

**ANALISIS AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL RIO TUMAQUE -
MUNICIPIO CRESPO ESTADO LARA - VENEZUELA**

Contenido

Créditos y agradecimientos
Resumen
Introducción
Capitulo I - Planteamiento del problema Objetivo general y específicos
Capitulo II - Marco teórico Bases teóricas Cantidades estimadas de agua en la tierra (tabla) Definición de términos
Capitulo III - Marco metodológico
Capitulo IV - Diagnóstico
Capitulo V - Diseño del proyecto Análisis ambiental de la cuenca Vegetación Paisaje y geomorfología Suelos Clima Hidrología Sistema social Síntesis Ecológica
Capitulo VI - Conclusiones y recomendaciones
Referencias

CREDITOS Y AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue realizado por:

Adrian N. Bravo Varas, para optar al título de Licenciado en Estudios Ambientales

bajo la tutoría de:

MSc. Ph.D.: Edilberto Ferrer-Véliz

y con la valiosa colaboración de los Sres.:

Ylirian S. Bertolini

Ing. Juan Hernández

Lic. Jonathan Morillo

Ing. Pablo Valdez

... y en general a los habitantes de la comunidad de Duaca y Tumaque e instituciones públicas y privadas que ayudaron en este proyecto.

RESUMEN

Este análisis se basa en la aplicación de técnicas de muestreo y búsqueda de información específica con el fin de hacer un estudio integral, sobre una pequeña región, sus habitantes y sus recursos naturales. Esta región se abastece principalmente de una microcuenca, el río Tumaque y sus afluentes. El área de esta cuenca es predominantemente montañosa, y las actividades de los habitantes ejercen de una u otra manera alguna influencia en este ecosistema. El desarrollo de esta investigación determina las causas y las posibles consecuencias de los problemas que afecta a la cuenca y su entorno natural actualmente. Basándonos principalmente en un muestreo de opiniones de los pobladores de la cuenca, hemos establecido el nivel de conciencia y vínculos que unen al hombre con la microcuenca del río Tumaque.

INTRODUCCION

Cuando se estudia una realidad, resulta indispensable una aproximación coherente hacia su comprensión, a tal efecto es necesario PERCIBIR su esencia y conocer, su ubicación y magnitud. Una vez percibido tales rasgos, el proximo paso es el ANÁLISIS, consistente en “...la desagregación artificial de la realidad en sus componentes (factores o actores) estructurales...”. Este proceso analítico es lo que va a permitir INTERPRETAR el papel que cada componente juega en la integralidad del conjunto, estos tres pasos son los que van a permitir la comprensión de la realidad.

Cuando se trata del Análisis Ambiental de un Sistema Hidrográfico los tres pasos preliminares señalados previamente son los que van a permitir comprender la estructura (constitución, disposición y funcionamiento), así como las normas que la rigen.

Los sistemas hidrográficos consisten en unidades complejas de regulación del flujo de aguas superficiales y sub-superficiales, presentando límites determinados por relieve, caracterizado por el proceso de entrada y salida de aguas ocurrentes a través de las precipitaciones, escorrentía, infiltración y almacenaje, de cuya ocurrencia depende el abastecimiento de agua de los asentamientos humanos.

El Río Tumaque es la fuente indirecta de abastecimiento de la población de Duaca (16.414 hab.) Capital del Municipio Crespo del Estado Lara. Se trata de una microcuenca correspondiente a la cuenca del Río Aroa, la cual recoge las aguas de las lluvias precipitadas al oeste de la sierra de Aroa, y rellena los acuíferos de donde se extrae el agua de la cual depende la ciudad.

El análisis ambiental que se intenta es con el objeto de determinar la estructura y comportamiento de ese sistema hidrográfico, sus fortalezas y debilidades, con el fin de establecer pautas de manejo que permitan que esta cuenca continúe regulando las aguas que abastecen a la población de Duaca.

La importancia de analizar y conocer a plenitud un sistema tan complejo como lo es una *unidad hidrográfica* o cuenca, radica principalmente en la conservación de su capacidad de regulación en términos de permanencia, suficiencia y calidad del recurso *agua*, la cual es utilizada para múltiples objetivos. Este estudio se desarrollará bajo el enfoque sistémico para establecer su estructura, funcionamiento, normas y sinergia con el objeto de proponer iniciativas que garanticen el abastecimiento general y consumo doméstico.

El agua, en muchos textos, es calificada como un recurso natural *renovable*, concepto que en la actualidad está siendo revisado y modificado bajo el término “circulante”, toda vez que el agua es una sustancia en continuo desplazamiento, en el hidrociclo universal, por lo tanto, no se considera renovable, sino regulada por mecanismos naturales dependientes del conjunto clima, paisaje, sustrato y vegetación, lo que sintetiza lo que conocemos, como sistema o cuenca hidrográfica.

Aquí aparece en el escenario un nuevo actor: *el hombre*, organizado en sistemas sociales humanos, cuya presencia en cualquier sistema natural ejerce algún cambio o modificación al citado conjunto, ya sea por presencia y/o actividades económicas y sociales. Siempre se está sometiendo a perturbaciones a los elementos determinantes de la dinámica de las cuencas, lo que de una u otra forma se verá reflejado a corto, mediano o largo plazo, según la intensidad de la intervención, en su capacidad de regulación.

Esta situación se está presentando en el municipio Crespo del Estado Lara, cuya capital Duaca (16.414 hab.) es abastecida por las aguas regidas por la microcuenca del Río de Tumaque, cuya estructura y comportamiento están siendo amenazados por riesgos a deterioro, lo cual pudiera incidir en el abastecimiento de la población. Para evitarlo, es necesario concebir y realizar un análisis ambiental de la cuenca, a fin de establecer el régimen hidrológico y las posibilidades de permanencia del abastecimiento y control del mismo, a través de medidas y prácticas conducentes a la preservación de su calidad reguladora.

[Volver](#)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua constituye un medio esencial para el desarrollo de la vida. De hecho es uno de los cuatro requerimientos biológicos fundamentales, es decir, alimentos, agua, aire y espacio vital, esto es válido para todos los seres vivientes. En el caso del hombre, lo indispensable del agua no se circunscribe solo a su presencia, sino que requiere de las cualidades de *suficiencia, permanencia y calidad*. En cuanto a suficiencia, se requiere en cantidades que colmen necesidades de consumo domestico, sanitarias (higiene), usos agrícolas (riego y abastecimiento animal). En cuanto a permanencia, se requiere del agua todos los días del año y en lo que respecta a calidad, el agua para el consumo debe ser potable (inodora, insabora e incolora), mientras que aquella para uso agropecuario debe ser al menos no salina ni salobre.

Esto pone en relieve que el agua es un recurso natural indispensable para la vida, cuya existencia solo es posible por la convergencia en el tiempo y el espacio de mecanismos naturales que permiten su presencia en un lugar, que no son otros que las unidades de territorio que reciben la totalidad de las aguas de las lluvias durante la estación, y las regulan distribuyéndolas proporcionalmente entre el escurrimiento superficial y subterráneo, el almacenamiento en los estratos de subsuelo, la retención en la vegetación y la evapotranspiración a la atmósfera. Tal regulación solo es posible en unidades o sistemas hidrográficos equilibrados, donde existe armonía entre los factores - clima, paisaje, substrato y vegetación.

El 21 de marzo del año 2000, se realizó en La Haya la mayor reunión gubernamental sobre política hídrica, en la cual algunas reflexiones fueron que en la actualidad, 1.000 millones de personas no tienen acceso a agua potable, y 2.000

millones no gozan de la higiene apropiada, además, el consumo de agua aumentará en un 40 por ciento en las dos próximas décadas, y se necesitará un 17 por ciento más de agua de la que dispone actualmente para cultivar los alimentos necesarios según el incremento de la población. El modo de resolver estos problemas ha originado tensiones sobre el papel del sector privado. La Comisión Mundial sobre el Agua, un panel respaldado por las principales agencias de la ONU, afirma que sólo las firmas privadas pueden recolectar el dinero necesario para arreglar los problemas del agua, estimados en 180.000 millones de dólares anuales.

Es por esto, que el abastecimiento de agua para consumo humano, es uno de los principales problemas que hoy afectan, social y económicamente a Venezuela, principalmente a lo largo de la zona norte costera del país. Esta situación, ha venido agudizándose en los últimos años, por ese crecimiento poblacional, y por otras diferentes causas entre las cuales se destaca el desconocimiento que tiene la mayoría de las personas en cuanto a la importancia de las cuencas hidrográficas y su conservación para el bienestar humano y el desarrollo sustentable.

El estado Lara, no escapa a esta situación, ya que el desproporcionado proceso de poblamiento que se desarrolla en el mismo, ha llevado a que los requerimientos de abastecimiento hídrico para consumo humano aumente. De esta situación se desprende que las diferentes cuencas y microcuencas que pertenecen a la red hidrográfica del estado sufran alteraciones en su equilibrio ecológico, dado a que el hombre en la búsqueda de satisfacer su necesidad por el vital líquido intervengan áreas prioritarias para el cabal desenvolvimiento del hidrociclo local.

Tomando en cuenta esta situación, se han desarrollado diferentes proyectos los cuales abarcan zonas determinadas de la región, buscando de esta manera minimizar los problemas ambientales que los aquejan. Específicamente esta investigación se limita al recurso hídrico por ser este uno de sus principales problemas.

En el caso que nos ocupa, de la microcuenca del Río Tumaque, depende el abastecimiento de la población de Duaca (16.414 hab.), por extracción desde fuentes subterráneas o acuíferos rellenados por sus aguas. Esta microcuenca está sufriendo en la actualidad algunas perturbaciones que pudieran alterar su capacidad de regulación y por ende la disponibilidad de agua para Duaca, las cuales aún están a tiempo de ser corregidas, si son debidamente controladas las causas que las originan.

El primer problema, respecto a las actividades que se desarrollan en la microcuenca de Tumaque, son los riesgos de deterioro de los mecanismos reguladores en la misma, los cuales, son generados a la ocupación creciente y las actividades agrícolas que se realizan en la región. El territorio es limitado y las lluvias no son abundantes, por lo que se requiere de un firme equilibrio entre los componentes que regulan las aguas, es decir paisaje, substrato y vegetación. El segundo problema, la falta de información y la ausencia de políticas municipales que garanticen tal equilibrio.

El objetivo de la presente investigación, presenta dos problemas fundamentales que consisten en: los riesgos de perturbación en la disposición y distribución del recurso agua, y en la falta de información por parte tanto de los usuarios como de las autoridades responsables del abastecimiento de la población y de la gestión ambiental de la microcuenca del Río Tumaque, para cuyo ejercicio se requiere de estudios y diseño de planes de manejo que puedan controlar las posibles causas de los problemas existentes.

