

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
VICERRECTORÍA DE DOCENCIA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



Informe de Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Ingeniería Agrícola como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola

INICIATIVAS DE MANEJO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO VOLCÁN, CUENCA
DEL RÍO GRANDE DE TÉRRABA

CASEY ELLA MCCONNELL SMITH

CARTAGO, 2008

INICIATIVAS DE MANEJO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO VOLCÁN,
CUENCA DEL RÍO GRANDE DE TÉRRABA

Casey Ella McConnell Smith

Informe de Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Ingeniería
Agrícola como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola

Nancy Hidalgo Dittel

Asesora

Marvin Villalobos

Presidente

Máximo Villón Béjar

Tribunal

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

CARTAGO DE COSTA RICA

2008

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDO	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ABSTRACT.....	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	1
2.1 Objetivos.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Desarrollo del movimiento ambientalista.....	3
3.2 Desarrollo Sostenible.....	4
3.3 Gestión Ambiental y certificación	5
3.4 La producción para el mercado local.....	6
3.5 La cuenca hidrográfica como unidad de manejo	8
3.6 Manejo integrado del recurso hídrico	8
3.7 Uso, manejo y conservación de suelos	10
3.8 Regeneración de cuencas	11
3.8.1 Regeneración en cerros.....	12
3.8.2 Regeneración en lomas	13
3.8.3 Regeneración en Barrancas.....	13
3.9 El caudal ambiental.....	14
3.10 La presa hidroeléctrica.....	16
Metodología.....	19
Resultados y Análisis de Resultados	20
5.1 Caracterización biofísica de la subcuenca	20
5.1.1 Ubicación Geográfica	21
5.1.2 Geología.....	23
5.1.3 Suelos.....	24
5.1.4 Pendientes	25

5.1.5	Clima.....	26
5.1.6	Hidrología	30
5.1.7	Calidad del agua.....	31
5.1.8	Vegetación	31
5.1.9	Fauna.....	31
5.1.10	Capacidad de uso de la tierra	32
5.1.11	Uso de la tierra.....	33
5.1.12	Problemática de uso de la tierra	35
5.1.13	Tenencia de la tierra.....	36
5.2	Caracterización socioeconómica de la subcuenca	36
5.2.1	Población	36
5.2.2	Grupos Sociales	37
5.2.3	Salud e higiene.....	37
5.2.4	Instituciones presentes en la zona.....	38
5.2.5	Proyectos trabajando en la zona.....	38
5.2.6	Antecedentes	39
5.3	Problemas y soluciones.....	39
5.4	Red de aliados.....	50
5.4.1	Nivel local.....	50
5.4.2	Nivel Regional	51
5.4.3	A nivel nacional e internacional	52
	Conclusiones y Recomendaciones.....	54
	Bibliografía	55
	ANEXOS	58
	Anexo 1. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. (fuente: MAG-MIRENEM, 2007. pp 5-9.....	59
	Anexo 2. Declaración de Brisbane.	64
	Anexo 3. Lista de participantes en los talleres y reuniones	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación PH Boruca y Dikes. Fuente: ICE, 2007.....	17
Cuadro 2. Características de las zonas de vida de Holdridge. Fuente: Atlas CR, 2004.	29
Cuadro 3. Problemas y soluciones propuestas para la subcuenca Volcán.....	40
Cuadro 4. Puntos positivos en la subcuenca	48
Cuadro 5. Lista de participantes en el Taller para el buen manejo de la subcuenca Volcán (24 de enero del 2008).....	69
Cuadro 6. Lista de asistencia a la presentación del proyecto realizado el 8 de febrero 2008 en Buenos Aires.....	70
Cuadro 7. Lista de asistencia al taller para avalar las soluciones propuestas, realizado el 23 de mayo del 2008 en Volcán	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del sistema de permacultura. Fuente: Mollison y Slay, 1991.....	5
Figura 2. Regeneración de cuencas. Fuente: Programa Agua para Siempre, 2007	12
Figura 3. Ubicación del PHED. Fuente: ICE 2007	17
Figura 4. Metodología del proyecto. Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia, 2007.....	19
Figura 5. Ubicación de la subcuenca del Río Volcán, cuenca del Río Grande de Térraba	20
Figura 6. Ubicación de la subcuenca Volcán con respecto a zonas protegidas.....	21
Figura 7. Ubicación de la subcuenca en el sistema político-administrativo.....	22
Figura 8. Representación de las épocas geológicas de Costa Rica.....	23
Figura 9. Mapa de suelos en la subcuenca del Río Volcán.....	24
Figura 10. Relieve de la subcuenca del Río Volcán	25
Figura 11. Representación de las zonas de temperatura en la subcuenca.....	26
Figura 12. Temperatura media mensual (estación Volcán) y distribución de la precipitación (Estación PINDECO 98027. Instituto Meteorológico Nacional 1984-2005) Fuente: SEDER-TNC.	27
Figura 13. Representación de la precipitación medida en Costa Rica.....	28
Figura 14. Zonas de vida de Holdridge en la subcuenca.	28
Figura 15. Red de drenaje de la subcuenca.....	30
Figura 16. Capacidad de uso del suelo en la subcuenca Volcán.....	32
Figura 17. Uso de la tierra en la cuenca del Río Grande de Térraba, 1955. Fuente; SEDER-TNC	34
Figura 18. Cobertura de bosque y plantaciones de piña en la cuenca del Río Térraba. 1997. Fuente: SEDER-TNC	34
Figura 19. Comparación de capacidad de uso del suelo con la cobertura boscosa (año 2000), en la subcuenca Volcán.....	35
Figura 20. Mapa de comunidades en la subcuenca.....	36

ABSTRACT

The Volcán River Watershed drains an area of approximately 230 km² in the Brunca Region of Costa Rica's southern Pacific catchment area. The Volcán River feeds into the General River, which is one of the main tributaries of the Grande de Térraba River. The Volcán River watershed is drained by three main rivers: the Volcán River, the Ángel River and the Cañas River. This project has worked with the inhabitants of communities near the Volcán River and strategic actors of the region using a participative process to identify the problems that are occurring in the watershed and identify real and practical solutions to these problems. These solutions are integrated into a "strategic plan of development," and the implementation of this plan is discussed with a network of "allies". As a result of this process, it is found that as priorities, we should discuss the themes of reforestation based on scientific and technical knowledge, and the consolidation of a solid, structured and coordinated project. Projects to be developed run along the themes of environmental education, creation of a database of the information which has been generated in the watershed, generation of key information through research and projects. A shift is encouraged in the production model towards the creation of a strong local market for diverse agricultural products.

Keywords: Watershed, Volcán River, Grande de Térraba River, Integrated Water Resource Management, strategic plan

RESUMEN

La subcuenca Volcán drena un área de aproximadamente 230 km² en la Región Brunca de Costa Rica. Alimenta al Río General, el cual junto con el Río Coto es afluente principal del Río Grande de Térraba. Cuenta con tres ríos principales, el Río Volcán, Río Ángel y Río Cañas. El presente proyecto ha sido un proceso participativo con habitantes de la microcuenca del río Volcán y actores claves de la zona, para definir de manera clara los problemas que se enfrentan en la subcuenca e identificar soluciones reales y prácticas a estos problemas. Las soluciones se integraron en un “plan de desarrollo estratégico” cuya implementación se discute con una red de “aliados”. Como resultado de este proceso, se han definido como prioridades inmediatas el tema de reforestación con fundamento científico y técnico, así como la formación de un proyecto estructurado y coordinado. En el corto, mediano y largo plazo se busca participar en programas de educación ambiental, formar una base de datos y darle uso a la información que se ha generado en la subcuenca, contribuir información fundamentada a esta base de datos mediante estudios y proyectos. También se propone crear un mercado local para la distribución de productos agrícolas producidos de manera amigable con el medio ambiente, dentro de la zona.

Palabras claves: Manejo de cuencas, plan estratégico, subcuenca, Río Volcán, agua, sostenibilidad, Cuenca Río Térraba

INTRODUCCIÓN

“Como resultado del desarrollo y de la construcción de presas, ríos importantes alrededor del mundo han sufrido cambios dramáticos de caudal, reduciendo su capacidad natural de absorber disrupciones. Al considerar los cambios esperados en el clima global y en la demanda de agua, esto puede conducir a serios problemas para los ecosistemas y los humanos.” Esta advertencia es producto de una investigación internacional cuyo artículo “Cambio climático y los cauces del mundo: anticipando las opciones de manejo” fue publicado el año pasado por el Centro de Ciencias Ambientales de la Universidad de Maryland, en *Frontiers in Ecology and the Environment*.

“El reporte trae a la atención riesgos significativos que afectan a muchos de los ríos principales del mundo y a las personas que viven cerca de ellos o que dependen de ellos para su agua o alimentación. Muchos de estos riesgos pueden ser reducidos dramáticamente si medidas de manejo proactivo son implementados ahora. Está en manos de los políticos mundiales decidir si van a implementar programas para minimizar los impactos a los ecosistemas y a las personas.” (University of Maryland Center for Environmental Science)

Dada la urgencia del problema que existe en muchas regiones del mundo, es necesario que miembros de las comunidades, de la academia y de las ONGs, los funcionarios públicos, la empresa privada y la sociedad en general colaboren en la implementación de los programas mencionados.

En este contexto, el presente proyecto utiliza una metodología participativa para desarrollar un plan estratégico de desarrollo para la subcuenca del Río Volcán, cuenca del Río Grande de Térraba. El plan busca solventar los problemas que han sido identificados por actores en la subcuenca, a través de la comunicación abierta y colaboración con una red de “aliados.”

2.1 Objetivos

- Avanzar hacia una visión de sostenibilidad compartida por todos los actores de la subcuenca del Río Volcán, cuenca del Río Grande de Térraba.
- Identificar los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales que afectan la sostenibilidad de las actividades en la cuenca.
- Proponer acciones concretas que contribuyen a la sostenibilidad del modelo productivo de la cuenca.
- Integrar los esfuerzos locales, regionales, nacionales e internacionales por avanzar hacia un desarrollo sostenible.

REVISIÓN DE LITERATURA

En el último siglo, los seres humanos hemos efectuado cambios drásticos en la relación que mantenemos con nuestro entorno. Hemos aumentado nuestro impacto en el ambiente de manera impropia. Hace menos de cincuenta años, hemos comenzado a entender la estrecha relación que existe entre nuestro “desarrollo” y el ambiente.

3.1 Desarrollo del movimiento ambientalista

En 1962, Rachel Carson publica *Primavera Silenciosa*, un estudio de toxicología, ecología y epidemias que sugería que los pesticidas usados en la agricultura se estaban acumulando a niveles catastróficos, con daños a las especies animales y a la salud humana. (Carson, 2005). El siguiente año se inició alrededor del mundo el Programa Biológico Internacional, el cual analizó el daño ambiental y los mecanismos biológicos y ecológicos que lo causan. Este estudio proporcionó una base de información científica para fortalecer la tendencia ambientalista a nivel mundial (Blanco, 2004).

A partir de estos hechos, el movimiento ambientalista moderno se ha desarrollado de manera continua, alimentado por catástrofes ambientales y una ampliación de nuestros conocimientos a través de tecnologías de investigación y en el manejo de la información, la creación de organizaciones y alianzas. Los seres humanos hemos podido observar nuestro planeta desde el espacio, lo que pone en perspectiva la finitud de nuestra tierra y la responsabilidad conjunta que compartimos todos los habitantes de ella. Este sentido de responsabilidad compartida se ve reflejado en los esfuerzos internacionales para buscar soluciones. En 1972 se celebra en Estocolmo la conferencia de las Naciones Unidas de Ambiente Humano, la cual conduce al establecimiento de agencias de protección al ambiente y del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP) (Blanco, 2004)

En 1992 se realiza en Río de Janeiro la Conferencia de las Naciones Unidas en el Ambiente y el Desarrollo, el cual da como resultado un fortalecimiento del tema ambiental a nivel global. El objetivo fue el de promover un nuevo paradigma de la sostenibilidad ambiental, el cual fue aprobado y suscrito por diversos gobiernos del mundo (Astorga, 2008).

3.2 Desarrollo Sostenible

El concepto de desarrollo sostenible es popularizado con la publicación del reporte *Nuestro Futuro Común* (1987), de la Comisión Mundial en el Medio Ambiente y el Desarrollo. La definición que ofrece es: "*Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones de atender sus propias necesidades*" (Brundtland et al. 1987).

Este desarrollo deberá ofrecer un sistema "ecológicamente sano, económicamente viable y socialmente justo" (Rodríguez y Vega, 1998).

Cuando enfrentamos la crisis ambiental, es fácil caer en la trampa de identificar lo que oponemos y queremos que sea diferente (que otros cambien), sin embargo, es más factible lograr una transición si enfocamos en lo que *queremos y podemos* cambiar. En los 1970s Bill Mollison y David Holmgren de Australia, desarrollan un sistema de **agricultura** sostenible (**permanente**) que reúne las ideas, habilidades y formas de vida que debemos volver a aprender y aplicar para llegar a ser ciudadanos responsables y productivos en vez de consumidores dependientes. La *permacultura* consiste en "paisajes diseñados a conciencia, con observación a la naturaleza, para proveer una abundancia de alimento, fibra y energía para satisfacer las necesidades locales" (Holmgren, 2002).

Esta técnica se aplica en la agricultura, producción animal, edificios e infraestructura (agua, energía, comunicación), y las relaciones entre ellas (ver figura 1).

Las personas, sus hogares, y la manera en que nos organizamos son aspectos claves en el sistema, por lo que el concepto identifica más que agricultura sostenible, una cultura humana sostenible. (Holmgren, 2002).

En toda cultura sostenible, las necesidades energéticas de un sistema son suplidas por el mismo sistema. La agricultura convencional es totalmente dependiente de fuentes externas de energía, y no reconoce ni paga sus costos verdaderos: la tierra es minada de su fertilidad, recursos no renovables son utilizados para lograr cuotas, la tierra es erosionada por el sobrepastoreo y el arado extensivo, la tierra y el agua son contaminadas con químicos. El costo real de nuestra agricultura convencional está matando nuestra tierra. (Mollison y Slay, 1991).

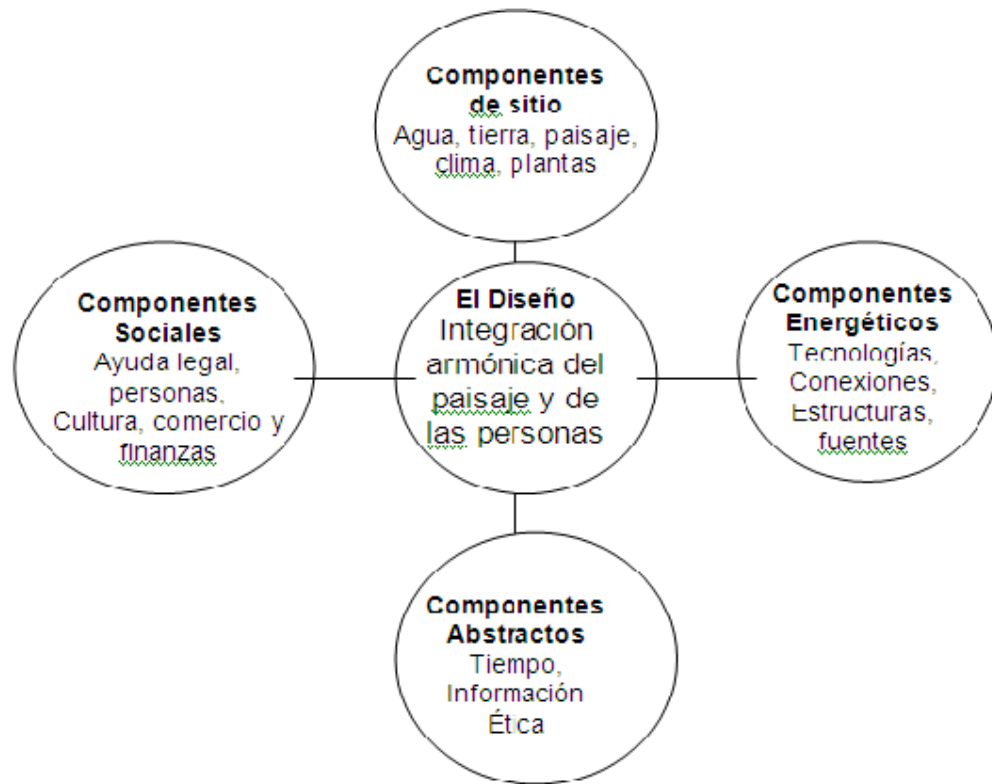


Figura 1. Componentes del sistema de permacultura. Fuente: Mollison y Slay, 1991.

