN LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO HÍDRICO PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE APROVECHAMIENTO

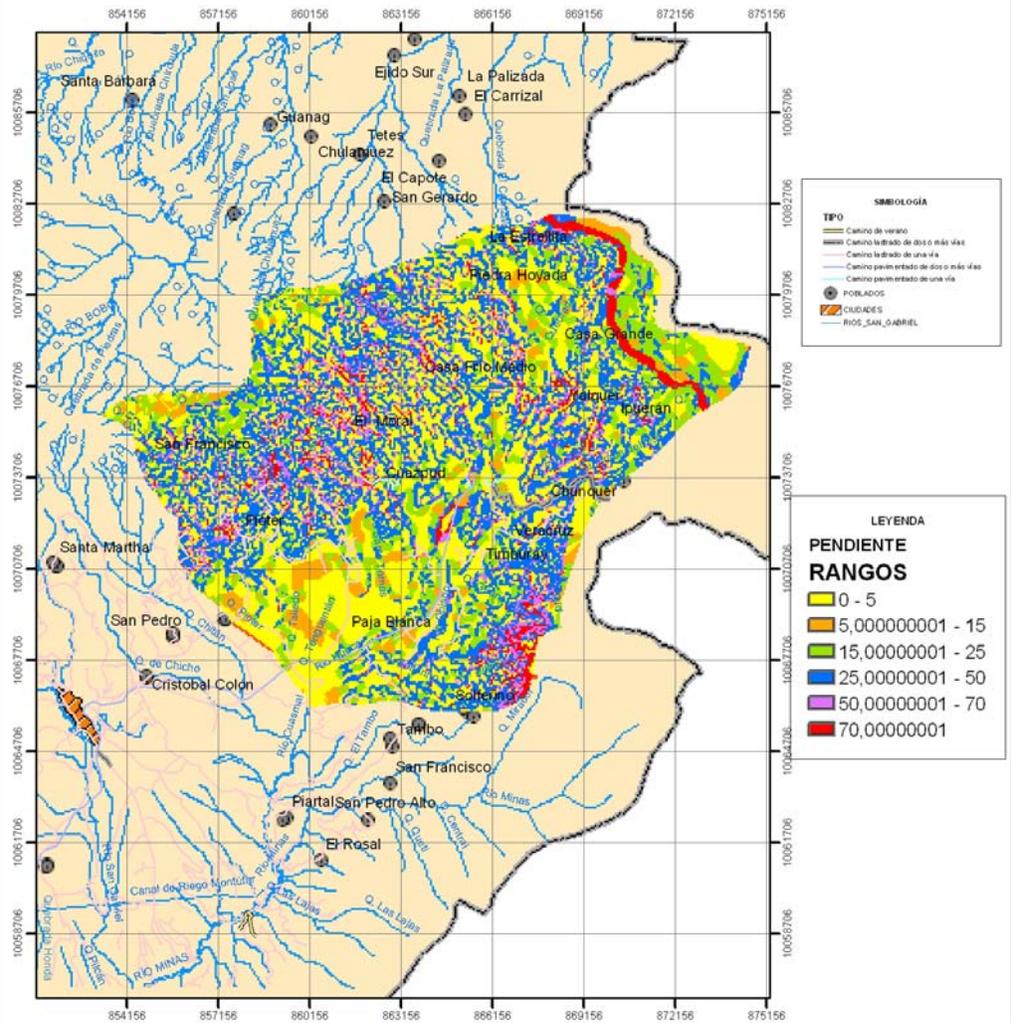
CONTIENE:
MAPA TIPOS DE SUELOS

AUTORA: JEANETH MENESES P.	DIRECTOR: ING. GUILLERMO BELTRÁN
ESCALA: 1:50.000	FECHA: ABRIL DE 2007
LÁMINA LÁMINA 17 DE 18	

CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL
 MAPA DE VEGETACIÓN



CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL MAPA DE PENDIENTES



SMBOLOGIA

TIPO

- Camino de verano
- Camino labrado de dos o más vías
- Camino labrado de una vía
- Camino pavimentado de dos o más vías
- Camino pavimentado de una vía
- POBLADOS
- CIUDADES
- RIOS_SAN_GABRIEL

LEYENDA

PENDIENTE RANGOS

- 0 - 5
- 5,000000001 - 15
- 15,000000001 - 25
- 25,000000001 - 50
- 50,000000001 - 70
- 70,000000001



ESCALA: 1:50.000

PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL EL PROVISIONAL DE 1956 PARA AMÉRICA DEL SUR
ZONA 17 ELIPSOIDE INTERNACIONAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

TESIS:
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS Y ABIÓTICAS
DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUASMAL CON ÉNFASIS EN LA CALIDAD
Y CANTIDAD DEL RECURSO HÍDRICO PARA DETERMINAR LOS NIVELES
DE APROVECHAMIENTO

CONTIENE:
MAPA DE PENDIENTES

AUTORA: JEANETH MENESES P. DIRECTOR: ING. GUILLERMO BELTRÁN

ESCALA: 1:50.000 FECHA: ABRIL DE 2007 LÁMINA: LAMINA 10 DE 16

➡ Fotografías

FUENTES HÍDRICAS



Río Guasmal



Río Huaca



Q. Guanaguicho Norte



Quebrada Amarillo



Río Obispo



Q. sin nombre (1)



Quebrada Mirador



Quebrada Tenguetan



Quebrada Solferino



Quebrada San José



Q. Guanaguicho Sur



Quebrada Pioter

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

Toma de muestras



Muestreo



Recolección de muestras



Medición de alcalinidad



Análisis microbiológico

MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS



Red de surber



Muestreo



Remoción de macorinvertebrados



Macroinvertebrados



Preñadillas