OBJETIVOS

GENERAL

Desarrollar un proceso de análisis de la situación ambiental actual del sistema hidrográfico del Río Tumaque, a fin de establecer lineamientos para garantizar el abastecimiento hacia el consumo humano.

ESPECIFICOS

- Determinar la situación actual de la microcuenca en relación con la presencia y actividades humanas y los niveles de perturbación ejercidos por la ocupación en la microcuenca del Río Tumaque.
- Desarrollar un análisis ambiental actualizado, que sirva de referencia para futuros planes de manejo y conservación del Río Tumaque, haciendo énfasis en el factor hidrológico y su dinámica.

JUSTIFICACION

El agua es el elemento más importante para la formación de la vida, y el bienestar general de los seres vivos. Para el ser humano es de vital importancia, además de ser utilizada para el consumo, es también empleada para múltiples actividades diarias, a los cuales afecta en todas las áreas sociales y económicas de toda comunidad.

Para su conservación, y el mantenimiento de su régimen regular, es necesario estudiar y analizar toda la unidad hidrográfica en el sistema en la cual se desarrolla; asimismo su correcto estudio necesita igualmente de unos lineamientos generales para establecer prioridades de atención en relación a la importancia de cada uno de sus componentes, principalmente del factor humano.

El análisis ambiental de una unidad hidrográfica permite, tanto a usuarios como a científicos o administradores de la localidad, ubicar su punto de partida para la elaboración de planes y programas de manejo de cuenca para utilizarla de manera óptima; igualmente, la elaboración del análisis permite obtener referencias claras y precisas acerca de los elementos, factores, fenómenos y procesos que interactúan en la cuenca. También para ofrecer argumentos y elementos de juicio para las autoridades locales, para la toma de decisiones con respecto a políticas que aseguren la permanencia y suficiencia del recurso agua.

Este proyecto, el análisis ambiental de la microcuenca del Río Tumaque, justifica su estudio sobre la falta local de documentación e información de los rasgos fisiográficos y biológicos a pequeña escala por parte de los responsables de la gerencia de esta unidad. El mismo permitirá definir lineamientos para futuras investigaciones en el marco establecido por este documento, que es la de analizar ambientalmente este sistema hidrográfico, establecer lineamientos para garantizar el permanente abastecimiento hacia el consumo humano los cuales deben ser sus parámetros y alcances de utilización por la población.

ALCANCES

Este proyecto se orienta específicamente al análisis ambiental de la microcuenca del Río Tumaque, para efectos de abastecimiento regular de agua potable para el Municipio Crespo, Estado Lara, la superficie de esta unidad es de 4.180 has. aproximadamente, donde se precipitan las lluvias que rellenan el acuífero del cual depende el abastecimiento de la ciudad, cuya población total está estimada en 16.414 habitantes (OCEI 1990).

MARCO TEORICO

En este capítulo se exponen los antecedentes que por su naturaleza de estudio, tienen alguna relación con el presente proyecto de investigación, haciendo referencias a experiencias que se identifican con el objetivo de esta, así como también las bases teóricas que la fundamentan.

ANTECEDENTES

Las cuencas de los ríos han proporcionado al hombre una plataforma de desarrollo desde las primeras civilizaciones conocidas de Mesopotamia (las grandes cuencas del Tigris y del Éufrates), Egipto (Cuenca del Nilo), India (Cuencas del Indo y del Ganges) y China (Cuenca del Huang He, o Río Amarillo, y del Yang-tsê, o Río Azul). Desde tiempos muy antiguos los hombres reconocieron la necesidad de estudiar la escorrentía y características de las cuencas. Se han descubierto canales en las ruinas de Nippur (Mesopotamia) que datan del 5200 a.C. Los egipcios destacan por haber controlado y aprovechando las aguas del río Nilo en el 3500 a.C.

Durante la mayor parte de la historia de la Humanidad, las cuencas han sido controladas casi exclusivamente con el fin de incrementar su utilidad económica y reducir las amenazas más peligrosas para los habitantes de la zona: los extremos de sequías e inundaciones. El objetivo principal ha sido la mejora del drenaje de la tierra y el control del caudal fluvial para garantizar un suministro de agua suficiente para abastecimiento doméstico, la industria y el riego, para aumentar la extensión de suelo apto para el cultivo y reducir los riesgos que plantean los desbordamientos de los ríos. El hombre también ha utilizado las vías fluviales para transporte no solo de personas y

artículos de consumo, sino también para disponer desperdicios domésticos y residuos industriales.

Esta concepción de la gestión de los recursos hídricos llegó a su auge en las naciones desarrolladas a mediados del siglo XX, cuando los proyectos de ingeniería a gran escala se hicieron posibles gracias a los avances tecnológicos. Estos planes normalmente implicaban la realización de diversas obras: sistemas de bombeo que permitieran desecar las tierras pantanosas; presas para almacenar grandes volúmenes de agua, generar energía hidroeléctrica, regular el caudal de los ríos para evitar inundaciones; embalses y canales fluviales para el riego, así como malecones para impedir inundaciones. Este tipo de construcciones pueden encontrarse en todas las naciones desarrolladas, pero quizás los mejores ejemplos son la Autoridad del Valle del Tennessee (Tennessee Valley Authority, TVA), en el sur de Estados Unidos, y el Plan de Snowy Mountains en Nueva Gales del Sur (Australia), que contempla el trasvase de agua de las cuencas de los ríos Murray y Darling.

Volver

La Autoridad del Valle del Tennessee

La Autoridad del Valle de Tennessee (TVA) es un buen ejemplo de un proyecto global de gestión de cuenca hidrográfica bajo una autoridad única de área. Se encuentra en los montes Apalaches, en la cuenca del río Tennessee, un afluente del río Ohio, que es a su vez afluente del río Mississippi. El área de la cuenca es superior a los 100.000 km.² (10 millones de hectáreas). La primera presa de la zona se construyó en 1913. No obstante, no fue sino hasta 1933 cuando se creó la TVA, cuya labor era realizar un plan de gestión integrado en una política social y de desarrollo regional coordinando el esfuerzo de autoridades federales, regionales y locales, que pusiera fin a los graves problemas de erosión y pobreza del suelo causados por las técnicas tradicionales de explotación agrícola.

La mentalidad que inspiró a la TVA se anticipó a su tiempo. Sus objetivos eran los siguientes: generación de energía hidroeléctrica y el suministro regulado de agua para la industria, la agricultura y uso doméstico; control de inundaciones en la cuenca y reducción del riesgo de desbordamientos en el Bajo Mississippi; prolongación del tramo navegable del río desde el Golfo de México, remontando la corriente, hasta Knoxville (Tennessee); reducción de la erosión del terreno mediante programas de reforestación y conservación del suelo; y creación de áreas de recreo y reservas naturales. El éxito de la TVA promovió la puesta en marcha de otros planes similares en Estados Unidos, como los realizados en la cuenca de los ríos Colorado y Sacramento. Sin embargo, la TVA construyó una serie de centrales nucleares en las décadas de los setenta y los ochenta que han resultado poco rentables y han acarreado fuertes críticas a este organismo por haberse apartado de sus intereses originales: la administración de las cuencas.

La gestión de las cuencas en los países en vías de desarrollo

Las naciones occidentales comenzaron a exportar esta concepción de la gestión de cuencas a los países en vías de desarrollo durante las décadas de 1950 y 1960. A pesar de las buenas intenciones y los beneficios derivados de muchos proyectos, no tardó en hacerse patente la existencia de problemas de base en la transferencia de la gestión de los recursos de las cuencas hidrográficas. Por ejemplo, las economías débiles podían quedar agotadas por los grandes costos de funcionamiento y mantenimiento de estas construcciones, y la devolución de los créditos recibidos para financiarlas también podía ocasionar dificultades, tanto para el prestamista como para el prestatario. Asimismo, los diseños complejos de muchas de estas obras, unidos a la carencia de acceso a altos niveles de ingeniería y tecnología en muchas de estas naciones, han provocado la dependencia de asistencia técnica del extranjero. Por último, muchos proyectos han tenido repercusiones ambientales, sanitarias, sociales y culturales inaceptables, que no habían sido previstas por quienes los concibieron y los llevaron a la práctica. El Banco Mundial ya no apoya la creación de grandes presas en naciones en vías de desarrollo y ha retirado recientemente su apoyo al Proyecto del río Narmada (India). Dentro de los planes de gestión hídrica de los países en vías de

desarrollo se encuentran la presa de Asuán, en el río Nilo (Egipto), y las múltiples presas y embalses del río Indo (Pakistán).

La presa de Asuán, inaugurada oficialmente en enero de 1971, almacena las aguas del río Nilo en el lago Nasser y controla el caudal de este río en Egipto. Fue construida como parte de un proyecto de gestión hídrica que tenía los siguientes objetivos: evitar las inundaciones que acontecían entre los meses de agosto y septiembre; garantizar un suministro suficiente de agua para el riego que contrarrestara los efectos de las prolongadas sequías que periódicamente azotan a Egipto y permitir la explotación agrícola durante todo el año; incrementar la zona apta para los cultivos de regadío; y generar grandes cantidades de energía hidroeléctrica para el desarrollo industrial y la mejora del nivel de vida.

Estos fines se han conseguido y el proyecto ha supuesto un gran éxito por lo que respecta a sus metas originales, como: permitir el mantenimiento de la producción agrícola en las épocas de las sequías más fuertes y prolongadas de la historia de Egipto. Sin embargo, se han producido también consecuencias negativas, muchas de ellas imprevistas. Los miles de nativos que fueron trasladados a otras zonas a causa de la construcción del lago Nasser, recibieron nuevas tierras y viviendas que han demostrado ser inapropiadas para su sociedad y cultura. Los canales de riego agrícola y los márgenes del lago Nasser son el hábitat perfecto para animales que transmiten enfermedades, tales como el mosquito de la malaria (*Anopheles*) y los caracoles que propagan el parásito de la bilharziasis (*Schistosoma sp.*).

Por otro lado, esta presa ha detenido la deposición anual de limo fértil sobre la llanura aluvial del Nilo, por lo que los agricultores tienen que utilizar más fertilizantes. La reducción del limo también ha provocado otros efectos negativos; ha alterado el equilibrio y el desgaste en el estuario del Nilo, causando la erosión del delta y la destrucción de pueblos, granjas y valiosos pantanales de sus alrededores. Del mismo modo, la pesca en la zona del delta se ha visto seriamente perjudicada, no

sólo por la pérdida de limo, sino también por la contaminación del río provocada por los fertilizantes, herbicidas y pesticidas.