3.3 Gestión Ambiental y certificación

La certificación es una garantía por escrito dada por una agencia certificadora independiente, que asegura que el proceso de producción o el producto cumple con ciertos requisitos establecidos por diferentes organizaciones o países. Esto permite diferenciar el producto de otros productos, lo que podría ser útil a la hora de promocionarlo en distintos mercados. Además, la aplicación de los requisitos puede contribuir a aumentar la protección de los recursos locales, la protección de la salud de los trabajadores y generar otros beneficios para los productores, los consumidores y las comunidades agrícolas. (Andersen, 2003)

La certificación es una herramienta útil para cuando el consumidor no tiene una relación directa con el productor, sin embargo, en un mercado local donde el consumidor puede conversar con el productor y visitar su finca, la certificación ofrece pocas ventajas con respecto a la confianza que el consumidor siente por el producto. (Kingsolver et al., 2007)

A continuación se delinearán algunos programas de certificación relevantes al proyecto:

La Organización Internacional para la Normalización, con su serie ISO 14000, ha creado un sistema internacional que certifica sistemas corporativos de gestión ambiental. La **norma ISO 14001** evalúa las políticas y compromiso de la empresa, así como la planificación, implementación, operación y evaluación del sistema de gestión ambiental. Fomenta la verificación y corrección como parte integral del sistema. (Pindeco, s.f.)

GLOBALGAP es un organismo privado que establece normas voluntarias a través de las cuales se puede certificar productos agrícolas en todas partes del mundo. El objetivo es establecer una norma única de Buenas Prácticas Agrícolas (GAP, por sus siglas en inglés), aplicable a diferentes productos y capaz de abarcar la globalidad de la producción agrícola. GLOBALGAP es una herramienta para la relación entre empresas (business to business), por tanto, puede no ser directamente visible para el consumidor. (www.globalgap.org)

La Red de Agricultura Sostenible (RAS) es una coalición de organizaciones conservacionistas independientes, sin fines de lucro, que fomenta la sostenibilidad social y ambiental de actividades agrícolas mediante el desarrollo de normas y la certificación de fincas que cumplan con dichas normas. Alianza para los Bosques Tropicales (**Rainforest Alliance**) es la secretaría de la Red de Agricultura Sostenible, y administra los sistemas de certificación.

Los diez principios de la agricultura sostenible definidos por RAS son los siguientes: Sistema de gestión social y ambiental; Conservación de ecosistemas; Protección de la vida silvestre; Conservación de recursos hídricos; Trato justo y buenas condiciones para los trabajadores; Salud y seguridad ocupacional; Relaciones con la comunidad; Manejo integrado del cultivo; Manejo y conservación del suelo; Manejo integrado de desechos. (Red de Agricultura Sostenible, 2005).

3.4 La producción para el mercado local

La agricultura es la profesión más antigua que se practica de manera continua hasta el día de hoy. Es a partir de la domesticación de ciertas especies vegetales y animales que nuestros ancestros encontraron la prosperidad necesaria para quedarse en un lugar, formar

grupos sociales complejos, contar nuestros cuentos y construir nuestras ciudades (Kingsolver et al. 2007).

La agricultura tradicionalmente se ha relacionado con la cultura alimenticia de un pueblo. En diferentes continentes se domesticaron el maíz, arroz, trigo, papas, amaranto, cebada, y una enorme diversidad de vegetales con gran diversidad genética. Al seleccionar las plantas más saludables, sabrosas, resistentes a enfermedad y condiciones climáticas, durante varias generaciones, los agricultores obtenían plantas cada vez más adaptadas a las condiciones específicas de su finca y región.

De esta manera la cultura de un pueblo incluye sus tradiciones culinarias, y éstas están basadas en las condiciones específicas de la región en que vive determinado pueblo, y cambian en función de la estación. Esto porque en diferentes épocas se cosechan diferentes productos. Sin embargo, actualmente muchas personas tanto en Costa Rica como en el resto del mundo globalizado comen alimentos que han sido producidos lejos de su propia región. De esta manera, encontramos que en Costa Rica muchos de los alimentos que encontramos en los estantes de nuestros supermercados han sido producidos en otros países, incluyendo productos básicos como el arroz y los frijoles. La sostenibilidad de un sistema está muy ligada a su capacidad de autoabastecerse y crecer, por lo que un sistema de producción sostenible que conlleva a un sistema de distribución no sostenible siempre tendrá ciertos limitantes.

Si el pequeño agricultor cultiva gran variedad de productos agrícolas en un sistema integrado, no está dependiente del precio de un solo producto en el mercado para recuperar su inversión. Si existe un mercado local en el cual vender sus productos agropecuarios, la riqueza intercambiada en la transacción se queda dentro de la comunidad, aumentando su prosperidad. Transportar una caloría de de fruta fresca de California a Nueva York puede costar aproximadamente 87 calorías de combustible. El importar y exportar alimentos no es necesariamente lo mejor para los agricultores, sin embargo, para las compañías petroleras es un buen negocio.

La barrera principal entre nuestra cultura actual y una de comida local no está en el precio, sino en la actitud que tomamos con respecto a nuestra alimentación, nuestro uso de los recursos y nuestras actividades diarias. (Kingsolver et al. 2007)

3.5 La cuenca hidrográfica como unidad de manejo

La cuenca de drenaje de una corriente es el área donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida para cada punto de su recorrido. El parteaguas (*divortium acquarum*) está formado por los puntos de mayor nivel topográfico y cruza las corrientes en los puntos de salida. (Villón, 2004)

En Costa Rica, desde los años 60 se ha considerado a la cuenca como unidad de planificación en algunos programas de instituciones por ejemplo, el ICE, SENARA y AYA realizaron estudios específicos para planificar el uso del recurso hídrico. (Alfaro *et al.*, 2007)

La Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N°7779, se refiere a la cuenca hidrográfica: “(...) Está delimitada por la línea divisoria de aguas y puede constituir una unidad para la planificación integral del desarrollo socioeconómico y la utilización y conservación de los recursos agua, flora y fauna” (IFAM, 1998).

El territorio de una cuenca facilita la relación entre sus habitantes independiente de la ubicación política administrativa de sus comunidades. En la mayoría de los casos éstos dependen de un mismo sistema hídrico, y comparten en común los mismos caminos y vías de acceso, así como los mismos problemas y necesidades.

La elaboración de estrategias de manejo en una cuenca debe ser un proceso guiado por una comprendida planificación del uso de la tierra. Esta planificación debe ser basada en los atributos de la tierra y el agua, así como en los factores socioeconómicos que condicionan el desarrollo humano y las prácticas de uso de la tierra (Oyuela, 1996).

3.6 Manejo integrado del recurso hídrico

Es un proceso que promueve el desarrollo y manejo de recursos agua, suelo y afines, para maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales.

La toma de decisiones en este proceso debe ser guiado por los siguientes principios (Global Water Partnership, 2000):

- *Eficiencia* económica en el uso del agua
- *Equidad*. El acceso al agua en cantidad y calidad suficientes para el bienestar humano es un derecho básico y debe ser reconocido como tal.
- *Sostenibilidad* ambiental, ecológica y económica.

En la actualidad, gran parte de la población mundial participa en modelos no sostenibles de obtención y uso de agua. Este problema es de mayor urgencia en climas áridos, sin embargo, un estudio reciente del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara) nos advierte que existe un déficit entre el consumo de agua y la capacidad de recarga de los mantos acuíferos de Barva y Colima, que abastecen a alrededor de un millón de personas en el valle Central de Costa Rica. (Fonseca, 2008).

Un modelo de gestión del recurso hídrico debe de abastecer la demanda local, además de reducir la vulnerabilidad del área ante eventos hidrometeorológicos extremos. Los valores asociados a un modelo de gestión sostenible se fundamentan en el aprecio al agua como la base de nuestro sistema biológico viviente. El agua pluvial es la fundación del ciclo hidrológico, si la sabemos aprovechar o “cosechar”, proveemos el agua necesaria para consumo local, además de reducir y controlar la escorrentía superficial. Las obras de conservación de suelos, el uso estratégico de reservorios superficiales y la planificación fundamentada son herramientas para avanzar hacia este modelo. (Lancaster, 2006).

Antes de nuestra civilización moderna, el agua de lluvia era “cosechada” mediante prácticas diversas, alrededor del mundo. Estas prácticas siguen vivas en algunas culturas, y actualmente existe un movimiento creciente para rescatar y mejorarlas. Prácticas conservacionistas son implementadas muchas veces a nivel de finca o lote, sobre una “cuenca de influencia”. Para un individuo, es más factible considerar como su subcuenca, el territorio sobre el que tiene control de toma de decisiones.

Algunos principios básicos para utilizar el agua de lluvia de una mejor forma son los siguientes (Lancaster, 2006):

- Comience con observación prolongada, consideración y diseño.
 - Empiece en los puntos más altos de su cuenca. Esto reduce el volumen de escorrentía y el tamaño de las estructuras de retención de aguas. También nos permite hacer uso de la gravedad en el transporte del agua cosechada hacia áreas claves dentro de la cuenca.
 - Comience con obras simples y pequeñas. Una escala reducida es menos costoso, más fácil y más efectivo que comenzar a realizar obras grandes. También implica poca mano de obra para el mantenimiento.
 - Extienda e infiltre el flujo del agua. Obras de conservación vegetativas y estructuras de tierra fomentan la infiltración del agua a los mantos acuíferos, además de mantener velocidades de escorrentía no erosivas.
 - Siempre considere la ruta para el exceso de agua. Donde es posible, gestione este excedente como un recurso.
 - Maximice la cobertura del suelo, con plantas vivas y materia orgánica.
 - Maximice relaciones benéficas y eficiencia mediante la multiplicidad de funciones.
- Cada estrategia debe aportar varios beneficios.
- Someta el sistema a asesoramiento y mejoramiento continuo.

3.7 Uso, manejo y conservación de suelos

En el prólogo a la “Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica” (Decreto No.23214) oficiales del gobierno reconocen que “los recursos naturales de Costa Rica han sido explotados de forma irracional en las últimas décadas”. Además, afirman que esto “ha provocado serios problemas de erosión de suelos, inundaciones, sequías, colmatación de embalses para electricidad, deterioro de recursos costeros y en general, degradación de la calidad ambiental.

(...) De continuar con este ritmo de degradación de los recursos naturales, en el mediano y largo plazo, el país habrá agotado de modo irreversible su capacidad para producir los alimentos y materias primas agroindustriales y forestales que la población demanda, con

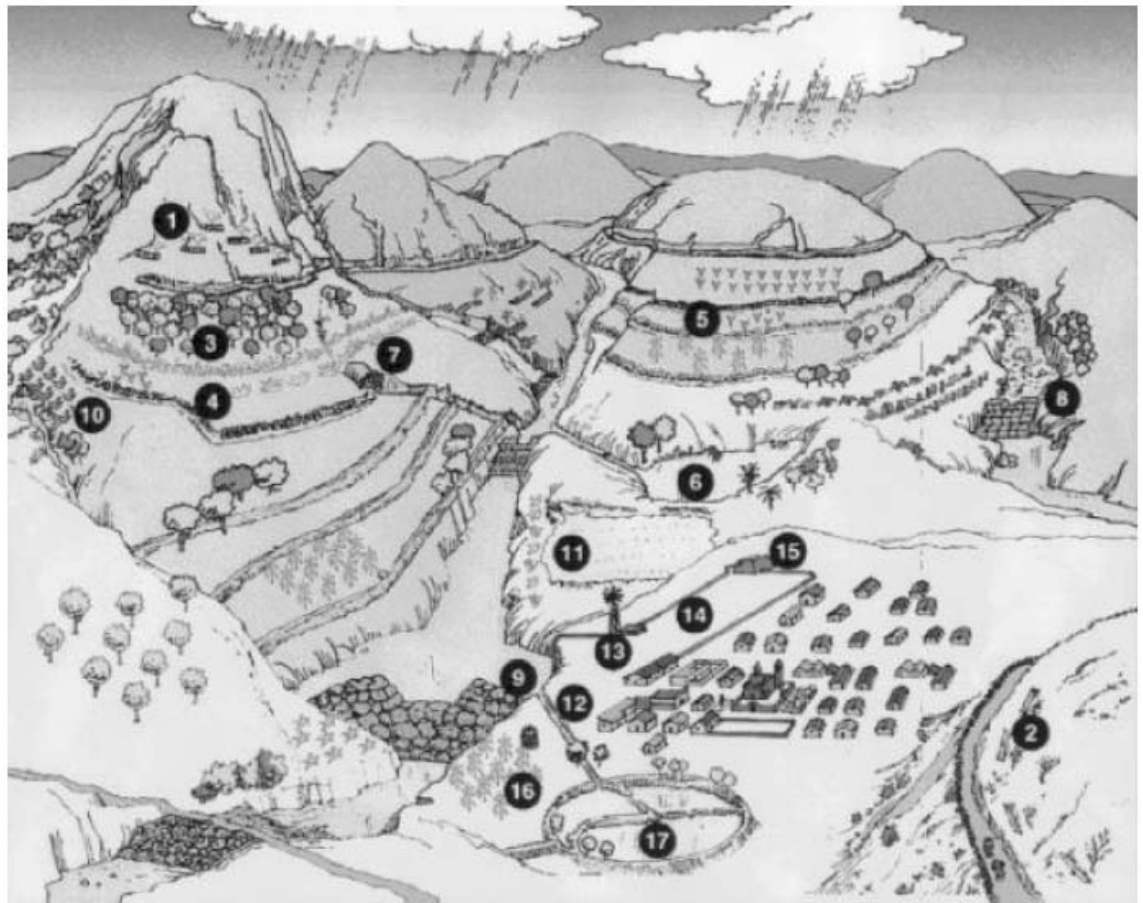
las graves consecuencias sociales y económicas que derivarán de esa situación” (MAG – MIRENEM, 1994).

Establecer la verdadera capacidad de uso de la tierra es de vital importancia, pues ello hace posible la planificación del desarrollo sostenible de las diferentes actividades productivas. El sistema de clasificación que se utiliza en Costa Rica es basado en limitantes del suelo que afectan su uso. Con base en este criterio, hay ocho clases definidas que se indican con números romanos, en las cuales se presenta un aumento progresivo de limitaciones para el desarrollo de las actividades agrícolas, pecuarias forestales (Núñez, 2000).

De esta manera, se tiene que las clases I, II, III permiten el desarrollo de cualquier actividad incluyendo la producción de cultivos anuales, mientras que la clase VIII está compuesta de terrenos que no permiten ninguna actividad productiva agrícola, pecuaria o forestal, siendo por tanto, adecuada únicamente para la protección de recursos. En el sistema se reconocen como factores para definir subclases, limitaciones debidas a *erosión, suelo, drenaje y clima* (ver anexo 1).

3.8 Regeneración de cuencas

El ciclo de regeneración es exactamente opuesto al proceso de deforestación. La propuesta de regeneración pretende resolver el problema en el lugar mismo en donde se origina, corrigiendo sus causas reales y no solamente atendiendo a los efectos visibles. En lugar de iniciar con la construcción de una gran presa para embalsar el agua al final de la barranca, se abordan primero los lugares más elevados en los cerros y colinas, en donde el agua de lluvia se empieza a juntar para producir una pequeña corriente. (Hernández y Herrerías, 2007)



(89) Regeneración de cuencas.

- | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1 Zanja trinchera | 7 Presa de piedra acomodada | 13 Rehilete |
| 2 Anillos de captación | 8 Presa de gaviones | 14 Tubería |
| 3 Reforestación | 9 Presa derivadora | 15 Tanque |
| 4 Curvas de nivel con vegetación | 10 Manantial | 16 Pozo somero |
| 5 Terrazas | 11 Irrigación | 17 Jagthey |
| 6 Aguajes | 12 Canal de tierra | |

Figura 2. Regeneración de cuencas. Fuente: Programa Agua para Siempre, 2007

3.8.1 Regeneración en cerros

Los objetivos de los trabajos en los cerros son: favorecer la formación de suelos mediante la reforestación, reducir la velocidad de escurrimiento del agua de lluvia, disminuir la erosión, propiciar la infiltración hacia el subsuelo y conducir el agua retenida al lugar deseado dentro de la cuenca. Para lograr estos objetivos se pueden utilizar zanjas trinchera (cepas alineadas con la curva de nivel para plantación de árboles o arbustos), anillos de captación (zanjas horizontales con una ligera pendiente bajo la curva de nivel para llevar el agua de lluvia obtenida hacia un lugar determinado) y reforestación con especies adecuadas. Estas plantas ayudarán en la labor de retención de agua y de infiltración al subsuelo por las

fracturas que abren sus raíces, contribuyendo además a la formación y retención de suelos con la materia orgánica de sus hojas. Una vez establecidas, proporcionarán a la población leña, frutos, forraje o madera, según las especies que se elijan. En zonas críticas se hace necesario cercar un área en proceso de reforestación para restringir temporalmente la entrada de animales, y proteger de este modo a la vegetación en su fase de crecimiento inicial.

3.8.2 Regeneración en lomas

En lomas donde la pendiente es menor a la que se da en los cerros, es posible continuar la reforestación y realizar obras de captación del agua de lluvia a través de bordos y terrazas a nivel, así como de aguajes o jagüeyes (bordos de tierra compactada, generalmente semicirculares, que se forman excavando en el centro para aumentar la capacidad de almacenamiento de agua, y depositando la tierra escarbada sobre el bordo, suele tener a la entrada una trampa de sedimentos para facilitar su mantenimiento). Todas estas obras tienen incorporados vertedores de demasías para evitar desbordamientos y rupturas en caso de exceso de escurrimiento.

3.8.3 Regeneración en Barrancas

Las barrancas se formaron donde el agua encontró suelo más débil, al que pudo erosionar con mayor facilidad. La regeneración se hace restaurando el suelo en estos puntos donde el agua ha excavado, construyendo terrazas mediante represas filtrantes y levantando bordos de tierra, siguiendo las curvas de nivel en los terrenos adyacentes. Al disminuir la velocidad y fuerza del torrente inicial a través del estancamiento provisional del agua en diversos puntos, se logra el control de los dos recursos naturales involucrados: el suelo y el agua. Dos fenómenos producto de este proceso son los siguientes:

- La tierra acarreada por la corriente se asienta en el lecho de las terrazas montaña arriba, en donde debe estar, formando excelentes terrenos para cultivo en lugar de ser arrastrada corriente abajo.

- Se obtiene un espejo de agua temporal que puede servir para abrevar ganado, mientras que una parte se filtra lentamente a través de las oquedades de la represa hacia las

partes más bajas de la barranca, y otra porción se infiltra en el suelo, recargando los mantos freáticos.

Por supuesto, se recomienda sembrar árboles frutales y plantas perennes diversas que, además de producir frutos para la población, auxiliarán a las represas en la labor de retener la tierra asentada, y con su sombra estarán reduciendo la evaporación del valioso líquido (Hernández y Herrerías, 2007).

3.9 El caudal ambiental

“Los caudales ambientales incluyen la cantidad, periodicidad y calidad del agua que se requiere para sostener los ecosistemas dulceacuícolas y estuarios y el bienestar humano que depende de éstos ecosistemas.”

Esta definición es la postulada en la Declaración de Brisbane, documento emitido por el 10º Simposio Internacional de Ríos y Conferencia Internacional de Caudales Ambientales que tuvo lugar en setiembre de 2007. La Conferencia reunió a más de 750 científicos, economistas, ingenieros, representantes y políticos de más de 50 países. Sus delegados hacen un llamado a la comunidad internacional a comprometerse en acciones para la restauración y mantenimiento de los caudales ambientales (http://www.nature.org/initiatives/freshwater/files/brisbane_declaration_with_organizations_final.pdf).

En el documento, se afirma que los ecosistemas dulceacuícolas son la base de nuestro bienestar social, cultural y económico, y que éstos están seriamente dañados y continúan degradándose a tasas alarmantes. El cambio climático es un factor que contribuye a la urgencia de este tema.

El objetivo del manejo de los caudales ambientales es restaurar y mantener los beneficios socialmente valiosos de ecosistemas saludables y resilientes, a través de decisiones participativas e informadas con base científica. Varios gobiernos han instituido innovadoras políticas que reconocen explícitamente la necesidad de los caudales ambientales, sin embargo, se requiere de mayor atención y acción a nivel global.

Por eso se les llama a los gobiernos, bancos de desarrollo, donadores, organizaciones de cuenca, asociaciones de agua y energía, instituciones multi y bilaterales, organizaciones de

las comunidades locales, instituciones de investigación y el sector privado, comprometerse a las siguientes acciones:

- Estimar los caudales ambientales que se requieren en los cuerpos de agua de forma inmediata.
- Integrar la asignación de caudales ambientales en cada aspecto del manejo del agua y suelo.
- Establecer estructuras institucionales.
- Integrar la calidad del agua.
- Involucrar a todos los actores activamente.
- Implementar y reforzar estándares de caudales ambientales.
- Identificar y conservar una red global de ríos que fluyan libremente.

Se deben de entrenar expertos para evaluar científicamente las necesidades de caudales ambientales, empoderar a las comunidades locales a participar efectivamente en el manejo del agua y en el diseño de políticas, así como mejorar la experiencia en ingeniería para incorporar el manejo de caudales ambientales en el abastecimiento de agua potable, control de inundaciones, irrigación y generación de energía hidroeléctrica.

Se pide además, dar seguimiento sistemático a las relaciones entre la alteración del flujo y la respuesta ecológica antes y durante el manejo de los caudales ambientales y refinar las asignaciones de flujo concordantemente. Presentar los resultados a todos los actores y a la comunidad global de caudales ambientales. (Ver Anexo 2)

3.10 La presa hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica ha sido promocionada como una de las fuentes más “limpias” de energía, y en Costa Rica es nuestra mayor fuente de energía eléctrica. Sin embargo, debemos considerar además, que las presas y tramos secos de los ríos impiden la migración de peces y el transporte de sedimentos, físicamente limitan los beneficios de los caudales ambientales. La protección de sistemas de ríos de alto valor del desarrollo de nuevos proyectos asegura que los caudales ambientales y la conectividad hidrológica se mantengan desde las partes altas de las cuencas hasta sus desembocaduras. Resulta mucho menos costoso y más efectivo proteger los ecosistemas de la degradación que restaurarlos. (Declaración de Brisbane, 2007)

En nuestro país, el Instituto Costarricense de Electricidad ha desarrollado el extraordinario potencial hidroeléctrico de nuestro territorio a través de numerosos proyectos. Desde los años sesenta, se identifica el potencial de la cuenca del río Grande de Térraba, y comienza a realizar los estudios del caso. De esta manera, en los años setenta se realizaron los primeros estudios y propuestas para construir la planta hidroeléctrica Boruca, asociada a los requerimientos energéticos de la transnacional ALCOA. La oposición popular a la explotación de bauxita en el Valle de El General fue suficiente para impedir la instalación de la transnacional. Durante las décadas de los ochentas y noventas el proyecto hidroeléctrico es analizado varias veces por empresas extranjeras, pero no se ha llevado a cabo. En el 2001, el ICE realizó un nuevo estudio del potencial hidroeléctrico de la cuenca, determinando los parámetros del Proyecto Hidroeléctrico Boruca, el cual generaría impactos considerables en la zona y su población. En el 2004, ante las inquietudes expresadas por diversas comunidades, el ICE contrata a una empresa consultora para completar el Estudio de Factibilidad del PH Boruca, además de estudiar otras alternativas. Estos estudios identifican una opción que reduce el impacto a la naturaleza, la infraestructura y la población, al compararse con el PH Boruca (Ver cuadro 1). El Proyecto Hidroeléctrico el Dikes (PHED) actualmente se encuentra en estudios de factibilidad. (ICE 2007)

Cuadro 1. Comparación PH Boruca y Dikes. Fuente: ICE, 2007.

	PH Boruca	PHED
Potencia	709 MW	631 MW
Generación media	3,240 GWh/año	3,050 GWh/año
Area total del embalse	10,700 hectárea	6,002 hectáreas
Altura de presa	202 metros	179 metros
Costo aproximado	\$1,425 millones	\$979 millones
Afectación de Carretera Interamericana	36.2 kilómetros	3.6 kilómetros
Inundación de territorio no indígena	7,141 hectáreas	5,866 hectáreas
Inundación de territorio indígena	3,559 hectáreas	657 hectáreas
Reubicación de población total	1,943 people	1,068 people
Reubicación de población no indígena	1,104 people	1,068 people
Reubicación de población indígena	839 people	0 people
Reducción de área del manglar Térraba- Sierpe	3% (630 hectáreas)	1.5% (315 hectáreas)
Nº de sitios arqueológicos afectados	146	108
Área de bosque inundado	2500 hectáreas	600 hectáreas

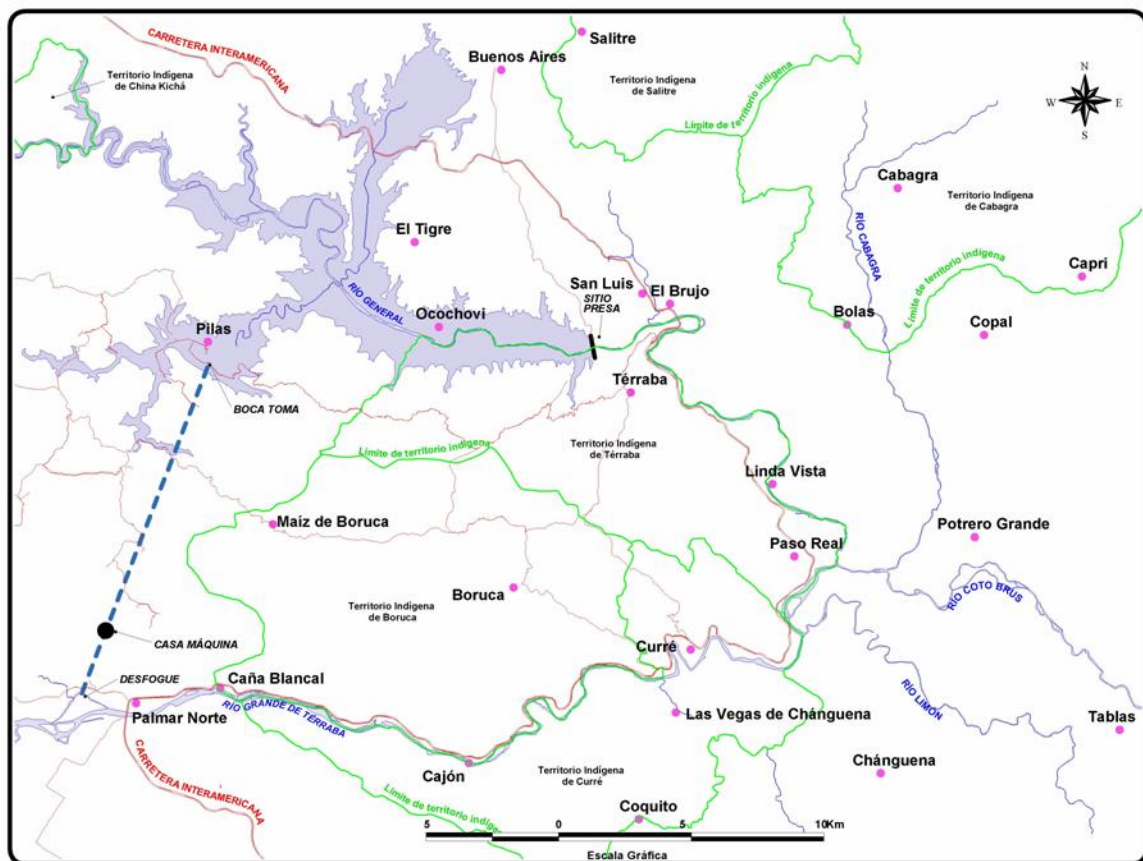


Figura 3. Ubicación del PHED. Fuente: ICE 2007

Aunque este PH ha sido promocionado como una fuente de desarrollo por varios funcionarios públicos, y existe gran desconocimiento entre sectores de la población acerca de los impactos que se podrían generar, también existe un significativo esfuerzo de oposición a este PH.

El pasado viernes 25 de abril, se celebró un foro regional en Buenos Aires con 62 indígenas representantes de organizaciones locales, funcionarios (as) públicos de la zona, etc. Esto dentro del marco del proyecto denominado “Vulnerabilidad de los Ecosistemas y su Entorno Cultural en el Área de Influencia de Construcción del PHED”, apoyado por Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), administrado y ejecutado por la Asociación Regional Indígena del Dikes (ARADIKES). De esta manera, ARADIKES facilita un proceso amplio y participativo, donde las comunidades indígenas tengan sobre la mesa las más elementales herramientas, que les permita la toma de decisiones más acertada para los intereses comunales.

En el foro, el señor Donald Rojas, indígena Brunca, mencionó que la tierra y los territorios son el núcleo de los reclamos de los derechos indígenas, porque son los espacios en el que se conjugan una serie de principios y valores que dan forma a la identidad indígena. Al abordar el tema de derecho a las tierras, el señor Rojas mencionó que si bien se ha reconocido la territorialidad en la legislación nacional costarricense, no se ha cumplido en la práctica, por lo que continúan las violaciones a los derechos de estos pueblos. Hizo énfasis en que existen tratados, convenios y jurisprudencia que respaldan los reclamos de los pueblos indígenas sobre sus tierras, territorios y recursos, desnudando así la resistencia del Estado a respetar normas jurídicas, que reconocen precisamente estos derechos. Reconoció que hay un “fortalecimiento del Movimiento Indígena a través de diferentes redes y por regiones, dado que hay mayor incidencia en foros internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), Organización de Estados Americanos (OEA), así como a los mismos Gobiernos”. Esto hace presagiar una potencial lucha frontal entre los indígenas, y quienes promueven la construcción del Proyecto Hidroeléctrico El Dikes, en caso que estos últimos violenten sistemáticamente los derechos nacionales e internacionales que nos asisten. (CEDIN, 2008)

Metodología

- Se obtuvo información base acerca de la subcuenca, sus habitantes y el modelo productivo predominante a través de visitas a campo, entrevistas y revisión bibliográfica.

- Se realizó un taller (24 de enero, 2008) para identificar de manera puntual los problemas y los puntos positivos existentes dentro de la subcuenca, además de discutir acerca de propuestas de solución.

- Se realizó un proceso de análisis de estos problemas, identificando su alcance y dimensión. Esto permitió incorporarlos a una visión integral de la situación.

- Se identificaron posibles soluciones para los problemas. Estas son acciones concisas y factibles que buscan cambiar el fenómeno que da origen al problema (cambiar el problema de raíz). Estas soluciones son propuestas considerando el marco contextual de la subcuenca y la valorización de los habitantes.

- Se integraron estas soluciones en un “plan de desarrollo estratégico”, cuya estructura es formada a partir de ejes temáticos. Este plan nos permite elaborar un plan de acción para el corto, mediano y largo plazo, basado en las necesidades reales de la zona y con la participación de todos los actores involucrados.

- Paralelamente a las acciones anteriores, se extendió y fortaleció una red de “aliados” del proyecto, quienes pueden aportar apoyo técnico, financiero, científico, etc.

- Se discutió la implementación del plan de desarrollo estratégico con los aliados, mediante talleres y reuniones (ver anexo 3).



Figura 4. Metodología del proyecto. Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia, 2007.

Resultados y Análisis de Resultados

5.1 Caracterización biofísica de la subcuenca

La cuenca del Río Grande de Térraba está subdividida en dos grandes subsistemas tributarios: el del río General y el río Coto Brus. El Río Grande de Térraba drena un área de aproximadamente 5 100 km² en la región Brunka. Además, alimenta al sistema de humedales más extenso del país.

La subcuenca del río Volcán drena un área de aproximadamente 230 km² en la cuenca media del Río Grande de Térraba. La figura 5 muestra la ubicación de la cuenca del Río Grande de Térraba y la subcuenca del Río Volcán, en relación con el resto del país.