Debido a estos problemas, tanto las naciones desarrolladas como los países en vías de desarrollo están replanteándose las metas tradicionales del aprovechamiento de los recursos hídricos, considerando la participación de los gobiernos locales (municipales). Los ecólogos, geógrafos y estudiosos de las ciencias naturales se cuestionan si las concepciones convencionales y a gran escala son sostenibles a largo plazo. Se ha promovido así una reevaluación de la gestión sobre las cuencas hidrográficas y un reconocimiento más amplio de la necesidad de aprovechar las aguas a nivel local de manera rentable, que impulse el desarrollo económico y sociocultural del sistema social y que a la vez favorezca la conservación de los valores ambientales, los recursos naturales y ecosistemas, para impedir de este modo procesos de degradación ambiental irreversible y proteger las necesidades legítimas de las comunidades vulnerables.

Castro A., en 1991 diseñó un proyecto en el cual se hace énfasis el diagnóstico general del uso de la tierra, y sus aspectos socioeconómicos es el siguiente: *Prácticas sobre planificación del uso y manejo de los suelos en la microcuenca El Vergel*. El objetivo general fue el realizar un diagnóstico biofísico, uso del suelo y diagnóstico sanitario, económico y de mercado para mejorar el agua que abastece el municipio de Pácora y realizar una reforestación adecuada de la microcuenca. Cobertura geográfica: Pácora, Caldas. Río Negro, Antioquía. Colombia.

El Ministerio del Medio Ambiente de Colombia en 1994 realizó el estudio de una cuenca en relación al abastecimiento de agua potable, denominado: *Manejo de cobertura vegetal*; cuyo objetivo principal fue el de asegurar la disponibilidad en cantidad y calidad de agua para el abastecimiento de acueductos veredales y/o municipales. Controlar la problemática ambiental en áreas críticas generadas por la

presión de la población sobre los recursos naturales. Su cobertura geográfica abarcó Tame, Arauquita y Saravena, Arauca. Santa Fe de Bogotá. Colombia.

La Organización Panamericana de la Salud, en 1994, presentó un documento perteneciente a una serie de informes técnicos: Estados Unidos, Agencia para el Desarrollo Internacional; Banco Interamericano de Desarrollo; Banco Mundial; Organización Panamericana de la Salud. *Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales de agua potable y saneamiento*. Washington DC: OPS; 1994. (PIAS-Serie Informes Técnicos 1).

Barbosa H., en 1994 desarrolló un proyecto que se titula: *Elementos para la caracterización y defensa de los recursos naturales y del medio ambiente del sector sur de la cuenca del Río Cuchinero en Santander*. Objetivo general: Elaborar un perfil sociocultural y ecológico del sector sur de la antigua provincia de Vélez, desde una perspectiva sociogeográfica. La zona de estudio corresponde a la cuenca hidrográfica del Río Cuchinero en el Departamento de Santander. Se realiza un diagnóstico de cuales son los recursos naturales con que cuenta la zona y la relación de la población con estos, a través de los últimos 30 años. Se evidencia la deforestación y la sequía como aspectos principales del deterioro ambiental. Finalmente se harán recomendaciones para la recuperación y preservación de la cuenca. Cobertura geográfica: Río Cuchinero, Santander. Santa Fe de Bogotá. Colombia.

La Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Colombia 1994. Diseñó un proyecto de aspecto social, que consistió en una *caracterización y diagnóstico social de la cuenca del río Risaralda*. Su objetivo general es la complementación diagnóstico ambiental para la planificación territorial del río Risaralda. Cubriendo la cobertura geográfica de Apía, Balboa, La Celia, Belén de Umbría, La Virginia, Mistrató, Santuario y Guática, Risaralda. Pereira, Risaralda, Colombia.

La Organización Panamericana de la Salud en 1995, en Estados Unidos, la Agencia para el Desarrollo Internacional; El Banco Interamericano de Desarrollo; El Banco Mundial; y la Organización Panamericana de la Salud, establecieron los Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales en agua potable y saneamiento a nivel estatal. Washington DC: OPS; 1995. (PIAS-Serie Informes Técnicos 5). Dicho documento es la adaptación de los lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales de agua potable y saneamiento **para ser aplicada a nivel estatal, municipal o parroquial** cumpliendo con la necesidad de los países donde dichos servicios están organizados y supervisados por el Gobierno central/estatal bajo una política nacional, (como en Venezuela a través del Fides, Fonvis, etc.). Los principales usuarios de los lineamientos y de los análisis sectoriales desarrollados con base en ellos, serán los países y las agencias multilaterales y bilaterales (BID, Banco Mundial), dado que permitirán conocer y evaluar todos los elementos y componentes del sector así como su gestión y desempeño. El documento incluye: los objetivos y alcances de los lineamientos metodológicos y explica el uso de los lineamientos; define las características fundamentales del desempeño del sector; caracteriza los componentes de la evaluación; especifica los protocolos a nivel del sector y de las empresas operadoras de los servicios y presenta el esquema del informe de análisis del sector.

En Venezuela, las iniciativas más recientes son:

a) La realizada por el Ministerio del Ambiente con una serie de *proyectos de conservación y manejo integrado de cuencas hidrográficas*, el cual tiene su origen en una propuesta de trabajo interinstitucional, estableciendo como estudio de caso en correspondencia con el Capítulo 13 de la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Rio de Janeiro Brasil, 1992. El planteamiento es el siguiente: En abril de 1995 se celebró en Huarinilla-Bolivia, un Taller Internacional de Manejo de Cuencas en Zonas de Montaña, derivado del interés manifiesto en conclusión del 2do. Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas (Mérida-Venezuela, 1994) consistente en la reafirmación del

papel central que el manejo de las cuencas hidrográficas juega en las decisiones formuladas por los Gobiernos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Una de las propuestas en las recomendaciones del taller fue la de mantener actualizado el acervo de conocimientos sobre los recursos naturales y el manejo de las cuencas mediante el uso aplicado de sistemas de información geográfica y modelos de simulación.

b) Las producidas en la línea de investigación sobre ecosistemas hidrográficos en la Región Centro Occidental, bajo la coordinación del Vicerectorado de Investigación y Postgrado de la Universidad Yacambú desde 1997 (hoy Dirección general de Postgrado).

Igualmente existe en el Ministerio del Ambiente el *Servicio Autónomo de Conservación de Suelos y Cuencas hidrográficas*, El Proyecto constituye la fase inicial del programa de Manejo de Cuencas de Venezuela. Incluye acciones de manejo integral de los recursos naturales en las cuencas altas de los ríos Boconó (10.323 ha) y Tocuyo (22.344 ha) y en la cuenca alta y media del río Yaracuy (16.433 Ha). Su ejecución será responsabilidad de una Unidad Ejecutora (**UEP**) dentro de la Dirección General Sectorial de Conservación de Cuencas (**DGSCC**) del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales de Venezuela (**MARN**) , la que contará con una unidad central y unidades locales en cada una de las tres cuencas del proyecto. Se caracteriza por actividades de extensión y transferencia de tecnología para la conservación de suelos y pequeñas obras civiles.

El análisis ambiental, en materia de protección y control, relacionado con el sector de agua potable y saneamiento, es una herramienta básica para la toma de decisiones y la implementación de acciones destinadas a mejorar y ampliar los servicios, incrementar y optimizar las inversiones y los recursos necesarios disponibles a nivel de los países, estados y sobre todo a nivel de gobierno local, los sistemas de cooperación técnica y financiera como Fides y Fonvis (Fondo para la descentralización administrativa y Fondo venezolano de inversiones sociales, respectivamente) lo exigen

para este efecto. Los lineamientos presentados en tal análisis son los que permiten obtener datos precisos sobre demandas y déficit visibles e invisibles de cobertura y servicios, sobre riesgos y debilidades de las instituciones locales y sobre sus restricciones operativas. Además, permite estimar a “grosso modo” el nivel de inversiones y la organización de estructuras (públicas o privadas) necesarias para el desarrollo de los proyectos para gerenciar los recursos hídricos.

BASES TEORICAS

Se presentan a continuación los elementos conceptuales básicos que permiten fundamentar desde el punto de vista teórico la presente investigación.

Los mismos están referidos a las definiciones, características y las funciones de los sistemas hidrográficos o cuencas en términos de clima, paisaje, substrato edafogeológico y comunidad biológica. Así como también todo lo concerniente a la metodología utilizada en la elaboración de un análisis ambiental y los factores a tomar en consideración. Los conceptos climatológicos, hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos son los argumentos básicos a considerar en este análisis.

Concepto de Sistema Hidrográfico

El autor Ven Te Chow, 1994, expone el concepto de sistema de la siguiente manera:

“Un sistema es un conjunto de partes conectadas entre sí, que forman un todo. El ciclo hidrológico puede tratarse como un sistema cuyos componentes son precipitación, evaporación, escorrentía, y otras fases del ciclo hidrológico. Estos componentes pueden agruparse en subsistemas del ciclo total; para analizar el sistema total, estos subsistemas más simples pueden analizarse separadamente y combinarse los resultados de acuerdo con las interacciones entre los subsistemas” (pág. 5).

Esto se cumple igualmente en el hidrociclo local de cualquier cuenca por su condición de **sistema hidrográfico**.

Citando otro autor y así mantener una visión más amplia sobre el concepto sistémico de una unidad hidrográfica, en la edición titulada Cuencas: Aproximación al análisis de los sistemas hidrográficos, de Ferrer-Véliz E., 1992, el cual dice:

“Una entidad integrada o conjunto holístico de componentes relacionados entre sí, los cuales conforman una estructura coherente, armónica, discreta, separada de su entorno por una frontera o límite de intercambio de permeabilidad variable, dentro de la cual operan las funciones propias o definidas del sistema, donde ambas, -estructura y funciones- se rigen por específicas formas de acción, reacción e interacción (normas o reglas), cuyo desenvolvimiento responde a pautas universales, desarrollándose de acuerdo a un orden o patrón establecido, siguiendo una tendencia característica, orientada hacia un objetivo o fin predeterminado” (pág. 18).

Volver

Siguiendo con la idea del mismo autor, establece que el estudio del ciclo hidrológico, las cuencas hidrográficas pueden ser consideradas como sistemas fractales, es decir, formando parte de unidades superordinadas y constituidos a su vez por unidades subordinadas. Así, toda **unidad hidrográfica** al identificarse con tal paradigma, determina un “*sistema hidrográfico*” cuya “**Entrada**” es la precipitación que aporta aguas de lluvia que alimentan las aguas superficiales y subterráneas, y sus “**Salidas**” consisten en los fenómenos de *evaporación, infiltración y escurrimiento*, donde el ingrediente itinerante compartido es el agua que atraviesa a todo lo largo a cada unidad.

Así podemos establecer la idea central del objetivo de este proyecto, el de enfocar una unidad hidrográfica como un sistema cuyos componentes son analizables y

cuantificables, el cual tiene entradas y salidas, siendo esta unidad delimitada por una frontera perimetral que encierra componentes e interacciones físicas, químicas y biológicas, que también interactúan con otros sistemas circundantes o exógenos, asimismo los factores que conforman esta unidad son vulnerables, susceptibles y reaccionan ante intervenciones internas y externas de origen antrópico o natural. Todo esto va a servir como fundamento firme y coherente, sobre el cual se va a apoyar esta investigación, y así mantener una línea de pensamiento clara en cuanto al establecimiento de los parámetros a seguir en el análisis ambiental de una cuenca o sistema hidrográfico.

La **hidrología**, envuelve un marco conceptual que cubre todas las fases del agua sobre la corteza de la tierra, es decir, la etapa hidrogeológica del ciclo. De hecho, se trata de una ciencia de gran importancia para todos los seres vivos que conforman la biota y el medio o biotopo donde habitan y desarrollan. Las aplicaciones prácticas de la hidrología se encuentran, no solo en labores tales como diseño y operación de estructuras hidráulicas, abastecimiento de agua, tratamiento y disposición de aguas residuales, irrigación, drenaje, erosión y control de sedimentos, disminución de la contaminación, uso recreacional, de ocio, y, la protección de la vida silvestre terrestre y acuática, sino además la **concepción de políticas** para efecto Las ciencias hídricas están relacionadas con las aguas superficiales y subterráneas; su distribución y circulación, sus propiedades físicas y químicas, su interacción con el ambiente y con los seres vivos y en particular con los seres humanos.

El Hidrociclo en las Cuencas

En la Tierra, las aguas circulan en forma permanente y constante entre la atmósfera y la superficie, manifestándose en forma sólida, líquida y gaseosa, ya sea en forma de precipitaciones, aguas superficiales, aguas subterráneas, lagos, mares, ríos, evaporándose esta agua y llevadas en forma gaseosa a la atmósfera y volviendo a precipitarse para continuar el largo proceso de este ciclo del cual dependen todas las formas vivientes sobre la tierra. Por lo tanto el agua no es un recurso renovable, sino circulante, la misma cantidad de agua que había hace un millón de años es la de hoy (ver tabla 1).

A pesar de que el concepto de ciclo hidrológico es simple, el fenómeno es enormemente complejo e intrincado. Este proceso no se limita a ser un ciclo a nivel macro o mundial, sino que comprende múltiples ciclos interrelacionados de extensión continental, regional y local.

Aunque el volumen total de agua en el ciclo hidrológico global permanece esencialmente constante, la distribución de esta agua está cambiando continuamente de lugar en continentes (hoyas), regiones y cuencas locales (subhoyas). Es por ello que se afirma que **el agua solo puede conservarse ajustándonos a las estructuras y funciones de los mecanismos de regulación que son los sistemas o cuencas hidrográficas**, las cuales reciben las aguas durante las lluvias distribuyéndolas en proporciones reguladas entre escurrimiento superficial y subterráneo, evaporación, infiltración y almacenamiento de los volúmenes que van a abastecer los manantiales que aseguran la existencia de agua permanente en los ríos, y el abastecimiento de los sistemas sociales humanos.

Cantidades estimadas de agua en el mundo

Tabla 1

RECURSO AGUA	VOLUMEN DE AGUA		% DE AGUA TOTAL
	Metros ³	Kms ³	
Océanos		1.321.205.266	97.24
Glaciales y zonas polares		29.174.880	2.14
Agua subterránea		8.335.680	0.61
Lagos		125.035	0.009
Islas		104.196	0.008
Humedad del suelo		687.694	0.005
Atmósfera		12.920	0.001
Ríos		1.250	0.0001
Volumen total de Agua		1.359.646.921	100

Fuente U.S. Geological Survey, 1967

DEFINICION DE TERMINOS

Agua freática (Ferrer-Véliz E. 1978): Agua que llena todos los intersticios a partir de una determinada profundidad en el suelo.

Agua superficial (Ferrer-Véliz E. 1978): Es la que se almacena o se encuentra fluyendo sobre la superficie de la Tierra. El sistema de agua superficial interactúa continuamente con los sistemas de agua atmosférica y subsuperficial.

Agua (Ferrer-Véliz E. 1978): Componente fundamental de la hidrosfera constituido por moléculas de oxígeno e hidrógeno (H₂O), que puede encontrarse tanto en estado líquido como sólido o gaseoso.

Análisis ambiental (El autor): Conjunto de técnicas y procedimientos empleados para el estudio preciso del funcionamiento de un sistema ambiental, la determinación de sus problemas y las posibles soluciones. Analizar un sistema es desglosar sus componentes a su mínima expresión funcional, para percibir su esencia y así interpretar el papel que juega dentro de los demás componentes.

Ciclo hidrológico (Ferrer-Véliz E. 1978): Circulación del agua por cambios de estado de los cuerpos húmedos a la atmósfera, por evaporación de allí a tierra por precipitación y de nuevo a los cuerpos de agua por escurrimiento, donde recomienza el ciclo.

Clima (El Autor): Conjunto de elementos y fenómenos atmosféricos que caracterizan una región determinada.

Conservación Ambiental (El Autor): El uso, aprovechamiento y disfrute óptimo de los beneficios de la naturaleza, siguiendo un conjunto de normas y procedimientos que no perjudiquen su equilibrio de manera significativa, y se asegure su permanencia a largo plazo.

Cuenca hidrográfica (Ferrer-Véliz E. 1978): Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo lugar. Está constituida por la vertiente y los vasos de avenamiento.

Cuenca imbrífera o imbibífera (Ferrer-Véliz E. 1978): Cuyas aguas provienen exclusivamente de las lluvias.

Cultivo de secano (Encarta 1998): método de explotación agrícola en regiones secas donde la pluviosidad no suele superar los 500 mm al año. El cultivo de secano permite obtener cosechas sin riego y depende fundamentalmente de métodos de preparación del suelo que permiten conservar su humedad por diversos mecanismos, como el barbecho, que permite el cultivo en años alternos, la destrucción de malas hierbas, que absorben humedad, o la reducción de la siembra.

Cultivos de regadío (Encarta 1998): técnica de cultivo que tiene la peculiaridad de que aporta agua a las plantas de forma regular.

Deforestación (Ferrer-Véliz E. 1978): Acción y efecto de deforestar o talar árboles en determinada extensión bajo bosque.

Degradación (Ferrer-Véliz E. 1978): Evolución de un recurso en un sentido desfavorable, generalmente por ruptura del equilibrio ante un uso inadecuado.

Dinámica (Ferrer-Véliz E. 1978): Designa el conjunto de procesos mecánicos de cualquier sistema monogénico contribuyendo a la edificación o a la destrucción de unidades o de conjunto de unidades morfológicas.

Drenaje (Ferrer-Véliz E. 1978): Acción y efecto de expulsar el exceso de líquido de una entidad, para mejorar sus condiciones.

Ecosistema (Encarta 1998): Sistema dinámico relativamente autónomo formado por una comunidad natural y su ambiente físico. El concepto, que empezó a desarrollarse en las décadas de 1920 y 1930, tiene en cuenta las complejas interacciones entre los organismos —plantas, animales, bacterias y hongos— que forman la comunidad y los flujos de energía y materiales que la atraviesan.

Erosión (Ferrer-Véliz E. 1978): Alteración física superficial del suelo, caracterizada por la desintegración y transporte del material expuesto, por acción del agua (líquida o sólida) o del viento.

Escurrencimiento (Ferrer-Véliz E. 1978): Desplazamiento superficial o subterráneo de las aguas en las vertientes por gravedad.

Evapotranspiración (Chow V. 1994): Es la combinación de evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de los organismos. Los mismos factores que dominan la evaporación desde una superficie de agua abierta también

dominan la evapotranspiración, los cuales son: el suministro de energía y el transporte de vapor. Además, el suministro de humedad a la superficie de evaporación es un tercer factor que se debe tener en cuenta.

Fertilizantes (Encarta 1998): Sustancia o mezcla química natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal. Aunque esenciales para la agricultura moderna, el abuso de los fertilizantes puede ser nocivo para las plantas, los cultivos y el suelo. Además, la lixiviación de los nutrientes puede causar contaminación del agua y alteraciones como la eutroficación o desarrollo excesivo de la vegetación.

Flujo superficial de saturación (Chow V. 1994): Este se produce cuando el flujo subsuperficial satura el suelo cerca a la parte inferior de la pendiente y entonces se presenta flujo superficial a medida que la lluvia cae en un suelo saturado. El flujo superficial de saturación difiere del flujo superficial hortoniano en que en este último el suelo se satura desde arriba mediante infiltración, mientras que en el flujo superficial de saturación el suelo se satura desde abajo por el flujo subsuperficial. El flujo superficial de saturación ocurre con más frecuencia en la parte inferior de las pendientes de colinas cerca a las bancas de la corriente.

Hidrograma de caudal (Chow V. 1994): Es una gráfica o una tabla que muestra la tasa de flujo como función del tiempo en un lugar dado de la corriente. En efecto, el hidrograma es "una expresión integral de las características fisiográficas y climáticas que rigen las relaciones entre la lluvia y la escorrentía de una cuenca de drenaje particular".

Infiltración (Encarta 1998): Es la entrada del agua al suelo, a través de la interfase suelo-atmósfera. Este proceso, al igual que el movimiento del agua en el suelo, obedece a gradientes de potencial hídrico y también es controlado por la capacidad del suelo para permitir el paso del agua a través de sus poros.

Intervención antrópica (El Autor): Acción o actividad que realiza el hombre generando un impacto positivo o negativo en el ambiente, de intensidad, cobertura y duración variable.

Karsticismo (Ferrer-Véliz E. 1978): Forma de erosión de alteración química y mecánica de rocas o conjuntos geológicos calcáreos, originándose por la acción combinada de las aguas de filtración y de gas carbónico. Rocas calcáreas muy fisuradas, así como temperaturas bajas, favorecen el desarrollo del Karst.

Limo (Ferrer-Véliz E. 1978): Suelo que tiene arcilla y partículas gruesas en proporciones tales para formar una mezcla permeable y friable.

Microcuenca (Ferrer-Véliz E. 1978): Vertiente de limitada extensión, tributaria de una cuenca mayor.

Paisaje (Ferrer-Véliz E. 1978): Suma espacial de complejas interrelaciones físicas y biológicas en general no organizadas por el hombre y en cuyas funciones la intervención humana es un factor de perturbación.