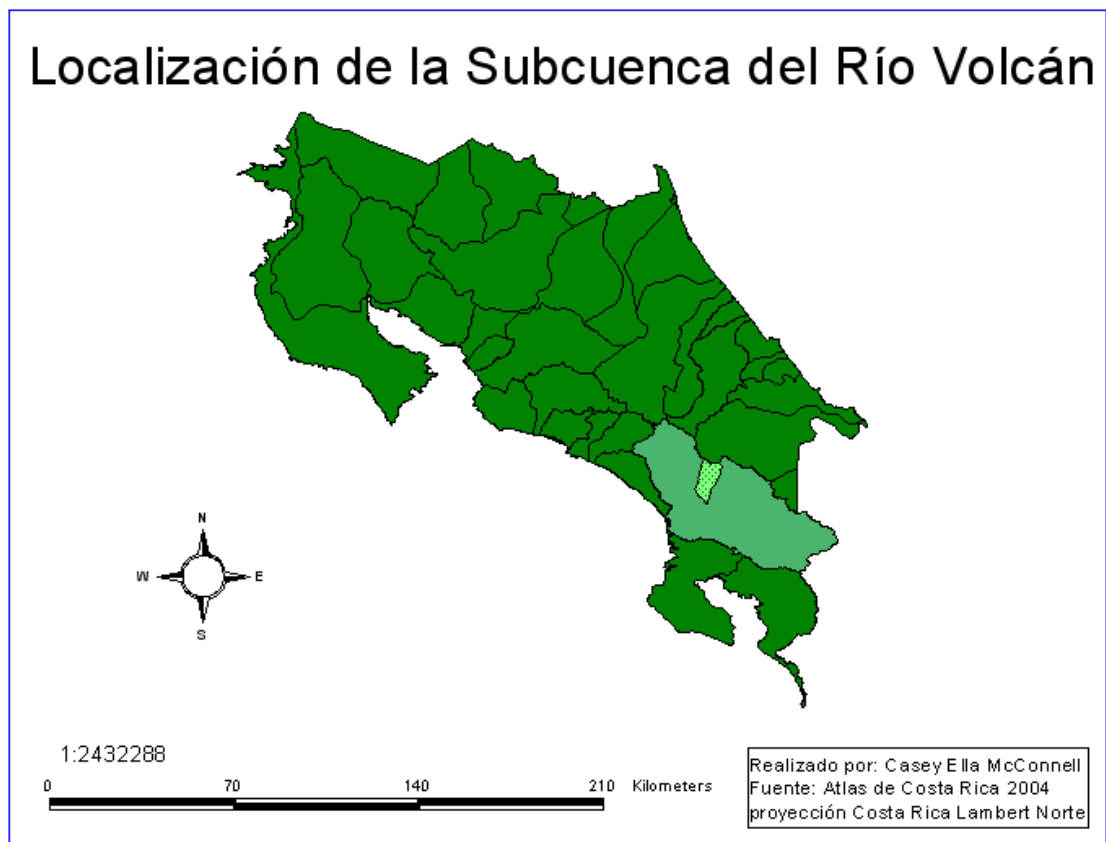


Figura 5. Ubicación de la subcuenca del Río Volcán, cuenca del Río Grande de Térraba

5.1.1 Ubicación Geográfica

El Río Volcán nace dentro del Área de Conservación La Amistad – Pacífico (ACLA-P) y recorre 30 km hasta desembocar en el Río General. Su cuenca se ubica entre las coordenadas de latitud 9°07' y 9°22' Norte y de longitud 83°20' y 83°29', las hojas cartográficas Durika, Buenos Aires y El General (ING, escala 1:200 000).

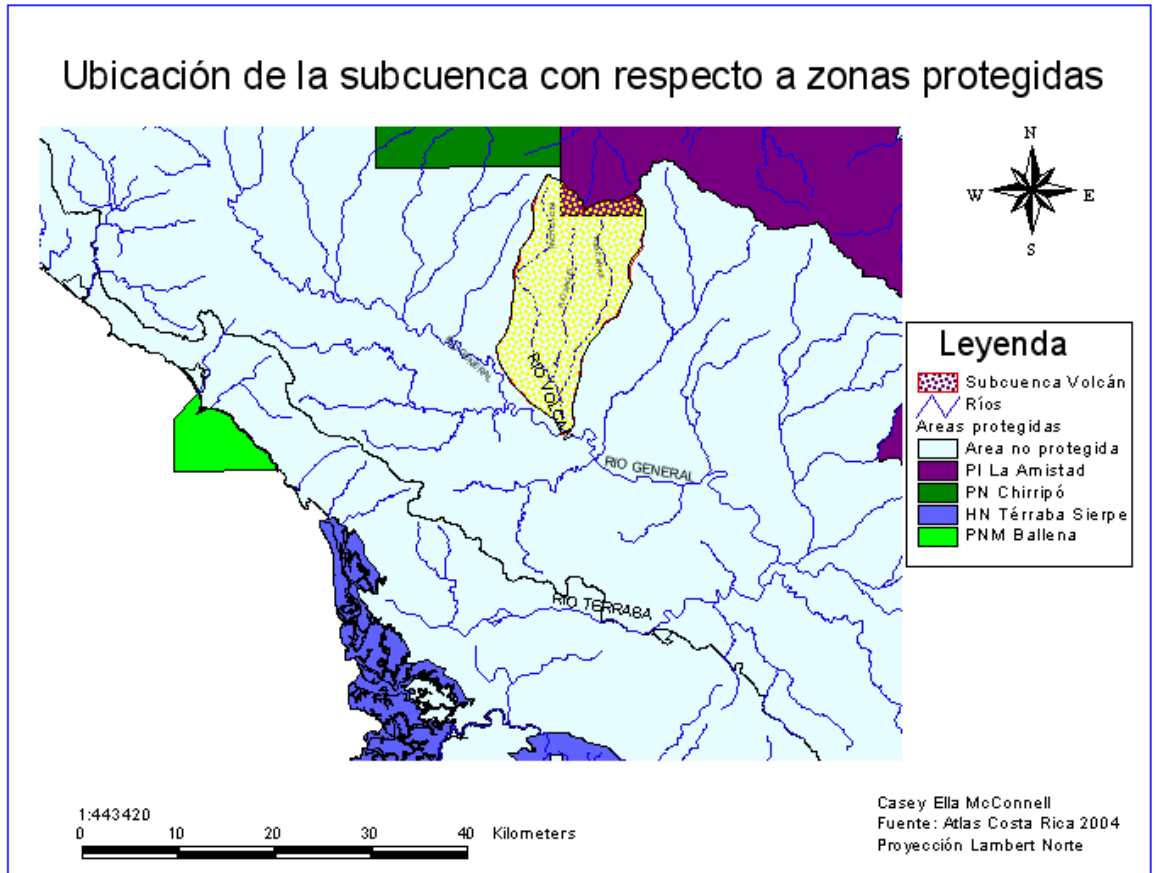


Figura 6. Ubicación de la subcuenca Volcán con respecto a zonas protegidas.

La reserva de la Montaña del Tigre, de la compañía PINDECO (Del Monte), es otra zona protegida que no está representada en el mapa, al igual que los territorios indígenas.

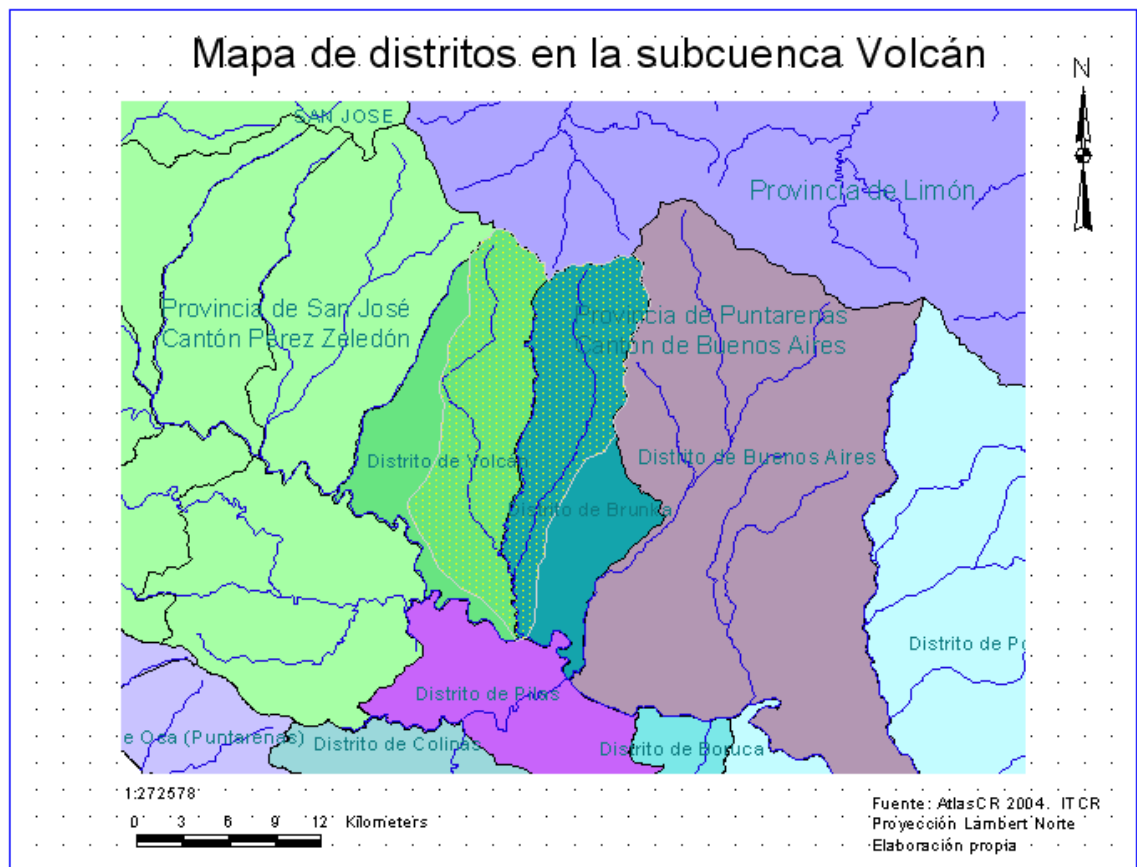


Figura 7. Ubicación de la subcuenca en el sistema político-administrativo

A nivel político-administrativo, la subcuenca se ubica en su totalidad dentro del cantón de Buenos Aires de Osa (Puntarenas), en los distritos de Volcán y Brunka. Al norte delimita con la provincia de Limón, (distrito de Telire) y al oeste con la provincia de San José (distritos San Pedro y Pejibaye, cantón de Pérez Zeledón).

Topográficamente, al norte la cuenca es delimitada por los picos del Cerro Ena (3126 msnm), el Cerro Deri, Cerro Cabécar y Cerro Brunka. La división de aguas entre las cuencas del Río Telire (Vertiente al Atlántico) y del Río Térraba constituye además, la división entre la vertiente al Caribe o al Pacífico. Al este, la fila Santa María constituye la división con respecto al Río Ceibo, que drena el área donde se ubica la cabecera de cantón de Buenos Aires. Al oeste la Fila Toril divide el área de drenaje hacia el río Volcán con respecto al río Sonador.

5.1.2 Geología

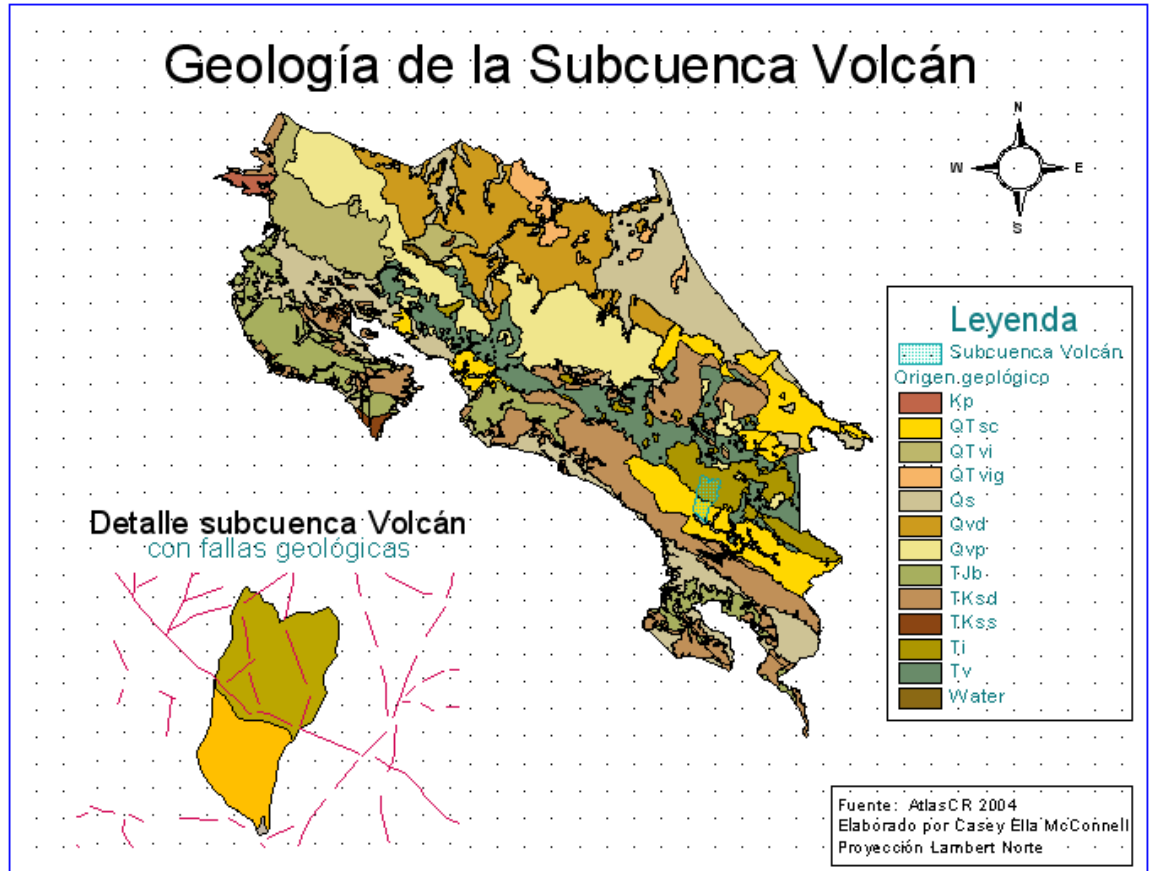


Figura 8. Representación de las épocas geológicas de Costa Rica

La cordillera de Talamanca es un macizo volcánico-intrusivo constituido por rocas sedimentarias marinas, volcánicas y plutónicas, que datan de la era terciaria en sus orígenes. Los procesos tectónicos y volcánicos que dan origen a la primitiva cordillera de Talamanca comienzan en el Oligoceno medio, hace aproximadamente 26 millones de años. Tiene orientación noroeste-sureste, y constituye la cordillera de mayor altitud en nuestro territorio.

5.1.3 Suelos

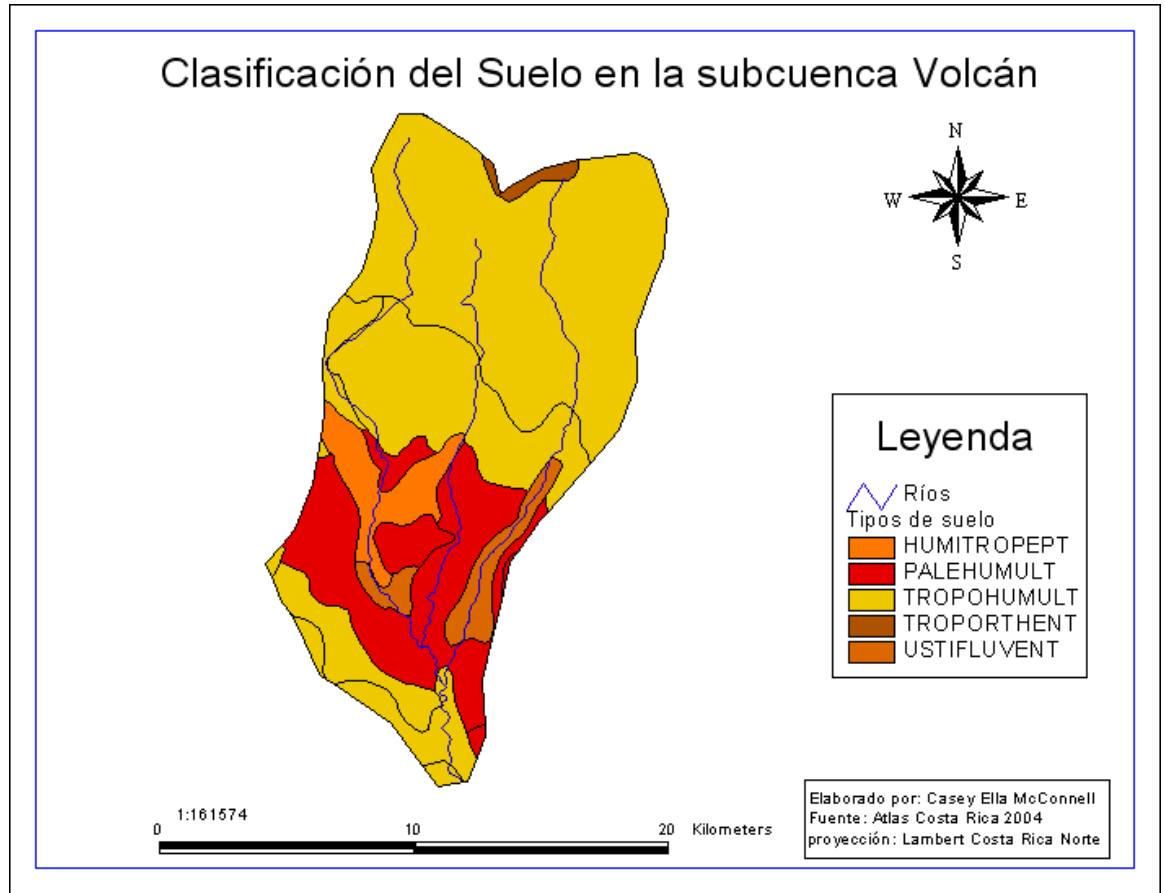


Figura 9. Mapa de suelos en la subcuenca del Río Volcán

Como se puede observar en la figura, en la subcuenca predominan los ultisoles, suelo meteorizado que se caracteriza por la presencia de un horizonte argílico (horizonte iluvial de arcilla translocada). Los suelos de esta orden presentan menos de 35% de saturación de bases en su perfil, son de relativa baja fertilidad y se les conoce como suelos ácidos. (Núñez, 2000) La gran cantidad de humus que los designa en la suborden humult, posiblemente sea debido al bosque tropical que antes poblaba el área. Como se puede observar, en la zona media de la cuenca predomina el palehumult, de desarrollo antiguo y muy meteorizado, mientras que en las zonas alta y baja se encuentra el tropohumult, caracterizado por ser continuamente caliente y húmedo.

También hay presencia de suelos jóvenes formados sobre llanuras de inundación (ustifluent) y en las montañas (troporthent). Los entisoles de las llanuras aluviales de

inundación de la parte media de la cuenca son ústicos, caliente y seco. En otras partes de esta zona relativamente llana hay presencia de un humitropept, suelo joven pero un poco más desarrollado, con un horizonte cámbico (Un horizonte B formado por alteración *in situ*), con una abundancia de humus, y sujeto a calor y humedad.

5.1.4 Pendientes

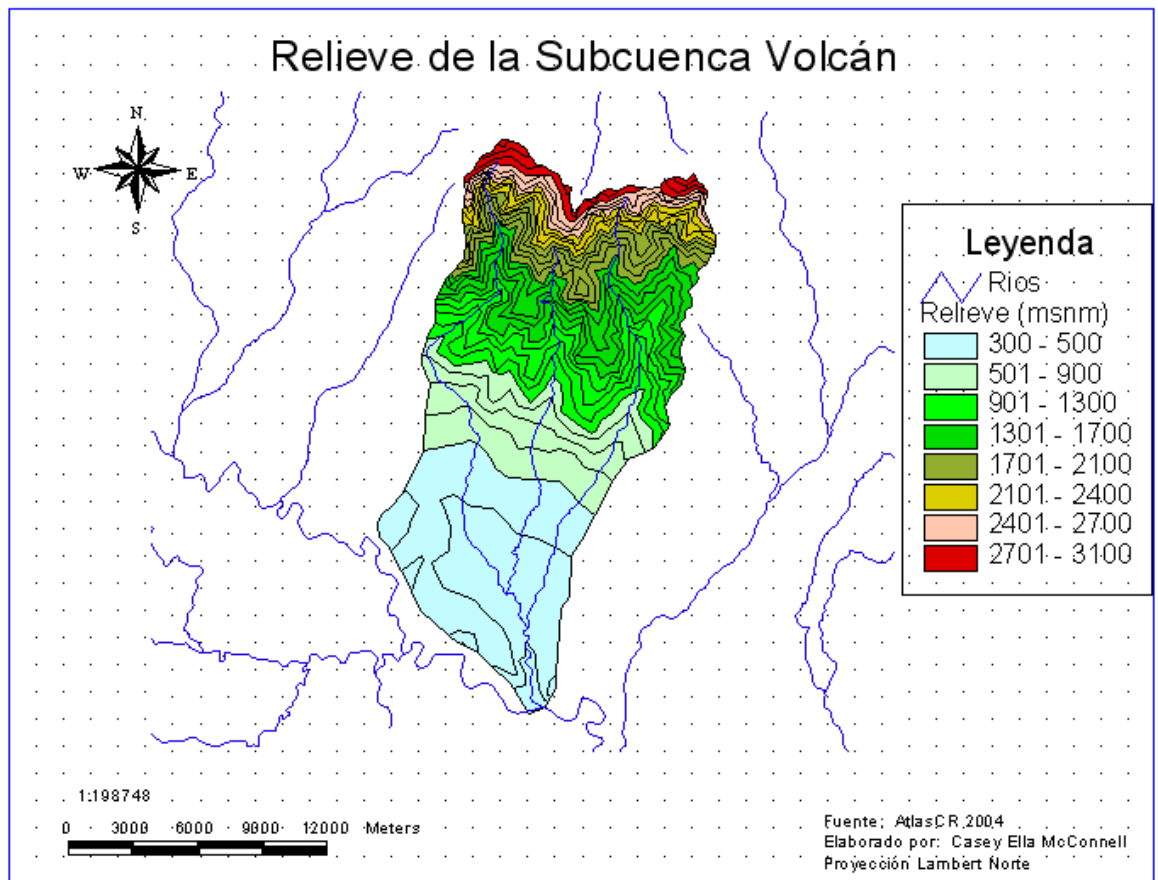


Figura 10. Relieve de la subcuenca del Río Volcán

Cómo se puede observar, en la parte superior de la subcuenca predominan pendientes muy fuertes, lo cual limita el uso del suelo a bosque y protección. Las zonas más bajas, donde se ubica gran parte de la población, presentan pendientes menores.

5.1.5 Clima

En esta zona, el clima se ha visto afectado por las acciones del hombre, principalmente por el cambio de uso que se le ha dado al suelo (de bosque a potrero y cultivos).

Temperatura

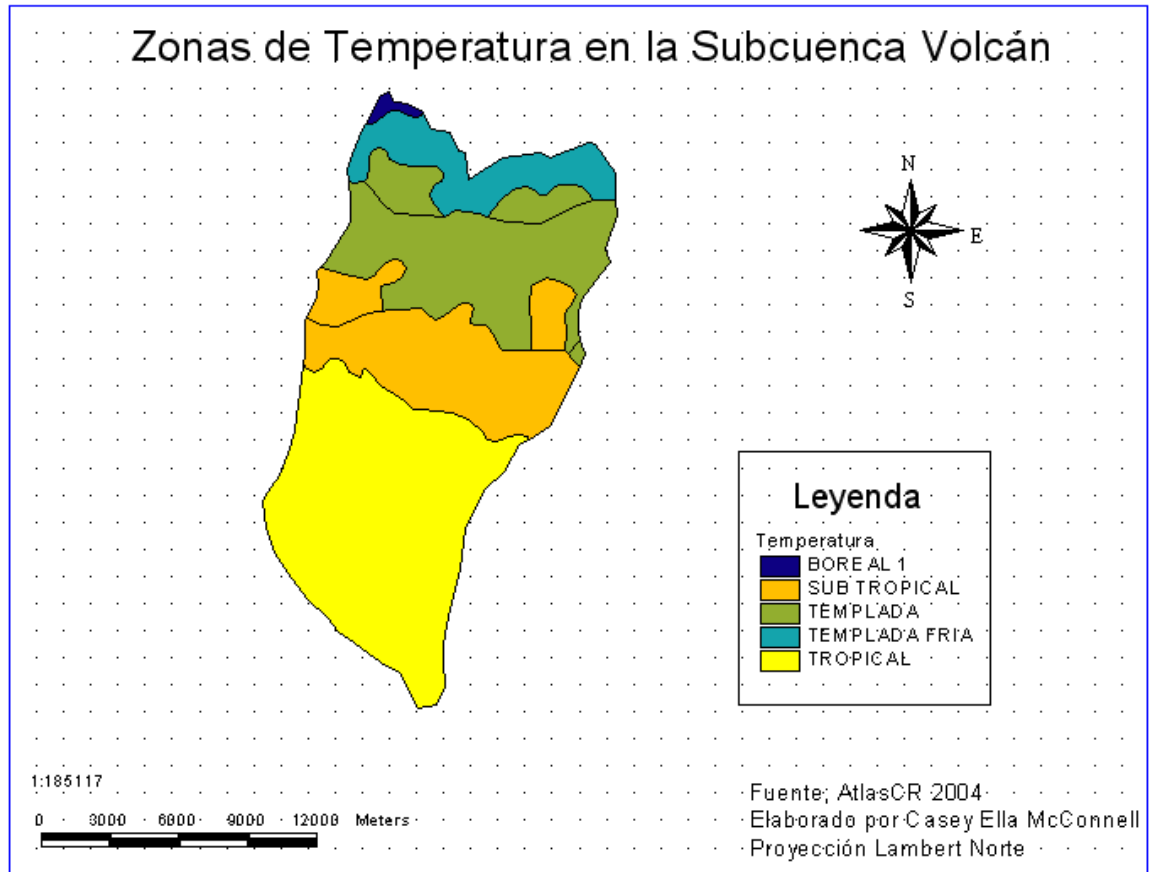


Figura 11. Representación de las zonas de temperatura en la subcuenca.

La correspondencia entre altitud y temperatura resulta obvia en la subcuenca, donde se cuenta con zonas de temperatura muy fría en las alturas de la cordillera de Talamanca, y zonas calientes a menor elevación. La figura 5 nos muestra valores de temperatura y precipitación de la zona. Como se puede observar, la temperatura media de la estación Volcán oscila entre los 24° y 26° C.

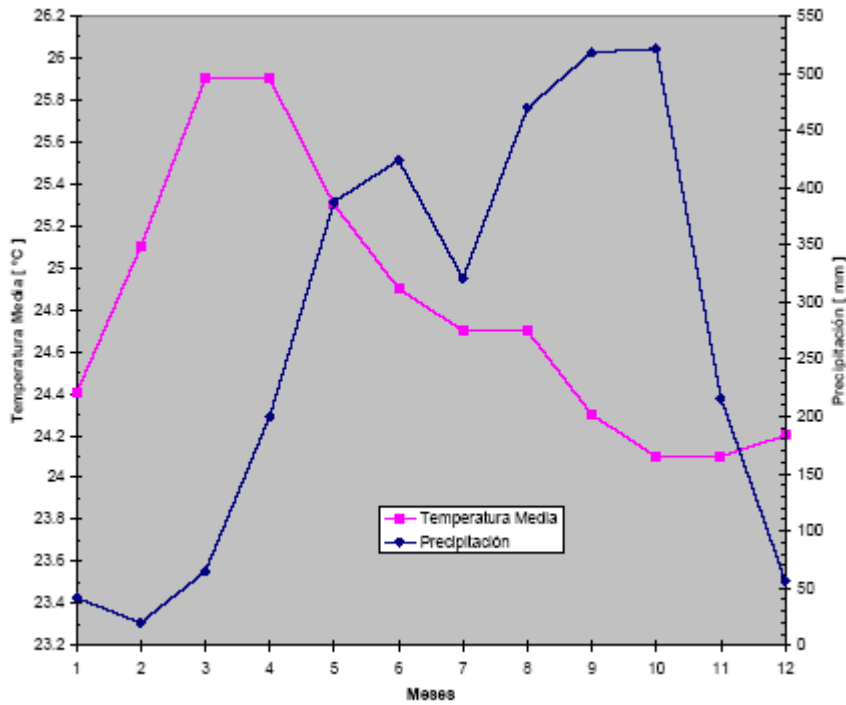


Figura 12. Temperatura media mensual (estación Volcán) y distribución de la precipitación (Estación PINDECO 98027. Instituto Meteorológico Nacional 1984-2005)
Fuente: SEDER-TNC.

Precipitación

Costa Rica es un país tropical que recibe gran cantidad de agua en forma de precipitación. La cordillera de Talamanca recibe gran parte de esta precipitación. La precipitación media de Volcán está en el orden de los 3000 mm anuales, siendo estos distribuidos principalmente durante los meses de marzo a noviembre. Como se puede observar en la figura 12, setiembre y octubre son los meses con mayor precipitación, superando los 500 mm en un mes.

Zonas de vida

La clasificación de zonas de vida de Holdridge toma en cuenta las variaciones en la temperatura y humedad causadas por la latitud y la altitud. Estas variables son claves en la determinación de una unidad bioclimática. De esta manera, se tienen 12 zonas de vida en Costa Rica, de los cuales cinco son representados en la subcuenca Volcán.

- *Bosque húmedo tropical (bh-T)*. Los bosques tropicales húmedos en el flanco pacífico de las cordilleras son, en su mayoría, asociaciones atmosféricas debidas a una estación seca más larga que la típica. En la subcuenca Volcán, su presencia es poca, en las partes más bajas de la cuenca.

- *Bosque tropical muy húmedo (bmh-T)*. Esta zona de vida está presente en la cuenca media del Río Volcán, dentro de las zonas de transición fría. La mayor parte de esta zona de vida en Costa Rica está cercana a la asociación climática de una breve época seca.

- *El bosque muy húmedo premontano (bmh-P)*. Esta zona de vida es dominante en la subcuenca, dividida en tres subzonas con base en la precipitación. De esta manera el rango de precipitación de esta zona de vida se ubica entre los 2000 a 4500 mm anuales.

- *El bosque pluvial montano bajo (bp-MB)*. Gran parte de la zona de amortiguamiento del PILA se encuentra dentro de esta zona de vida, la cual se caracteriza por una gran cantidad de precipitación, así como rangos de temperatura más bajas.

- *El bosque pluvial montano (bp-M)*. Se encuentra en las alturas de la cordillera de Talamanca, casi todo el bosque pluvial montano de la subcuenca se encuentra bajo protección en el Parque Internacional La Amistad.

Cuadro 2. Características de las zonas de vida de Holdridge. Fuente: Atlas CR, 2004.