Pesticidas (Ferrer-Véliz E. 1978): Sustancias químicas utilizadas contra las plagas de origen animal o vegetal, cuyo uso se justifica cuando ciertas poblaciones de insectos o hierbas indeseables proliferan de una manera tan excesiva que amenazan el equilibrio o la productividad de los ecosistemas.

Quebrada (Ferrer-Véliz E. 1978): Lecho estrecho y áspero, que constituye vía de drenaje ocasional en las vertientes Aridas.

Recurso natural renovable (El Autor): Son aquellos elementos biológicos naturales que se encuentran en el ambiente, ya sea de manera pura o combinada, dichos elementos son utilizados para diversos procesos biogeoquímicos, los cuales no estan en peligro de alteración cuantitativa ni cualitativa sin la intervención profunda del hombre, ya que en un determinado lapso de tiempo este recurso se renueva biológicamente por reproducción.

Reforestación (El Autor): Actividad de siembra intensiva o extensiva de especies leñosas o árboles, con fines económicos, paisajísticos o conservacionistas.

Rendimiento Hídrico (Chow V. 1994): El aumento en el agua usable a través de una disminución de las pérdidas por evapotranspiración y regularización del régimen para encarar el suministro de agua en zonas críticas con problemas de abastecimiento.

Rotación de cultivos (Encarta 1998): alternancia entre los cultivos plantados de un año a otro como medio de conservación del suelo.

Sistema (Ferrer-Véliz E. 1978): Conjunto integrado de factores interrelacionados, definible en términos de estructura, función o funcionalidad y sinergia.

Substrato (Ferrer-Véliz E. 1978): Medio en el cual un organismo viviente se desenvuelve, está constituido por los elementos que conforman las bases químicas y físicas que hacen posible su existencia.

Subsuelo (Ferrer-Véliz E. 1978): Parte del suelo, inferior a la normalmente cultivada, que corresponde al volumen ocupado por las raíces.

Sustentable (El Autor): Filosofía conservacionista que fundamenta que la extracción o explotación de un recurso natural no debe poner en riesgo sus reservas, con un equilibrio racional entre demanda y producción, garantizando así, la suficiencia de su existencia para las futuras generaciones consumistas.

Volver

BASES LEGALES

Esta propuesta se argumenta con la legislación venezolana en documentos tales como:

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, en el **Capítulo IX** se expresan los derechos ambientales y deberes, los cuales destacan los siguientes artículos:

Artículo 127. Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho

individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

Artículo 128. El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento.

En el **Capítulo II**, referente a la **Competencia del Poder Público Nacional**, en el **artículo 156**, numeral 16, establece: El régimen y administración de las minas e hidrocarburos, el régimen de las tierras baldías, y la conservación, fomento y aprovechamiento de los bosques, suelos, **aguas** y otras riquezas naturales del país; Numeral 23: Las políticas nacionales y la legislación en materia de sanidad, vivienda, seguridad alimentaria, ambiente, **aguas**, turismo, ordenación del territorio y naviera. Numeral 29: El régimen general de los servicios públicos domiciliarios y, en especial, electricidad, **agua potable** y gas.

Artículo 304. Todas las aguas son bienes de dominio público de la Nación, insustituibles para la vida y el desarrollo. La ley establecerá las disposiciones necesarias a fin de garantizar su protección, aprovechamiento y recuperación, respetando las fases del ciclo hidrológico y los criterios de ordenación del territorio.

Ley Orgánica del Ambiente, **Artículo 2.** “Declara de utilidad pública la conservación, la defensa y el mejoramiento del ambiente”. Y el **Artículo 3,** en donde se exponen los aspectos que conforman la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente; puntualizando específicamente en los numerales: 3. La creación, protección, conservación y mejoramiento de cuencas hidrográficas, 7. La promoción y divulgación de estudios e investigaciones concernientes al ambiente.

Ley Forestal de Suelos y Aguas. En el **Artículo 22,** el cual establece que el ejecutivo nacional protegerá las cuencas hidrográficas, contra cualquier elemento o factores que ocasionen o puedan ocasionar su deterioro y desmejoramiento.

Decreto 1.400 de fecha 10 de septiembre de 1996, en donde el mismo marca las directrices para la planificación nacional, la administración y aprovechamiento de los recursos hídricos.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

NATURALEZA DE LA INVESTIGACION

Dados los planteamientos del estudio este se desarrolló en dos fases bien definidas:

- Diagnóstico
- Diseño del proyecto

Fase I: Diagnóstico

El estudio se basó en recopilar información estadística, documental y cartográfica, se aplicó un instrumento de medición en la población para poder examinar las necesidades generales de consumo y producción, para así realizar el análisis ambiental final. Se realizaron igualmente visitas al área de la microcuenca del Río Tumaque, y se pudo constatar personalmente la situación general de la región, en cuanto a vialidad, uso de la tierra, comercio y otras actividades. Se hizo una revisión acerca de las actividades agropecuarias del lugar, su intensidad, el sistema utilizado y los resultados que estaban generando. En esta fase del proyecto, se establecieron las características generales de la unidad hidrográfica como tal, es decir, primero en la recopilación de la información documental, territorial y estadística, así como sus rasgos fisiográficos, climatológicos, edafológicos, litológicos, geológicos, hidrográficos y actividades antrópicas. Las visitas al lugar fueron determinantes para poder percibir de manera directa lo contenido en los documentos estudiados.

Esta investigación se enmarca dentro de la modalidad de **Proyecto Descriptivo de Campo**, dado que comprende un análisis de variables ambientales, su descripción y situación actual en una unidad hidrográfica específica respecto a las actividades antrópicas dentro de su territorio.

Se reunió información documental, territorial y estadística existente en FUDECO, y otras fuentes de documentación (bibliotecas). Se consultó la información estadística, sobre clima, así como los nomencladores demográficos de la OCEI, asimismo se utilizó un mapa base de escala 1:25.000, se realizó una evaluación de la densidad del drenaje en la microcuenca, a través de la determinación de la longitud del lecho del Río Tumaque y de sus diferentes tributarios (quebradas y afluentes). Igualmente se estableció la dimensión territorial de la misma. Para comprobar y complementar la información se realizaron varias visitas al área y algunas de sus comunidades más importantes, asimismo se diseñó y aplicó un instrumento para entrevistar a los pobladores y así conocer de primera mano sus actividades y necesidades.

Técnicas de recolección de datos

La información necesaria para realizar el diagnóstico propuesto en la investigación fue obtenida, una parte mediante trabajo de campo “in situ”, otra por revisión documental y el resto mediante la aplicación de un instrumento a los pobladores de la comunidad en estudio y a las distintas instituciones relacionadas con el área, responsables de la planificación y el manejo de sus recursos naturales, con el objeto de conocer las necesidades y situación ambiental de la zona en estudio para efecto de análisis ambiental de la microcuenca del Río Tumaque.

Diseño del Instrumento

Se diseñó el instrumento para el levantamiento de información, el cual consistió en una encuesta o entrevista estructurada dirigida a las población específicamente personas o juntas vecinales, e igualmente a las instituciones responsables de la gestión ambiental local y del suministro de agua potable a las principales poblaciones de la región.

Procesamiento de la Información

La información recabada a través del instrumento fue codificada y tabulada manualmente para luego ser procesada en el computador por medio del programa informático Microsoft® Excel 2000, para obtener la tabla de frecuencia absolutas y porcentajes para cada Item y su correspondiente gráfico.

Fase II: Diseño del proyecto

Reunida la información de la fase anterior, se procedió a desarrollar y diseñar la forma de aproximación al análisis ambiental en términos de enfoque, criterios y procedimientos de acción. El análisis ambiental, que servirá de instrumento contentivo de los argumentos y elementos de juicio para la toma de decisiones para la gestión, manejo y conservación ambiental para el futuro desarrollo sustentable y del territorio de la microcuenca del Río Tumaque.

Recordemos el concepto de *Análisis Ambiental*, que dice: Es un conjunto de técnicas y procedimientos empleados para el estudio preciso del funcionamiento de un sistema ambiental, la determinación de sus problemas y las posibles soluciones.

Analizar un sistema es desglosar sus componentes a su mínima expresión funcional, para percibir su esencia y así interpretar el papel que juega dentro de los demás componentes (Pág. 36 de este documento). El diseño del análisis comprende, la organización de la información recibida, su interpretación, y los resultados finales. En la parte física, se hace una descripción detallada la microcuenca del Río Tumaque, es decir, clima, suelo y subsuelo, el paisaje y cubierta de vegetación, todo haciendo énfasis en la parte hidrográfica, donde el agua es considerada como eje transversal para el análisis, con el objeto de establecer la capacidad del sistema hidrográfico para abastecer el consumo humano de este recurso natural en la localidad de Duaca.

Una vez realizado el análisis ambiental de la microcuenca del Río Tumaque, y apoyados en las conclusiones, se propondrán medidas y prácticas, a partir de las cuales se generarán propuestas como instrumentos de guía para la toma de decisiones en cuanto a planes de manejo, conservación ambiental y gerencia de los recursos naturales de la microregión, estableciendo los lineamientos generales que las autoridades consideren necesarios para su realización. Igualmente se podrá determinar la situación actual de ocupación y uso de la tierra, para determinar así los aciertos y antagonismos actuales.

[Volver](#)

FASE I: DIAGNOSTICO

ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Población

La población considerada en la presente investigación estará integrada por los siguientes asentamientos principales y sus respectivos habitantes:

La Panchera (134)

Tumaque Abajo (52)

Los Volcanes (187)

Santa Cruz (439)

Tumaque Arriba (60)

La Panchera (134)

Fuente: OCEI, 1990

Muestra

Para el diseño del instrumento y su aplicación se realizó el método de muestreo probabilístico con selección aleatoria. Se realizaron dos tipos de instrumentos para dos poblaciones, uno para el sector institucional, y otro para la población que conforma la microcuenca. Para el primero se aplicaron veinte (20) y para el segundo treinta (30)

INTERPRETACIÓN DEL DIAGNÓSTICO

Instrumento aplicado al sector institucional:

En el ítem 1, acerca del conocimiento sobre el origen del agua de Duaca, el 65 % afirma que proviene de pozos subterráneos, mientras que el 30 % dice que a través de Hidrolara, aunque no tienen mayor conocimiento sobre el proceso, y el 5 % no sabe o desconoce el origen exacto.

En la siguiente pregunta (ítem 2) el 65 % afirmó tener conocimiento sobre el significado de una cuenca hidrográfica.

En cuanto a la opinión acerca de si existen problemas de abastecimiento de agua en Duaca, el 85 % afirmó que hay inconvenientes sobre su distribución, ya que en algunos sectores faltaba agua en determinados lapsos. Asimismo el 60 % (ítem 3) cree que el abastecimiento en sí, del agua para la ciudad es seguro en cuanto a su disponibilidad diaria. El 90 % (ítem 4) dice tener conocimiento sobre tratamientos sanitarios antes de ser distribuidos a la población en general.