Zona	Piso altitudinal	Asociación	Biotemperatura	Precipitación	meses secos
bh-T	Basal	Bosque húmedo	24° a 25° C	1950-3000 mm	0 a 5
bmh-T >	Basal	Bosque muy húmedo	21.5° a 24° C	4000-5500 mm	0 a 3.5
bmh-P	Premontano	Bosque muy húmedo	17° a 24° C	2000-4000 mm	0 a 5
bmh-P <>	Premontano	Bosque muy húmedo	24° a 25° C	3000-4000 mm	0 a 5
bmh-P >=	Premontano	Bosque muy húmedo	17° a 24° C	4000-4500 mm	0 a 5
bp-MB	Montano Bajo	Bosque pluvial	12° a 17° C	3600-7500 mm	0 a 3
bp-M	Montano	Bosque pluvial	6° a 12° C	2200-4500 mm	0 a 2

5.1.6 Hidrología

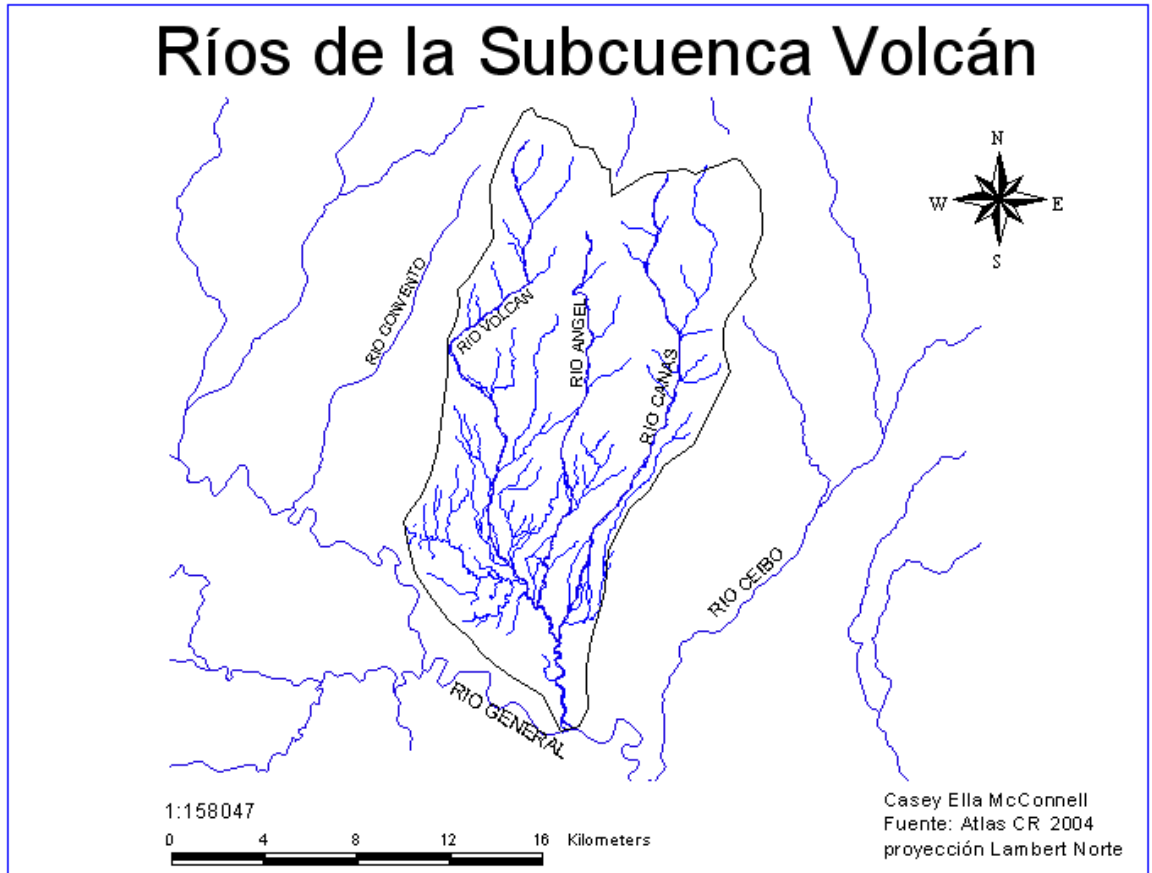


Figura 15. Red de drenaje de la subcuenca

El río Volcán recibe dos tributarios principales en su recorrido, siendo éstos el Río Angel (con una longitud de 17 km) y el Río Cañas (longitud 22.5 km). De esta manera podemos definir tres microcuencas dentro de la subcuenca. Cabe destacar que en la red de drenaje, previamente se contaba con un sistema de lagunas en la parte baja de la cuenca, específicamente entre la carretera interamericana y el pueblo de Volcán. Este sistema de lagunas era de gran importancia ecológica para aves migratorias y peces (de allí el nombre de Peje). Desde hace más de 20 años, estas lagunas han sido drenadas y actualmente el área que abarcaban se encuentra bajo uso de producción agrícola (cultivo de la piña).

5.1.7 Calidad del agua

El agua potable del acueducto es traída en tubería cerrada desde una naciente ubicada en una zona protegida en la montaña. La ASADA de Volcán es una asociación ejemplar a nivel de Costa Rica en tomar iniciativas y asegurar una excelente calidad de agua al consumidor.

Aunque no existen estudios exhaustivos de la calidad del agua en el río, PINDECO realiza muestreo y análisis del agua como parte de su sistema de gestión ambiental, con resultados favorables en cuánto a calidad del agua.

5.1.8 Vegetación

En los bosques se encuentran guachipelín, madero negro, guayacán, espavel, cedro dulce, cedro amargo, nance, caraña, caimito, mayo, targuá, ceibo, corteza de venado, gasparillo, guapinol, colpachí, pochote, maría, cristóbal, quizarrá amarillo, aguacatillo, vainilla, ojoche, chilamate, quiebrahacha, roble, corteza amarilla, guácimo y guayabillo. (Garro *et al.* 2004)

5.1.9 Fauna

Algunas especies identificadas son las siguientes:

Mamíferos: Leopardo, león bruñero, puma, monos tití, cariblanco, tepezcuintles, saíno, danta, venado cola blanca, cabro de monte, pizote, amardillos, ardillas.

Aves: lapas, yigüirros, golondrinas, viuda azul, semillero, oropéndola, piapia, pecho amarillo, pájaro bobo, tijerilla, cuyeo, quiero, carpintero, lapa colorada, pericos barba amarilla, gavilanes, rey zopilote, huaco, zopilotillo, tortolitas, pavas, martín pescador, pavo de monte, carpintero pardo.

Serpientes: corales, terciopelo, cascabel, bécquer, loras, oropel, bocaracá, y otras.

5.1.10 Capacidad de uso de la tierra

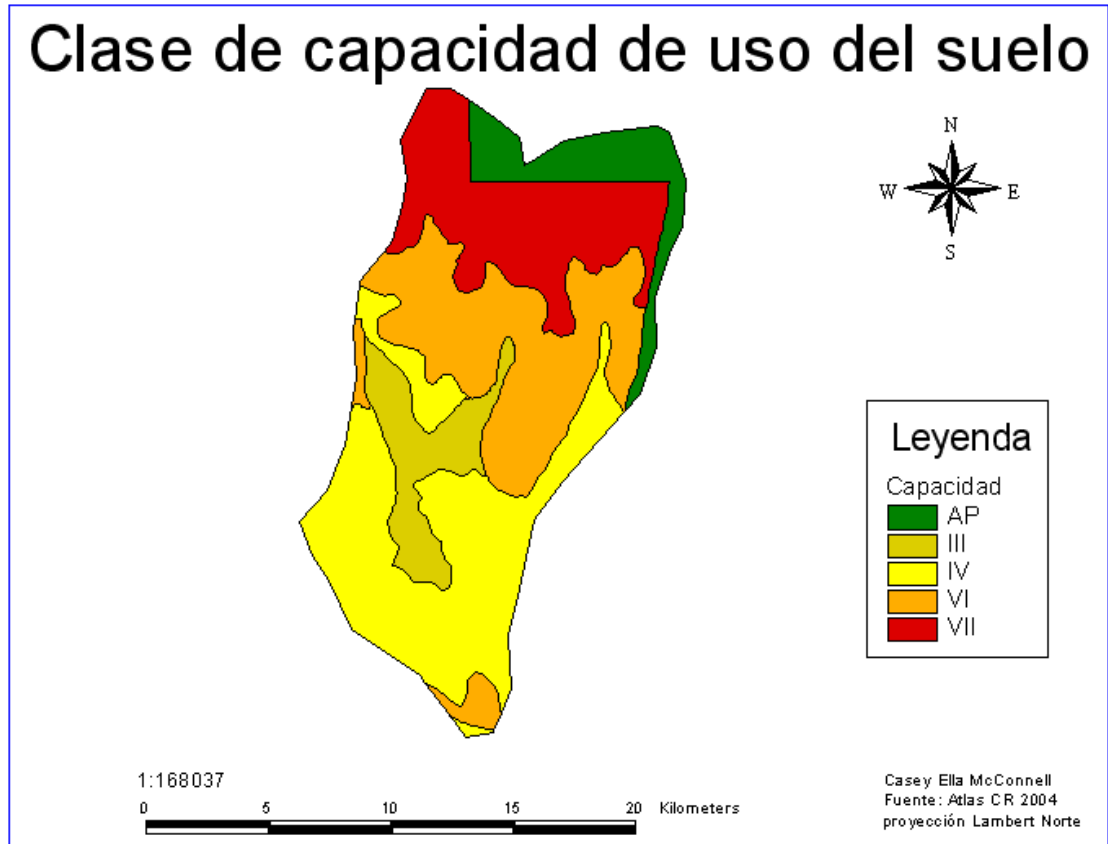


Figura 16. Capacidad de uso del suelo en la subcuenca Volcán.

Como se puede apreciar en la figura, el uso del suelo se encuentra limitado principalmente en las partes más altas de la cuenca, debido en gran parte a las altas pendientes que allí se encuentran. A continuación se detallan las especificaciones del decreto No. 23214 referente a la capacidad de uso del suelo (MAG-MIRENEM, 2007):

Las tierras de clase VII tienen severas limitaciones por lo cual sólo se permite el manejo forestal en caso de cobertura boscosa; en aquellos casos en que el uso actual sea diferente al bosque, se procurará la restauración forestal por medio de la regeneración forestal por medio de la regeneración natural.

Las tierras de clase VI son utilizadas para la producción forestal, así como cultivos permanentes tales como frutales y café, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas. Sin embargo, algunas especies forestales como la

Teca (*Tectona grandis*) y Melina (*Gmelina arborea*) en plantaciones puras no son adecuadas para las pendientes de esta clase, debido a que aceleran los procesos de erosión de suelos.

Las tierras de la clase IV presentan fuertes limitaciones, solas o combinadas, que restringen su uso a vegetación semipermanente y permanente. Los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente en forma ocasional y con prácticas muy intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas, excepto de climas pluviales, donde este tipo de cultivo no es recomendable.

Las tierras de la clase III presentan limitaciones moderadas solas o combinadas, que restringen la elección de los cultivos o se incrementan los costos de producción. Para desarrollar los cultivos anuales se requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua. (Ver anexo 1)

5.1.11 Uso de la tierra

Las figuras 17 y 18 nos muestran que la cuenca del Río Grande de Térraba ha sufrido gran reducción de su cobertura boscosa en los últimos 50 años. Aunque la ganadería se ha desarrollado desde tiempos coloniales en las sabanas naturales, y existía una gran cantidad de otros cultivos (producidos principalmente para autoconsumo o mercados locales), este patrón ha ido cambiando con el tiempo. La reducción del bosque se debe en parte a la presión que ejerce el incremento en la población y la expansión de la ganadería. Como se puede observar, el área bajo cultivo de piña es relativamente pequeña, sin embargo su impacto es muy grande en cuanto juega un papel central en la economía y generación de empleo de la zona.

En la subcuenca Volcán, el uso del suelo varía en función de las limitaciones al uso del suelo impuestos por el relieve. De esta manera, se tiene que en las zonas con pendientes ligeras o moderadas, hay una fuerte presencia de plantaciones de piña, propiedad de la compañía transnacional Del Monte (PINDECO). Hay una presencia menor pero importante de plantaciones de caña de azúcar en terrenos alquilados por la cooperativa generaleña Coopeagri. Ambos actores productivos cuentan con sistemas de gestión ambiental, viveros forestales, y han manifestado buena disposición para colaborar en temas ambientales.

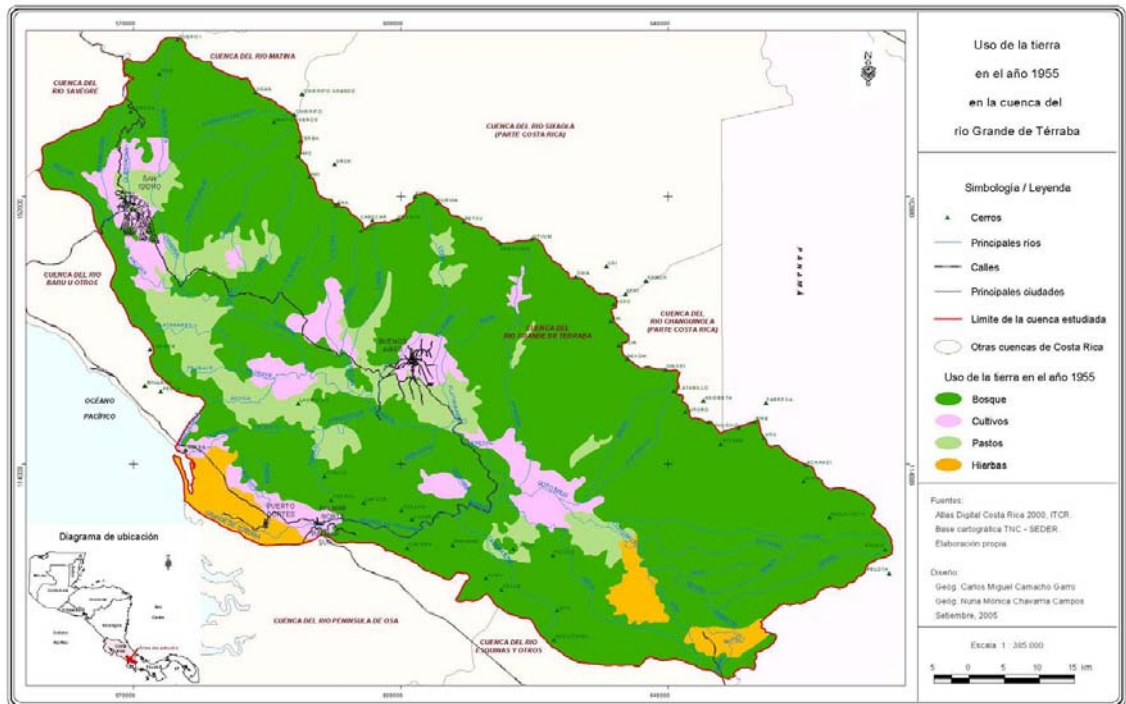


Figura 17. Uso de la tierra en la cuenca del Río Grande de Terraba, 1955.
Fuente; SEDER-TNC

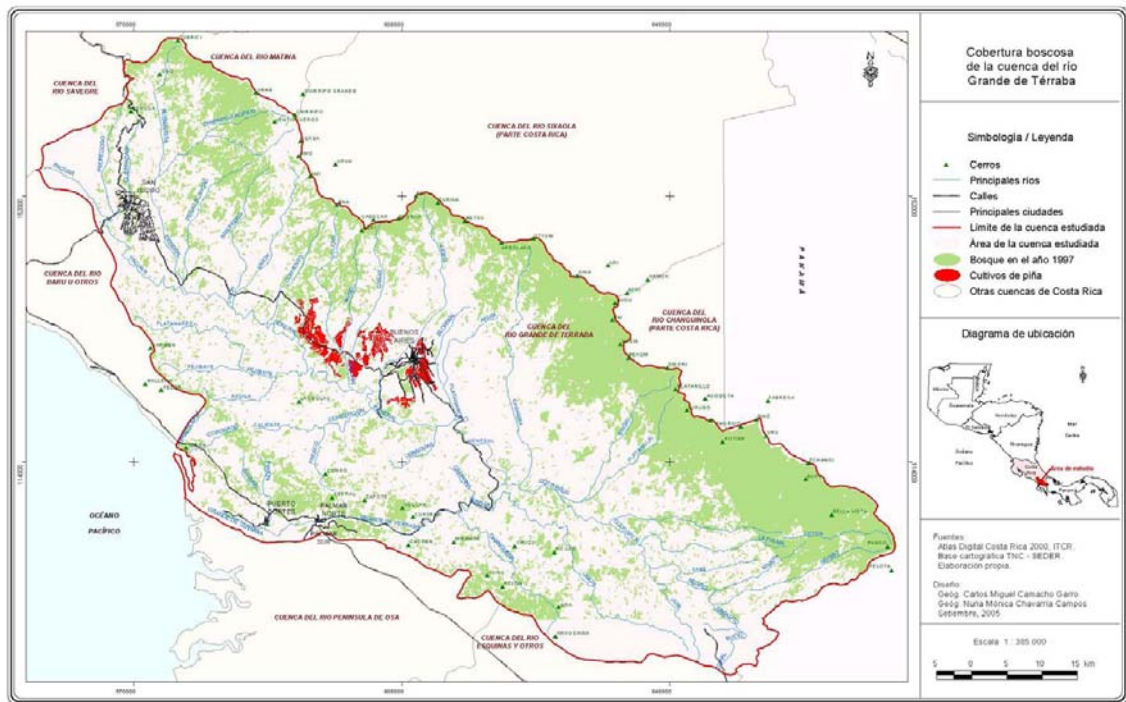


Figura 18. Cobertura de bosque y plantaciones de piña en la cuenca del Río Terraba. 1997. Fuente: SEDER-TNC

5.1.12 Problemática de uso de la tierra

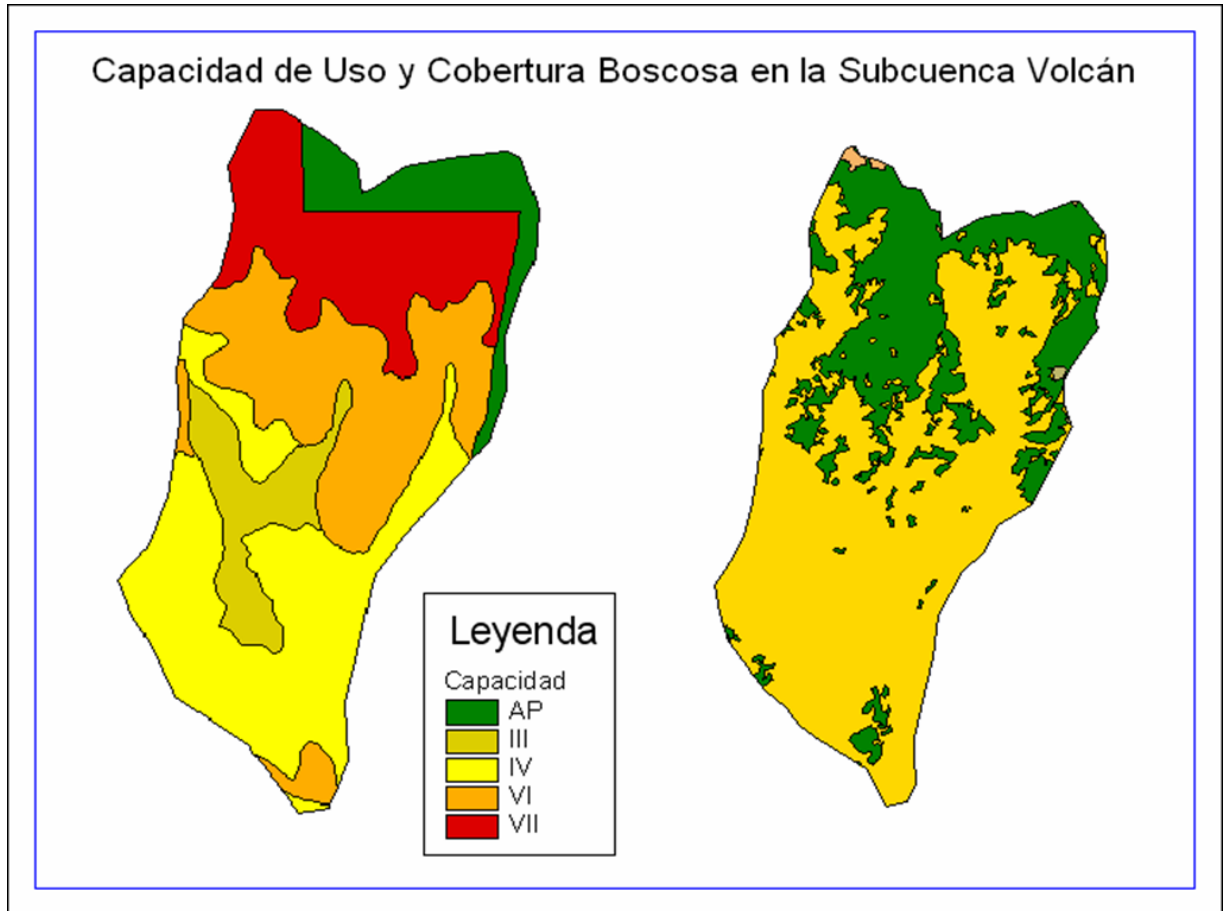


Figura 19. Comparación de capacidad de uso del suelo con la cobertura boscosa (año 2000), en la subcuenca Volcán.

En la figura 19 se aprecia claramente el conflicto en el uso del suelo en el año 2000 con respecto a las limitaciones que sufren los terrenos. Esto principalmente en las zonas media altas de la cuenca en donde hay una presencia de fincas ganaderas que no están utilizando técnicas de producción animal sostenible.

Las técnicas de producción de Pindeco incluyen reforestación en zonas riparias y otras acciones conservacionistas, sin embargo, el monocultivo de piña a gran escala es un uso muy intensivo del suelo que excede las limitaciones del suelo clase IV, que predomina en la parte media de la subcuenca.

5.1.13 Tenencia de la tierra

En el 2004, estudiantes de la Universidad Nacional, Sede Región Brunca realizaron un estudio muy detallado de las condiciones socioeconómicas de los habitantes de esta zona. Según sus datos, obtenidos a partir de entrevistas y encuestas, Garro *et al*, únicamente el 26% de los jefes de familia entrevistados cuentan tienen finca propia, casi todos menos de 15 hectáreas.

5.2 Caracterización socioeconómica de la subcuenca

5.2.1 Población



Figura 20. Mapa de comunidades en la subcuenca

La subcuenca se puede dividir en tres microcuencas: Río Volcán, Río Ángel y Río Cañas. Cada microcuenca cuenta con una serie de centros poblacionales, siendo estos los siguientes (comenzando aguas arriba):

Microcuenca del Río Cañas: Santa María de Brunca, Santa Rosa, Guadalajara, San Rafael, Cañas y Santa Marta

Microcuenca del Río Ángel: Angel Arriba, Sabanilla, Llano Bonito

Microcuenca del Río Volcán: Altamira, Cordoncillo, Volcán, Peje, Utrapez.

Para efectos de esta fase del proyecto se ha trabajado mayoritariamente con miembros de las comunidades de la microcuenca del Río Volcán. Para la implementación del proyecto a nivel de subcuenca, será necesario realizar un proceso de integración de las comunidades de las otras microcuencas.

5.2.2 Grupos Sociales

La comunidad de Volcán tiene un poder de acción impresionante. Desde la construcción de un acueducto ejemplar en los años 80 hasta el colegio que empezaron en el salón comunal por falta de instalaciones, esta comunidad ha demostrado gran poder de organización para lograr lo que se proponen. En la comunidad existen varios grupos sociales, para efectos de este proyecto, los más cercanos al tema son los grupos de la Comisión de la Cuenca de Volcán y los Jóvenes Campeones del Agua. Actualmente, estos grupos están en proceso de obtener su estado jurídico de asociación, sin embargo, la Asociación de Desarrollo Integral de Volcán (ADI-V) puede ayudar en cualquier trámite que fuese necesario antes de lograr esto. Muchos miembros de la Comisión son también, miembros de la ADI-V y de la ASADA, que es otra organización de gran fortaleza.

En la comunidad, también existen otros grupos organizados, por ejemplo de las iglesias.

5.2.3 Salud e higiene

La comunidad de Volcán cuenta con un EBAIS que atiende aproximadamente 4 500 pacientes en Volcán y los alrededores (en Concepción, Cordoncillo, Convento y Altamira. El

doctor del EBAIS estima que las enfermedades cardiovasculares, la hipertensión, diabetes y colesterol son los padecimientos más comunes, al igual que en las zonas urbanas de Costa Rica. unidades aledañas. El agua es potable en la comunidad (gracias al excelente acueducto), y las condiciones de saneamiento son adecuadas. Según nos informa el doctor del EBAIS, las enfermedades prevalentes en la comunidad son muy parecidos a las de una comunidad urbana: hipertensión, estrés, colesterol, etc. Los “nacidos” son otro problema prevalente.

5.2.4 Instituciones presentes en la zona

La comunidad ha sabido colaborar con varias organizaciones en muchas ocasiones. La ASADA de Volcán maneja un acueducto ejemplar, obtenido a base de organización comunal y con apoyo externo (principalmente Judesur). El Instituto Mixto de Acción Social (IMAS) es una institución muy presente que ha colaborado bastante, y a través de los años, la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) ha invertido muchos recursos en la construcción de obras de retención para el río.

El Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) ha impartido varios cursos en Volcán, que han sido muy provechosos para los participantes. Recientemente se impartió el curso Manejo de Microcuencas Hidrográficas (del 8 al 28 de enero, 2008, por el profesor Alvaro Corea).

5.2.5 Proyectos trabajando en la zona

El proyecto de mayor impacto que se desarrolla en la zona es la explotación piñera, realizado por Pindeco. También el PHED es un proyecto que potencialmente afectará a la zona, por lo que es necesario que la comunidad entre en un diálogo con los funcionarios de este proyecto. La producción de la caña de azúcar realizado por Coopeagri es un proyecto que también impacta en alguna medida la subcuenca.

RíoArte es una organización sin fines de lucro basada en Arizona, tiene un programa de coordinar el hospedaje en Volcán de estudiantes internos que realizan trabajos relevantes a la zona. Estudiantes de la Universidad de York, en Canadá, han participado en este programa, y ahora profesores de esta universidad están interesados en colaborar en un proyecto de desarrollo sostenible.

5.2.6 Antecedentes

Los antecedentes de este proyecto son muchos. Desde hace bastante tiempo que miembros de la comunidad se han percatado del deterioro que ha sufrido su medio, y han querido hacer algo al respecto. De esta manera, se formó la Frente de lucha contra PINDECO en los años 90, para luchar por los derechos de los habitantes.

Volcán ha hospedado gran cantidad de extranjeros quienes han venido por varios meses o años a desarrollar proyectos, realizar estudios, y vivir la cultura costarricense. Muchos de estos visitantes han contribuido a expandir la visión del mundo de los Volcañenos, además de contribuir a la base de datos que existe acerca del área. Monique Leforbe estuvo en Volcán durante parte de la realización del proyecto y sus esfuerzos por consolidar el grupo de Jóvenes Campeones del Agua han dado buen fruto. Dos ejemplos de estudiantes que recientemente escribieron proyectos acerca de distintos aspectos pertenecientes a la subcuenca son Craig Werner de la Universidad de Pennsylvania y Laura Jensen de Yale). Estudiantes nacionales también han realizado sus proyectos de investigación en la zona, principalmente Garro et al, de la Universidad Nacional, sede Región Brunca.

El pueblo ha recibido también, visitas de profesionales en el tema de ambiente. Dentro del marco de una visita a la cuenca del Río Tempisque y el Río Grande de Térraba, hace dos años estuvieron aquí Jacky King, experta mundial en el manejo del recurso hídrico, Fred Scatena, de la Universidad de Pennsylvania, y otros.

Una excelente investigación de la cuenca media del Río Térraba (con enfoque en el distrito de Buenos Aires) se llevó a cabo en el 2006 por SEDER, comisionado por el TNC.

5.3 Problemas y soluciones

El cuadro 3 muestra los problemas y soluciones producidos mediante el proceso participativo.

Cuadro 3. Problemas y soluciones propuestas para la subcuenca Volcán.

Problema	Dimensión	Alcance	Solución
No se cuenta con los resultados de los trabajos realizados en la subcuenca	Organización	La cuenca del río Volcán ha sido sujeta a estudios y visitas personales de expertos, académicos, representantes de ONGs, etc. Esta experiencia ha sido maravillosa para la comunidad, sin embargo, no se cuenta con una base de datos comprensiva de estos trabajos.	Recopilar la información que se ha generado acerca de la subcuenca
			Adecuar un espacio físico de acceso comunal para almacenar esta información (posiblemente en las oficinas de la ASADA)
			Crear una base de datos en formato digital acerca de la zona, postular esta información en Internet
Falta de seguimiento a estudios y propuestas	Organización	Los trabajos de estudio y formulación de propuestas que se han llevado a cabo en la cuenca pocas veces han dado resultados concretos y duraderos.	Conocer las observaciones y recomendaciones de los trabajos realizados, buscar la implementación de aquellas que se consideren necesarias
			Mantener una comunicación a distancia con las personas que han venido a la cuenca y se han vuelto a ir
			Formular un compromiso a corto, mediano y largo plazo para la implementación de proyectos
Carencia de profesionales en el ambiente	Organización	La falta de conocimiento científico y técnico contribuye a que los habitantes de la zona no cuenten con la información necesaria para tomar decisiones conscientes	Promover el interés en la subcuenca como lugar para realizar estudios y proyectos, por ejemplo: en el sector académico, Alianza Ad Honorem, voluntarios, etc.
			Establecer vínculos estrechos con las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales encargadas de velar por el PILA, la biodiversidad, etc. (por ejemplo:

Problema	Dimensión	Alcance	Solución
			MINAE, TNC, ProTerraba, CCT, etc.)
Ausencia de recursos financieros y tecnológicos	Organización	La comunidad por si sola no cuenta con suficientes recursos, tanto de dinero como de conocimiento, para tomar ciertas medidas para aumentar la sostenibilidad dentro de la cuenca	Capacitar a miembros de las comunidades en la formulación de proyectos para que puedan formular e implementar proyectos estratégicos. Esto facilita la obtención de fondos destinados a causas ambientales y sociales.
399No hay planificación definida	Organización	La cuenca es una unidad integral que debe ser manejada como tal para un objetivo común: aumentar la calidad de vida en la cuenca	Elaborar un plan de desarrollo estratégico que es avalado por todos los actores. La participación de todos en la formulación e implementación es facilitada con una buena comunicación
Falta de incentivos a los productores, jóvenes y demás	Organización	Para muchas personas es difícil ver los beneficios o las ganancias de tomar acciones sostenibles. Es necesario mostrar los beneficios inmediatos y tangibles que se manifiestan, además de los enormes beneficios a largo plazo	Elaborar una propuesta para conseguir fondos para pagar salarios a jóvenes comprometidos para coordinación, planificación y esfuerzo.
			Realizar intercambios de jóvenes con otras cuencas (por ejemplo con jóvenes de la cuenca del río Tempisque, la ASADA juvenil en San Ramón de Alajuela, los jóvenes del Corredor Biológico Alexander Skutch, etc.)
			Talleres en producción sostenible, ya sea para producción animal que alimenta los suelos en vez de degradarlos o para agricultura orgánica y biointensiva.
Falta de integración de	Organización	La falta de comunicación entre los	Integrar a las diferentes organizaciones y programas

Problema	Dimensión	Alcance	Solución
las iniciativas gubernamentales		diferentes actores es una barrera hacia una planificación integral de la zona y el avance en una dirección determinada	del gobierno para colaborar en un solo plan de desarrollo estratégico
Falta de información y conciencia ambiental	Educación	A nivel general, las personas no conocen a fondo los impactos que sus acciones producen en el ambiente. Si una comunidad maneja información acerca de su zona, puede tomar decisiones basadas en evidencia y conocimiento	Implementar programas de educación ambiental en las escuelas, colegios y en la comunidad en general (Integrarse al programa EDUCAPILA de la Red Quercus)
Irrespeto a las leyes Vigentes	Educación	Si bien la legislación nacional en materia ambiente es buena (necesita ser mejorada en ciertos temas), ésta pocas veces es respetada en temas ambientales	Buscar un cambio de conciencia en los ciudadanos de la zona. Las leyes ambientales son creadas para nuestro propio bien. Si entendemos esto, los respetamos e instamos a los demás a hacer lo mismo.
			Castigar a las personas que no respetan las leyes ambientales desde la misma comunidad, mantener una comunicación abierta con el MINAE en este sentido
Falta de información en el uso de agroquímicos	Educación	El abuso de los agroquímicos es un problema de dimensión nacional, y esta zona no es la excepción.	Capacitar al trabajador del sector agropecuario acerca del uso eficiente del agroquímico, así como acerca de las consecuencias posibles de su uso (disrupción endocrina)
			Regular estrictamente la cantidad de agroquímicos permitidos en zonas claves