Al ser consultados sobre las iniciativas para solucionar los problemas de abastecimiento (ítem 6), el 55 % piensa que si, en contradicción con un cercano 45 %. Igualmente el 100 % (ítem 7) sabe que de alguna forma hay relaciones o vínculos entre las autoridades locales y los habitantes de la microcuenca de Tumaque. En cuanto a la protección de la microcuenca de Tumaque y la disposición existente por parte de las autoridades e instituciones competentes (ítem 9) el 55 % piensa que si hay disposición para su conservación.

Acerca del sector educativo local en general, (ítem 8) se consultó si éstos tenían conocimientos sobre la importancia del río Tumaque para el abastecimiento de Duaca, el cual un 80 % afirmó o pensó que si estaban conscientes al respecto.

Instrumento aplicado al sector poblacional de la microcuenca de Tumaque:

En este instrumento se realizaron veinte (20) preguntas sobre datos básicos acerca de las actividades cotidianas y el desenvolvimiento general de la población. El 80 % (ítem 1) de los encuestados tienen más de 10 años viviendo en la región estudiada, cuyas actividades se basan en un 77 % hacia la agricultura, 20 % al comercio y 3 % ganadería (ítem 2). En cuanto a la disposición de servicios básicos con los que cuenta la comunidad (ítem 3), están escuelas básicas (3), ambulatorios (2), la cobertura policial es poco frecuente y el transporte lo realiza un particular en su vehículo (camión). El servicio eléctrico llega a toda la localidad de la cuenca (ítem 4).

Entre los combustibles más utilizados para cocinar están el gas y la leña seguidos por el carbón y la electricidad en menor proporción (ítem 5), siendo los dos primeros (gas y leña) utilizados conjuntamente, en sustitución cuando el otro escasea. Los alimentos que se consumen son adquiridos en bodegas y mercados locales por todos los consultados, pero además se abastecen por medio de conucos familiares (ítem 6).

El 90 % (ítem 7) de los consultados afirman conocer la Sierra de Aroa, el 93 % (ítem 8) desconoce el significado de una cuenca hidrográfica, pero la totalidad de ellos (ítem 9) conocen el río Tumaque, y la importancia que este representa (ítem 10), puesto que de este río se abastecen para sus actividades diarias. Se les consultó igualmente sobre la manera o el tipo de utilización que le daban a este río (ítem 11), del cual la totalidad afirmó que para la alimentación y el aseo, mientras que en otros aspectos lo utilizaban para el riego de sus siembras, quienes las tenían, el lavado del café para los caficultores y para consumo animal en la ganadería y otros animales de granja.

En el ítem 12 se estableció que todos de una u otra forma utilizan las aguas del río Tumaque, es decir, no se abastecen de otros medios (cisternas, lluvias directas, centrales hidrológicas, etc.)

En cuanto a la calidad de las aguas de este río el 93 % (ítem 13) no cree que estén afectadas negativamente, pero al ser consultados sobre el tipo de problemas que tenían con el agua y su abastecimiento (ítem 14), la mayoría mencionó que en cierta época del año (invierno) el agua presenta suciedad, pero debida solo a partículas minerales como tierra y sedimentos que se desprenden cuando llueve mucho. Respecto a las enfermedades que pudieran ocasionar el mal estado de las aguas, en este aspecto el 100 % de los consultados (ítem 15) no tenían conocimiento sobre brotes de enfermedades infecciosas en los últimos años.

En el ítem 16 se consulta acerca de la posible alteración de los recursos naturales de la microcuenca por causas antrópicas, pero ninguno de estos elementos (agua, suelo, vegetación, fauna), mostraron un repunte en los resultados (gráfico 23), del la muestra, afirman que hubo alteración en un 3 % agua, 7 % suelo, 3 % vegetación y sin alteraciones en la fauna. Ahora bien, en el ítem 18, se consulta si la persona ha observado algún tipo de modificación en el territorio durante los últimos 5 años, obteniendo como resultado que el 53 % piensa que si, ya sea por efecto de las lluvias, deslizamientos, disminución de la vegetación, etc. En cuanto a si se extrayendo madera

de las montañas (ítem 19), la muestra dio como resultado un 57 % afirmativo, aunque no en grandes proporciones, ya que es utilizada mas que todo para combustible.

El ítem 17, tiene por objetivo estudiar la opinión de la población en cuanto a la necesidad de elaborar planes y programas para el desarrollo de la comunidad y un adecuado manejo de los recursos naturales, el cual la totalidad de las personas afirmaron dicha necesidad.

Finalmente, el ítem 20, busca determinar cual es el liderazgo actual en la comunidad, arrojando como resultado a los vecinos o juntas vecinales con un 53 %, seguido por los grandes hacendados de la localidad, y un 20 % opina que nadie. Cabe destacar que ningún encuestado seleccionó al estado, evidenciando la falta de gobernabilidad y de gerencia por parte de los organismos competentes en el sector.

FASE II: DISEÑO DEL PROYECTO

PROPOSITO E IDENTIFICACION DEL PROYECTO

Cuando se selecciona una cuenca hidrográfica para la realización de planes de manejo o gestión ambiental local, ya sea porque presenta problemas de contaminación por efluentes domésticos, industriales o comerciales, o algún tipo de desorden, se necesitan herramientas específicas para su desarrollo, más aun en la primera fase, de la información y documentación general del área a evaluar. En tal sentido, el enfoque de este trabajo es de orden sistémico, bajo criterios de conservación ambiental. El procedimiento analítico se basa en la consideración de la cuenca del Río Tumaque como unidad integrada por la configuración en su territorio de ciertas variables de orden climático, paisajístico, edafológico y biológico.

Es muy importante conocer las variables físicas y ambientales cuando se realiza un proyecto de esta naturaleza. El propósito de este proyecto es aportar una herramienta analítica para la interpretación de la realidad local, que pueda ser utilizado por analistas y planificadores comprometidos en la aplicación de programas de gestión ambiental para solventar los problemas presentados por el uso inadecuado, que de una u otra manera se le este dando al sistema de regulación de aguas de la microcuenca del Río Tumaque, en forma directa o indirecta, por las actividades antrópicas de la región.

CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto contiene una propuesta al sector público y privado, su estructura se basa en el análisis de las variables ambientales, en relación con las actividades antrópicas, haciendo énfasis en el manejo y disponibilidad de agua para el abastecimiento hacia el consumo humano.

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO TUMAQUE

TERRITORIO DE LA MICROCUENCA

Se utilizó un mapa base a escala 1:25.000, se delimitó la microcuenca por determinación de las divisorias a través del método hipsométrico, englobando todas las vertientes y quebradas que alimentan el Río Tumaque y aplicando el método de la matriz de puntos, lo que dió como resultado que la unidad, con un bajo margen de error, abarca unas cuatro mil ciento ochenta (4.180) hectáreas, lo que es igual a 41,8 Km². El porcentaje de error se estima porque existen variaciones en la topografía del terreno, es decir, no presenta características completamente planas, por tal motivo la cifra puede no ser cierta en un cien por ciento. Puede surgirirse la siguiente expresión:

$$4.180 \text{ has. } \pm 5\%$$

La microcuenca se ubica administrativamente en la Parroquia Freitez, Municipio Crespo del Estado Lara. Geográficamente se localiza entre las coordenadas 10° 13' 22" y 10° 18' 20" de latitud norte y 69° 01' 55" y 69° 10' 02" de longitud oeste. Y las coordenadas UTM: 482.913,6 m a 496.493,8 m de longitud este; y 1.128.000 m a 1.138.600 m de latitud norte. La altura sobre el nivel del mar va desde 375 m. en la base hasta sobre los 1.400 m. en las divisorias más altas. Geográficamente corresponde a las vertientes suroccidentales de la Sierra de Aroa.

VEGETACIÓN

La zona de vida predominante, según la clasificación de Holdridge, está constituida de la siguiente forma: en las zonas bajas, por bosque seco premontano (bs-P) y bosque seco tropical (bs-T), (375-600 m.s.n.m.), en las partes medias a altas se encuentran características típicas de bosque húmedo premontano (bh-P) a bosque húmedo montano bajo (bh-MB) que se extienden desde unos 800 hasta 1.400 m.s.n.m.

Muchos de estos bosques están desapareciendo por deforestación para la ampliación de la frontera agrícola, trayendo como consecuencia la perturbación del régimen de gasto determinado por la secuencia lluvia – sequía, lo que ha dado lugar a la disminución de los caudales durante la estación seca, que en un momento determinado, habían permanecido fluyendo durante todo el año.

En cuanto a las especies más comunes del sector del Río Tumaque y Duaca se encuentran:

Tabla N° 2 ESPECIES MAS COMUNES

<u>Nombre Científico</u>	<u>Nombre Común</u>
<u>Distovomita clusiaefolia</u>	Parchita de monte
<u>Rheedia brasilensis</u>	Balsamito
<u>Inga nobilis</u>	Guamo Quinchoncho
<u>Cecropia palmatinsecta</u>	Yagrumo
<u>Ficus sp.</u>	Matapalo
<u>Helicarpus americanus</u>	Majagua
<u>Anona montana</u>	Chirimoya
<u>Clusia sp.</u>	Copey
<u>Alchornea tripinervia</u>	Rabo de paují
<u>Spondios mombin L.</u>	Jobo (tierras bajas)

<u>Tabebuia chrysantha</u>	Araguaney (tierras bajas)
<u>Prosopis juliflora</u>	Cují (tierras bajas)
<u>Malpighia glabra L.</u>	Semeruco (tierras bajas)
<u>Oyedaea verbesinoides</u>	Tara
<u>Mabea occidentalis</u>	Pescaito
<u>Alchornea triplinervia</u>	Agua de maíz
<u>Tetrorchidium macrophyllum</u>	Cafecito
<u>Calatola venezuelana</u>	Orozul
<u>Byrsonima sp.</u>	Níspero
<u>Guapira ferruginea</u>	Frutico
<u>Simira erythroxyton</u>	Paraguatán
<u>Chimarris microcarpa</u>	Totumillo
<u>Posoqueria coriacea</u>	Cabimbo
<u>Raputia larensis</u>	Cacaito
<u>Meliosma sp.</u>	Araguato
<u>Micropholis crotonoides</u>	Caimito
<u>Picramnia sp.</u>	Maizito
<u>Laplacea fruticosa</u>	Hoja sana
<u>Heliocarpus americanus</u>	Majagua

Fuente: Ing. MSc. Marlene Salazar y Ing. Esneider Vasquez. Diversidad de los bosques del sector Quebrada de Oro, Municipio Crespo, Estado Lara. M.A.R.N. s/f.

SISTEMA FISICO

PAISAJE Y GEOMORFOLOGIA

Consiste en una vertiente orientada de este a oeste, desde la Sierra de Aroa hasta el plano deposicional de los alrededores de Duaca, bajo el cual se localiza el acuífero que abastece de agua a esta ciudad. (Ver Mapa No. 3)

En la microcuenca se distinguen tres posiciones geomorfológicas a saber: el frente montañoso, desde las divisorias hasta alrededor de los 700 m., la franja transicional que pudiéramos llamar piemontina, y la base deposicional desde los 400 m. hasta el límite inferior; las zonas con alturas superiores a los 1.000 m.s.n.m., se caracterizan por ser de topografía de accidentada a quebrada donde las pendientes son mayores del 35 %. Las zonas donde la topografía es ondulada con pendientes entre el 15% y el 35% (COPLANARH 1975), e incluso aquellas zonas donde la topografía es menos ondulada, es decir, con pendientes menores al 15%, corresponden geológicamente a la última era geológica, es decir periodo del Cenozoico, Cuaternario Pleistoceno y reciente (holoceno).

SUELOS

No hay estudios de suelos en la localidad, a pesar de ser indispensables para el análisis ambiental. Sin embargo dadas las condiciones paisajísticas locales se deduce que los suelos en el frente montañoso son delgados, con abundante materia orgánica proveniente de los detritus del bosque local, observándose una mayor profundidad en el sector transicional y sobre todo en el área deposicional. La textura, en algunas áreas observadas es franco arcillosa.

Estos suelos son lábiles a erosionamiento y se mantendrán estables mientras cuenten con una cobertura vegetal que los protega contra las lluvias y el escurrimiento, sobre todo en el sector de Quebrada de Oro.

C L I M A

De acuerdo al testimonio de las dos estaciones climatológicas del M.A.R.N. existentes en la microcuenca, el clima local corresponde al tipo Tropical Subhúmedo con tendencia a lo semiárido, con patrón estacional de lluvias monomodal, que se extiende de abril a noviembre con pico en julio, donde el 62 % del volumen anual se precipita entre los meses de mayo a septiembre (Ver Mapa No. 1)

a) Estación Duaca (serial No.1268)

Periodo de medición: 1975 – 1994

Altura: 750 m.s.n.m.

Localización: 10° 17' 00" latitud norte y 69° 09' 00" longitud oeste

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total Anual
7,565	11,99	12,4	71,69	80,07	105,4	111	102	84,73	85,26	71,51	36,72	780,21
1.0	1.5	1.6	9.2	10.3	13.5	14.2	13.1	10.9	10.9	9.2	4.7	100.00

Tabla N° 3

Temperatura media anual: 26,5 °C

Evapotranspiración Potencial- ETP. (Método de Thornthwaite)

$T \text{ °C} \times 58,93 = 26,5 \times 58,93 = 1.561,64 \text{ mm}$ (donde 58,93 es el coeficiente propuesto por C.S. Thornthwaite)

Relación ET:

$$1561,64 \text{ (ETP)} / 780 \text{ (Pp)} = 2,00$$

(donde 2,00 es el número de veces que la evaporación supera a la precipitación)

El área de referencia de esta estación se encuentra en el límite entre las provincias de humedad subhúmeda y semiárida, por lo tanto se considera moderadamente deficitaria en humedad.

b) Estación Quebrada de Oro (serial No. 2203)

Periodo de medición: 1973 – 1986

Altura: 1240 m.s.n.m.

Localización: 10° 15' 56" latitud norte y 69° 2' 54" longitud oeste

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total Anual
12.6	13.5	18.8	122.6	160.5	181.5	201.9	184.3	131.7	159.1	103.2	63.3	1353.0
0.9	1.0	1.4	9.1	11.9	13.4	14.9	13.6	9.7	11.8	7.6	4.7	100.00

Tabla N° 4

Temperatura media anual: 23,5 °C

Evapotranspiración Potencial – ETP. (Método de Thornthwaite)

$$T \text{ } ^\circ\text{C} \times 58,93 = 23,5 \times 58,93 = 1.384,85 \text{ mm}$$

Relación ET:

$$1384,93 \text{ (ETP)} / 1352 \text{ (Pp)} = 1,02$$

(donde 1,02 es el número de veces que la evaporación supera a la precipitación)

El área de influencia de esta estación se encuentra en el límite entre las provincias de humedad húmeda y subhúmeda, por lo que se considera en el límite entre excedentario y deficitario.

H I D R O L O G I A

Consiste en la manera como las aguas se distribuyen en el tiempo y en el espacio del territorio de la microcuenca, es decir la red, patrón y densidad del drenaje local.

Red de Drenaje

El sistema hídrico, en este estudio, lo componen el Río Tumaque y sus vertientes y quebradas (Mapa No. 2), para el cálculo de la longitud de los ríos y quebradas se utilizó un curvímeter digital milimétrico en un mapa base a escala 1:25.000. Su margen de error está en un rango de $\pm 5\%$. En el siguiente cuadro se expone la información obtenida sobre la hidrografía de la microcuenca:

Tabla N° 5

Tributarios del río Tumaque

Microcuenca	Area (ha)	Long. (m)	Subcuencas	Long. (m)
Río Tumaque	4.180	8.375	Qda. El Buco	4.150
			Qda. De Oro	3.375
			Qda. El Cañito	1.525
			Qda. La Guachafita	2.450
			Qda. Los Volcanes	2.750
			Qda. El Bachaco	4.850
			Qda. Ojo de Agua	2.575

Patrón de Drenaje

El patrón local de drenaje es de diseño dendrítico y el escurrimiento de carácter torrencial en el frente montañoso y rápido en el sector transicional para infiltrarse en el sector deposicional a llenar los acuíferos de Barro Negro.

El rendimiento anual de la cuenca es de 46,767 Hm³ y en promedio de 11,2 m³/ha/año. Siendo el área mas rendidora, la del frente montañoso. La totalidad de la longitud de los lechos es de 30.050 metros, lo que contrastado con la superficie de la microcuenca determina una densidad de drenaje de 7,18 metros por hectárea.

Isoyetas	Segmento	Mediatriz (mm)	Superficie (ha)	Superficie (m ²)	Rendimiento anual (m ³ /m ²)
700 – 800	A	750	420.00	4.200.000	3.150.000
800 – 900	B	850	590.50	5.905.000	5.019.250
900 – 1000	C	950	440.50	4.405.000	4.184.750
1000 – 1100	D	1050	480.00	4.800.000	5.040.000
1100 – 1200	E	1150	380.00	3.800.000	4.370.000
1200 – 1300	F	1250	560.50	5.605.000	7.006.250
1300 – 1400	G	1350	860.50	8.605.000	11.616.750
1400 – 1500	H	1450	440.00	4.400.000	6.380.000
Totales			4.172.00	41.720.000	46.767.000

Tabla No. 6 Rendimiento anual de la microcuenca

Rendimiento por hectárea: 11.209,73 m³ x año

La relación divisoria – Talweg es de mas de 500 metros, en un eje de menos de 10 km., lo que implica un desnivel medio estimado de 20 %, que califica a esta cuenca como lábil a erosión si se perturba la cubierta vegetal protectora.

SISTEMA SOCIAL

Consiste en el conjunto poblacional y sus actividades dentro de los límites de la microcuenca. La población actual

distribuida en 5 aldeas: Tumaque Abajo (52 hab.), Tumaque Arriba (60 hab.), Santa Cruz (439 hab.), Los Volcanes (187 hab.),

La Panchera (134 hab.), mas aquella distribuida dispersamente, lo que alcanza una proporción de 20,07 hab/km²; es decir,

de carácter eminentemente rural.

Se constató además, la existencia actual de tres escuelas básicas en el sector Tumaque – Quebrada de Oro. En cuanto al transporte, lo realiza una persona particular con su vehículo (camión). La vialidad esta bastante mejorada, ya que hace algún tiempo se han venido realizando trabajos por parte de las autoridades locales; desde Duaca hasta Tumaque abajo la carretera esta asfaltada (concreto), presenta buen canal de drenaje, y al parecer los trabajos continuarán en el transcurso del año.

Cultivos Agrícolas:	Sin uso aparente:
Permanentes: café, cambur, plátano.	
Efímeros: papa (patata), ocumo, maíz, caraota (alubia negra)	Vegetación alta (bosque)
Pastos: zonas bajas	Vegetación media (matorrales)

Según observaciones “in situ”, se pudo establecer que el café es el cultivo que predomina en la microregión estudiada, los demás cultivos son a nivel de conuco. La ganadería bajo la practica de rotación de potreros está establecida en las tierras bajas transicionales.

De la percepción y análisis de las variables que integran el área de estudio, de su correlación e interpretación de la metodología de análisis ambiental bajo un enfoque sistémico, se desprende que se trata de un territorio definido como microsistema hídrico, el cual está delimitado por sus divisorias de agua. Cuenta con una extensión de 4.180 ha ($\pm 5\%$), donde el paisaje es predominantemente ondulado y quebrado, en presencia de una amplia red de drenaje, cuya dinámica está determinada por una relación divisoria Talweg (entre 1400 mm y 375 m) es decir una densidad de 1025 metros, lo que implica un drenaje torrencial en la parte montañosa y rápido en la transicional y deposicional.

Sobre esta microcuenca se precipita un promedio de 780 mm. en la parte baja, según testimonio de las estaciones climatológicas del M.A.R.N. Duaca (serial No. 1268) y sus alrededores, y hasta 1.400 mm Quebrada de Oro (serial No. 2203) (Ver climogramas) en las partes más altas de la serranía que comprende el área de estudio. Estas precipitaciones en la parte alta de la microcuenca, ha permitido el desarrollo de vegetación densa, de alta diversidad como lo indican las listas anexas, que juega varios roles en la ecología local y la regulación del escurrimiento. Protege al suelo de las lluvias, evitando la erosión por el choque del agua y la tierra descubierto, es el estrato productor renovable, refugio y fuente de alimento para la fauna silvestre.

Las principales actividades agrícolas se circunscriben al cultivo del café, ya que es el rubro de más potencialidad en la región, puesto que es en las tierras de paisaje montañoso, donde las condiciones climáticas –humedad, temperatura- cumplen las condiciones de habitat exigidas por el **nicho ecológico** de este cultivo.

Asimismo la ganadería está adquiriendo cierto auge por la calidad de los pastos y el clima de la zona, muy adecuado para el efecto. Estas actividades si bien necesarias, generan efectos secundarios indeseables que deben ser controladas, puesto que se

traducen en problemas ambientales, como contaminación de aguas por químicos, la degradación de los suelos y erosión, entre otros. Para el caso del café, el impacto se viene percibiendo en dos fases bien diferenciadas:

En la primera fase, donde la perturbación ambiental es más intensa, es durante la introducción inicial del cultivo en un medio natural, cuando se practica la deforestación y se rotura al suelo para la plantación, lo cual se expone al suelo afectado a la pérdida de fertilidad, estabilidad y a riesgos de erosión.

Durante la segunda fase, una vez plantado el cultivo, el impacto se evidencia más que todo con la alteración negativa de la química ambiental por dispersión de sustancias químicas (herbicidas, funguicidas e insecticidas), los cuales si son utilizados en forma desmedida y arbitraria contamina las aguas que eventualmente son utilizados para el abastecimiento humano y animal, que sufren un impacto subsecuente en su calidad.

CONCLUSIONES

- El agua constituye un medio **vital** para el desarrollo de la vida, y se requiere por todos los seres vivientes con las cualidades de *suficiencia, permanencia y calidad*.

- Los sistemas hidrográficos son las unidades universales de regulación del agua donde la cantidad y calidad de los volúmenes regulados son dependientes del tratamiento de las variables involucradas de cobertura vegetal, suelos y lechos.

- Los sistemas hidrográficos son unidades complejas de regulación del flujo de aguas superficiales y sub-superficiales, presentando límites determinados por relieve, caracterizado por el proceso de entrada y salida de aguas ocurrentes a través de las precipitaciones, escorrentía, infiltración y almacenaje, de cuya ocurrencia depende el abastecimiento de agua de los asentamientos humanos.

- El abastecimiento de agua para consumo humano, es uno de los principales problemas que hoy afectan, social y económicamente a Venezuela y el mundo, por ese crecimiento poblacional, y por el desconocimiento que tiene la mayoría de las personas en cuanto a la importancia de las cuencas hidrográficas y su conservación para el bienestar humano y el desarrollo sustentable.

- El abastecimiento de agua de la población de Duaca, Capital del Municipio Crespo depende de las aguas del Río Tumaque. por extracción desde fuentes subterráneas o acuíferos rellenados por sus aguas.

- La microcuenca del Río Tumaque con una superficie de 4.180 has. representa una proporción de 4,78 % del territorio del Municipio Crespo.

- Parte de la microcuenca está protegida por la figura de *Zona Protectora de la Sierra de Aroa*, según Decreto N° 1224 y 1225 y de acuerdo a la Ley Forestal de Suelos y Aguas en sus artículos 47 y 48, publicados en Gaceta Oficial N° 4250, el 18 de enero de 1991.

- Esta microcuenca esta sufriendo en la actualidad algunas perturbaciones que pudieran alterar su capacidad de regulación y por ende la disponibilidad de agua para Duaca, las cuales aun estan a tiempo de ser corregidas, si son debidamente controladas las causas que las originan.

- La densidad de la población local es extremadamente baja (20.86 hab./km²), aunque creciente, lo que abre la posibilidad de orientar racionalmente la ocupación de las tierras y de aleccionar a los pobladores en cuanto a la cautela ambiental.

- El cultivo del café es la principal actividad económica del sector, conjuntamente con conucos familiares de subsistencia, los cuales de no comenzar a utilizar métodos y prácticas sustentables, la red de drenaje se vería muy impactada ambientalmente.

- Los suelos, por su topografía y textura son lábiles a erosión si se les priva de su cubierta protectora

- El clima local es tropical sub-húmedo con tendencia a semiárido. Las precipitaciones de carácter monomodal, con una media mayor a 1000 mm. concentradas en un 62 % en 5 meses.

- La hidrología local es la típica de las serranías bajas, con escurrimiento torrencial en el frente montañoso; rápida en el sector transicional y lénticas en el área deposicional.

- El rendimiento anual promedio de la microcuenca es de 46.767 Hm³, lo cual no es abundante, si se considera como la base para el relleno del acuífero del cual depende el abastecimiento de agua de Duaca.

- La población de Duaca en general, tiene conocimiento de la cuenca del río Tumaque, su importancia y necesidad de conservarla porque esta rellena los acuíferos que abastecen a la ciudad.

- La población rural de la microcuenca del río Tumaque, en general, conocen este río, aunque desconocen de donde proviene exactamente.

- Dicha población está consciente de la importancia de este río y de la necesidad de conservarla, ya que de ella dependen todas sus actividades diarias.

- Esta población, considera en su mayoría, que las aguas del río Tumaque no han sido afectadas negativamente en torno a la calidad de las mismas. Solo tienen problemas con la sedimentación ocasional de esta agua, ya que no se ha registrado ningún caso de enfermedad grave ocasionado por el mal estado de las mismas.

- Igualmente la gente cree necesario la elaboración de planes y programas para el desarrollo económico de la región, aunque del gobierno no esperan nada ya que consideran que no existe autoridad por parte de ellos en la localidad.

- Durante el tiempo de elaboración de este documento, específicamente en la aplicación del instrumento, la municipalidad de Crespo se mantuvo en una situación irregular por causa de un paro generalizado, por lo tanto, la información que debió consultarse de primera mano con las autoridades municipales fue imposible, sin embargo, por vías indirectas conocimos que esta municipalidad cuenta con una oficina municipal de asuntos ambientales, creada mediante decreto de la alcaldía y sancionada en ordenanzas, de lo cual se deducen las potencialidades ambientalistas del gobierno local para la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

- Es esencial que la alcaldía se involucre en mayor grado en la conservación ambiental de la microcuenca del Río Tumaque, mediante la concepción, diseño y ejecución de un plan de conservación ambiental para la cuenca.

- El gobierno local debe proceder al ordenamiento territorial de esta microcuenca y considerar un programa de medidas y prácticas que garanticen la conservación ambiental local, y así asegurar el abastecimiento permanente, suficiente y seguro para la ciudad.

- A tal efecto es fundamental la concepción y diseño de un plan que comprenda un proceso de fase interacción de Ordenamiento Territorial, Educación, Legislación, Protección y gestión de esta unidad vital para el abastecimiento de agua de Duaca.

- La alcaldía deberá asesorarse técnica y jurídicamente para proceder a la concepción, diseño y sanción de ordenanzas municipales que permitan la protección de la cuenca del río Tumaque y así garantizar la perennidad de los acuíferos de los que se abastece la ciudad.

- La población local debe ser incorporada a la gestión ambiental de la cuenca a través de programas de participación ciudadana y educación ambiental.

- La práctica de la caficultura, si se desea un rendimiento sostenido que conduzca a su permanencia y a un desarrollo sustentable, requiere de la adopción generalizada de ciertas precauciones ecológicas que atenúen sus impactos. En primer lugar, el hecho de que –inevitablemente- se practique en tierras de montaña, que además de estar caracterizadas por una topografía donde convergen pendientes fuertes y laderas largas, implica una innegable fragilidad ambiental, y si a ello añadimos el hecho de que conforman vertientes de cuencas altas donde se ubican las cabeceras de los ríos que abastecen áreas agrícolas y asentamientos humanos, este hecho deviene en un **asunto de estado**, que afecta el bienestar de la población afectada.

- De todas estas razones, se infiere la necesidad de incorporar al cultivo del café algunas prácticas mecánicas, agrícolas y ecológicas, que además de garantizar el rendimiento sostenido y la perennidad del agrosistema, consoliden las bases para el desarrollo sustentable y asegurar a perpetuidad la calidad del ambiente y el bienestar de la población en general.

REFERENCIAS

BARBOSA, Héctor. (1994) **Elementos para la caracterización y defensa de los recursos naturales y del medio ambiente del sector sur de la cuenca del Río Cuchinero en Santander.** Santander, Colombia.

BUOL, S. (1981) **Génesis y Clasificación de Suelos.** Trillas, México.

CARRASCO, A. y MOSQUERA, I. (1999) **Proyecto de Conservación Ambiental de la Cuenca del Río Tumaque.** (Informe evaluativo de la cátedra Trabajo de Campo I, de la carrera Licenciatura en Estudios Ambientales de la Universidad Yacambú). Barquisimeto, Venezuela.

CASTRO, Ana Cristina. (1991). **Prácticas sobre planificación del uso y manejo de los suelos en la microcuenca El Vergel.** Río Negro, Colombia.

COPLANARH (1972) **Una Metodología para Estudios de Conservación y Ordenamiento de Cuencas.** Caracas, Venezuela.

CHOW, Ven T. (1994). **Hidrología Aplicada**. Mc. Graw-Hill, Inc.

Corporación Autónoma Regional de Risaralda. (1994). **Caracterización y diagnóstico social de la cuenca del río Risaralda**. Pereira, Colombia.

FERRER-VÉLIZ, E. (1995) **Análisis Ambiental del Area de Desarrollo Urbanístico “Altos de Cosacoima” y sus Alrededores**. Ecosmos, Barquisimeto, Venezuela.

FERRER-VÉLIZ, E. (s/f). **Caficultura e Impactos Ambientales**. Barquisimeto, Venezuela.

FERRER-VÉLIZ, E. (1992). **Cuencas. Aproximación al Análisis de los Sistemas Hidrográficos**. Ecosmos, Barquisimeto, Venezuela.

FERRER-VÉLIZ., E. (1978). **Diccionario del Ambiente**. Fudeco. Barquisimeto, Venezuela.

FERRER-VÉLIZ, E. (1985). **Análisis Ambiental de la Región Centro Occidental de Venezuela**. Fudeco. Barquisimeto, Venezuela.

GALINDO, M. (1998). **CONSERVACION Y MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS PRIORITARIAS DE VENEZUELA: Una propuesta de trabajo interinstitucional Estudio de Caso en correspondencia con el Capítulo 13**

de Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. M.A.R.N.R. Venezuela.

MAZPARROTE, S. (1985). **Fundamentos de Ecología**. Biosfera, Caracas

Organización Panamericana de la Salud. (1995). **Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales en agua potable y saneamiento a nivel estatal**. Washington DC, Estados Unidos.

Organización Panamericana de la Salud. (1995). **Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales de agua potable y saneamiento**. Washington DC, Estados Unidos.

República Bolivariana de Venezuela (1999) **Constitución Nacional**. Caracas, Venezuela

República de Venezuela (1982). **Ley Forestal de Suelos y Aguas y su reglamento**. Caracas, Venezuela

República de Venezuela (1989). **Ley Orgánica del Ambiente**. Caracas, Venezuela

SALAZAR M., VASQUEZ E., s/f. **Diversidad de los bosques del sector Quebrada de Oro, Municipio Crespo, Estado Lara**. M.A.R.N.