Problema	Dimensión	Alcance	Solución
			Manejo adecuado de recipientes. Es responsabilidad del fabricante disponer adecuadamente de este, por lo que se debe establecer un programa de recolección de envases con desechos tóxicos, para su disposición adecuada
Falta de conocimiento e información en los terratenientes	Educación	La falta de conciencia ambiental (motivación), así como conocimiento de técnicas de producción sostenibles, contribuye a un uso del suelo no adecuado	Enseñarle a los terratenientes la importancia de la conservación de suelos como una inversión en su terreno y en la tierra de todos.
			Realizar capacitaciones y talleres acerca de técnicas y sistemas de producción sostenibles
Invasión de áreas protegidas	Educación	Las orillas de los ríos y las zonas de amortiguamiento del parque, deben de estar en su estado natural (bosque). Esto representa un beneficio para todos los habitantes de la cuenca, sin embargo, hay quienes explotan estos terrenos de otras maneras	Educar a los vecinos de éstas áreas para que sientan el deseo de respetarlas y velar por su bienestar
			Involucrar al MINAE en un proceso de colaboración para la vigilancia del PILA
			Conocer y aprender de experiencias exitosas. Por ejemplo, en la península de Osa se ha vivido un cambio de conciencia ambiental, el compartir con personas que han vivido este proceso puede inspirar un proceso similar en Volcán
Contaminación del agua	Ambiental	Los residuos de agroquímicos, desechos de procesos productivos y domésticos, y excesiva sedimentación contribuyen al	Manejo y tratamiento de aguas residuales residenciales, comerciales y agroindustriales
			Control estricto sobre el uso de agroquímicos

Problema	Dimensión	Alcance	Solución
		deterioro de la calidad del agua en el río.	Educación de la población en el uso de productos biodegradables y amigables con la naturaleza
Desperdicio del agua	Ambiental	La falta de conciencia con respecto a la importancia del recurso hídrico, así como la presencia de plantaciones extensas de piña bajo riego durante la estación seca, contribuyen a un uso no racional del agua	Educar a las personas y empresas productoras acerca de la importancia de este recurso.
			Manejar de mejor manera el agua de lluvia (fuente principal de agua en el ciclo hidrológico)
			Introducir técnicas de producción que hacen un uso óptimo del agua
Erosión y degradación de los suelos	Ambiental	La pérdida de la capa fértil de los suelos como consecuencia de la deforestación y el manejo inadecuado de los mismos contribuye a menores rendimientos agrícolas del suelo, así como problemas de sedimentación en el río.	Considerar las limitaciones a la capacidad de uso de los suelos, estipulados en el decreto ... de nuestra legislación costarricense
			Implementar buenas prácticas culturales, trabajando con cultivos adecuados para el terreno, con cobertura al suelo tipo mulch y obras de conservación de suelos
			Diseñar fincas integradas que aprovechan de la mejor manera los recursos disponibles.
Desbordamiento del río	Ambiental	El pueblo de Volcán está situado dentro del cauce del río, y se han presentado problemas de desbordamiento del río, en parte gracias a la degradación de las partes altas. Esto se ha contrarrestado con la construcción de un dique.	Proteger y reforestar las zonas claves de recarga del río
			Implementar técnicas para mejorar la infiltración del agua en el suelo (barreras vivas y otras técnicas de conservación de suelos)
			Limpieza de cauces, mantener pozas, sacar sedimentos

Problema	Dimensión	Alcance	Solución
Deforestación en la cuenca	Ambiental	La capacidad de mitigación de eventos hidrometeorológicos se ve afectado por este cambio de uso, además de que contribuye a la degradación del suelo y de la cuenca.	Conservación y protección del bosque remanente
			Reforestación y regeneración natural en zonas claves
			Incentivar la reforestación mediante el pago por servicios ambientales (PSA)
Sobrepastoreo	Ambiental	Hay diferentes técnicas de producción animal, algunas presentan mayor impacto que otros. Hay fincas en la cuenca que manejan la ganadería de manera no sostenible.	Implementar prácticas de producción animal sostenibles (ganadería estabulada, cultivo de forrajes, procesamiento y reuso de la boñiga, etc.)
			Diversificación de la producción animal
Falta de Estudio de capacidad de uso del suelo	Técnica	A nivel detallado, para esta cuenca en específico, no se cuenta con un estudio comprensivo de capacidad de uso del suelo. Peor aún, no se respetan las recomendaciones correspondientes en donde se sabe que existen limitaciones a su uso.	Realizar un estudio detallado de las zonas en producción agrícola, corregir los conflictos en uso de suelo más allá de sus limitaciones
			Diversificar los productos sembrados, sembrar cultivos aptos para los limitaciones de uso
			Trabajar a pequeña escala, dentro de una misma finca hay sectores con distintas limitaciones a su capacidad de uso
			Realizar intercambios con fincas y comunidades que están buscando respetar las limitaciones de la capacidad de uso del suelo. Compartir experiencias e implementar estos conocimientos

Problema	Dimensión	Alcance	Solución
Falta de un inventario de todas las nacientes en la zona	Técnica	No existe un registro detallado de las nacientes intermitentes y permanentes que existen en la zona. Esto perjudica su respectiva protección.	Realizar un inventario en temporada seca y lluviosa de las nacientes permanentes e intermitentes. Ubicarlas en un mapa de la zona.
			Llevar un registro del caudal y calidad de agua de las nacientes identificadas
			Dar protección a las zonas de recarga de las nacientes
Necesidad de determinación del caudal ecológico	Técnica	El determinar y respetar el caudal ecológico y los flujos naturales que contribuyen a la vida que depende del río, es una herramienta importante para alcanzar una mayor sostenibilidad	Reunir un equipo de investigadores especializados para determinar el caudal ecológico del río Volcán.
			Acatar las recomendaciones que surgen producto de estas investigaciones, respetar el caudal propuesto
Emigración de los habitantes	Social-económica	La falta de empleos en la zona (Pindeco es la principal fuente de empleo) así como una pérdida de la identidad en función de la tierra, ha contribuido a la emigración de segmentos de la población	Establecer un modelo productivo capaz de proveer un sustento digno a una población creciente
			Recuperar una capital cultural característica
			Establecer un sentido de identidad a los habitantes de la subcuenca. Viven en una zona rural, sin embargo no comparten la identidad campesina
Poca diversidad productiva	Modelo Productivo	En Volcán existe muy poco comercio, poca agricultura comercial aparte de la piña, y muy pocas oportunidades de empleo (aparte de PINDECO) para sus habitantes.	Estimular una diversificación del modelo productivo, con agricultura para consumo local, turismo rural comunitario, procesamiento de productos primarios, etc.
			Fomentar las micro y pequeñas empresas

Problema	Dimensión	Alcance	Solución
			Impulsar la agricultura orgánica, biointensiva, y la permacultura Creación de un mercado para distribuir la producción local

El cuadro 4 también es producto del taller para el buen manejo de la subcuenca Volcán realizado en enero 2008.

Cuadro 4. Puntos positivos en la subcuenca

Punto positivo	Dimensión	Alcance
Buen suministro de agua	Ambiental - Administrativo	El suministro de agua potable por la ASADA Volcán es de excelente calidad, además de que el río nos aporta numerosos servicios.
Belleza escénica	Ambiental	El paisaje natural de la zona, especialmente la cordillera de Talamanca, brinda aliento e inspiración tanto al habitante de la zona como a los visitantes
Potencial agroecoturístico	Ambiental	La hospitalidad del campo, las atracciones naturales y conocer de donde viene una de sus frutas favoritas, Volcán tiene lo que se necesita para ofrecer una visita inolvidable al turista.
Colindancia con el Parque Internacional La Amistad	Ambiental - Administrativo	La Reserva de la Biosfera La Amistad ha sido declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. La importancia ecológica reconocida de la zona es una herramienta que puede facilitar la protección de su zona de amortiguamiento
Clima agradable	Ambiental	La zona presenta un clima sin condiciones extremas. Esto facilita las condiciones de vida y permite el cultivo de gran variedad de productos
Aporte al proyecto hidroeléctrico	Ambiental	
La conservación como tema de interés	Educación	A nivel mundial, cada vez es mayor el número de personas que toman interés en sus alrededores y proponen el camino de la conservación de nuestros recursos
Bioalfabetización	Educación	Cada vez es mayor la cantidad de personas que buscan aprender acerca de la gran diversidad de vida y los sistemas que los mantienen.
Voluntad e interés de miembros de la comunidad	Educación	Testimonio al interés y la capacidad organizativa de la comunidad son los grupos de la Comisión de la Cuenca y los JCA. En cuanto más fuertes sean estos grupos, más interés atraerán.
Creciente valorización del recurso agua a nivel global	Educación	El agua es uno de los grandes temas de nuestro siglo. Al haber escasez en muchas partes del mundo, se valora cada vez más inclusive en los lugares que dichosamente cuentan con una relativa abundancia

Punto positivo	Dimensión	Alcance
Presencia e interés juvenil	Organización	El grupo JCA está cobrando cada vez mayor fortaleza. Los jóvenes de Volcán tienen bastante conciencia ambiental, y pueden ser una fuerza muy poderosa en este movimiento
Presencia de organizaciones interesadas en la conservación	Organización	A todo nivel (local, regional e internacional) existen asociaciones, organizaciones y grupos organizados interesados en apoyar esfuerzos de conservación y desarrollo sostenible
Buena organización comunal	Organización	La comunidad de Volcán tiene muy buena capacidad organizativa. Cuando la comunidad decide realizar algo, con mucho esfuerzo y trabajo, lo logra.
Apoyos económicos pequeños (ej: Río Arte)	Organización	La comunidad ya ha recibido pequeños apoyos económicos, técnicos y de capacitación muy valiosos para sus esfuerzos de conservación, por ejemplo a través de la asociación de Río Arte.
Marco jurídico y reglamentos existentes	Institucional	Ya existe un marco jurídico y legislación y reglamentos que exigen un buen uso de nuestro ambiente
Convenios existentes	Institucional	A nivel nacional e internacional, con organismos estatales y ONGs.
Participación del gobierno local y entidades afines	Institucional	La municipalidad, la Asociación de Desarrollo Integral de Volcán, la ASADA, el AyA, y otras entidades, han ofrecido su colaboración en este esfuerzo
Políticas ambientalistas	Política nacional	El gobierno actual ha declarado su plan de "Paz con la naturaleza". Bajo este eslogan, los esfuerzos que los costarricenses realicen por la conservación de su medio deben ser apoyados por su gobierno
La comunidad cuenta con el apoyo de dos empresas fuertes	Modelo productivo	Las dos empresas Del Monte y Frutex, que cultivan piña en los alrededores de la zona, son compañías de gran alcance y con políticas ambientales establecidas. Esto los convierte en fuertes colaboradores en esta iniciativa

Con base en el cuadro 3, se recomienda desarrollar varios ejes temáticos, como son los siguientes:

- Realizar reforestación en áreas prioritarias; con fundamento científico y técnico.
- Estructuración de un proyecto sólido (obtención de fondos, coordinación de aliados, etc.)
- Comunicación abierta y cooperación entre las distintas organizaciones que están participando en el proyecto.
- Recopilar y manejar la información generada acerca de la zona, establecer prioridades de información que debe ser investigado.
- Educación ambiental, capacitación en áreas claves.
- Definición de la capacidad de uso de la tierra, respetar sus limitaciones.
- Establecer límites al uso del recurso hídrico, basados en el caudal ecológico.
- Diversificación del modelo productivo. (turismo rural comunitario, fomento de un mercado local de bienes)

5.4 Red de aliados

5.4.1 Nivel local

- Comisión de la Cuenca de Volcán. Este grupo, formado por líderes comunales, se formó a partir de una preocupación por su medio activada por un fuerte desbordamiento del río que se vivió hace aproximadamente dos años.

- Grupo de Jóvenes Campeones del Agua (JCA). Este grupo juvenil es formado a partir del 2007, igualmente como respuesta a la preocupación por el medio ambiente.

- La Asociación de Desarrollo Integral de Volcán (ADI-V). Muchos miembros de la Comisión de la Cuenca, igualmente son miembros de la ADI de Volcán. La cédula jurídica de la asociación, así como sus recursos materiales (salón comunal) pueden ser de gran utilidad en la implementación del proyecto.

- ASADA Volcán. La Asociación ... de Volcán es ejemplar a nivel de país por su excelente administración y calidad de servicio. El recurso hídrico es un tema de suma

importancia para esta asociación, por lo que miembros de la ASADA también son miembros de la Comisión de la Cuenca.

- PINDECO – Del Monte. Esta compañía es una de las mayores exportadoras de fruta fresca a nivel mundial, con fincas en distintas partes del mundo. Su establecimiento hace tres décadas en el cantón de Buenos Aires, principalmente en los distritos de Buenos Aires, Volcán y Brunka, ha moldeado el paisaje y la estructura socioeconómica de la zona. Actualmente, esta compañía está realizando una expansión agresiva, con su reciente compra del grupo Caribana y con la compra de terrenos nuevos para cultivos. Esta corporación está certificada con ISO 14 001 y GLOBALGAP, y ha brindado su apoyo al proyecto de muchas maneras. Han ofrecido donaciones de árboles para la reforestación de su vivero forestal con especies nativas, lo cual puede ser de gran importancia para el esfuerzo de reforestación a corto plazo.

- Municipalidad de Buenos Aires. La municipalidad de Buenos Aires ha manifestado su apoyo a esta iniciativa. La unidad de gestión ambiental de la municipalidad es relativamente nueva pero cuenta con bastantes recursos y gran entusiasmo de parte de su personal. La experiencia generada en Volcán puede ser utilizada para ayudar en la formulación de los proyectos a realizar a nivel de cantón.

- Colegio Yolanda Oreamuno. Este colegio es un logro monumental que los ciudadanos de Volcán han obtenido gracias a sus esfuerzos y fuerte poder organizacional. La directora del colegio se ha mostrado anuente a colaborar al máximo en temas de educación ambiental.

- Propietarios de fincas. Los “finqueros” son un grupo que tiene poder de decisión sobre terrenos de gran importancia estratégica. Con un notable excepción, los finqueros no se han caracterizado por acercarse a este movimiento de conservación en la subcuenca, sin embargo, recientemente dos grandes propietarios se han mostrado anuentes a permitir la reforestación de los cincuenta metros orillando el río en sus fincas.

5.4.2 Nivel Regional

- ProTérraba. Esta organización cuenta con representantes de importantes actores de la Región Brunca para el tema de conservación y buen manejo de la cuenca del Río Grande de Térraba.

- Red Quercus. La Red Quercus es un grupo ambientalista muy activa en los alrededores del PILA. Actualmente está manejando programas de educación ambiental y manejo de desechos sólidos, entre otros proyectos.

- El Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE).

- Coopeagri. Esta corporación cooperativa es un actor fuerte en la zona sur, principalmente con el café y la caña de azúcar. Hay presencia de esta corporación en la subcuenca Volcán, con el cultivo de la caña de azúcar en fincas alquiladas. Coopeagri ha colaborado con la Universidad de York en la subcuenca del Río Peñas Blancas en implementar agricultura sostenible y fomentar el Corredor Biológico Alexander Skutch, y manejan programas forestales de gran importancia.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). El ICE es una de las instituciones con más experiencia en el manejo integral de cuencas hidrográficas, a nivel nacional. Además, es una institución que registra y maneja gran cantidad de información acerca de nuestro ambiente (caudales, precipitación, etc.). El PHED involucra al ICE todavía más en la zona y su conservación, por lo que es importante consolidar un diálogo claro y transparente entre este actor y la comunidad.

- Comisión Nacional de Emergencias (CNE). La CNE ha estado muy involucrada en el manejo del Río Volcán (limpieza del cauce, construcción de diques, etc.) En este sentido, es necesario la integración de los esfuerzos de esta comisión en un plan integral de manejo de la cuenca.

- Universidades Estatales de Costa Rica.

- Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)

5.4.3 A nivel nacional e internacional

- RíoArte. Esta organización sin fines de lucro basada en Tucson, Arizona, ha mandado 30 estudiantes internos a Volcán durante dos o hasta siete meses. Los estudiantes internos han colaborado en diversos proyectos y han realizado un intercambio cultural de gran valor.

- Alianza para Bosques Lluviosos (RA). Esta ONG maneja certificación en sostenibilidad ambiental a nivel global y ha desarrollado estándares para diversos cultivos de importancia, incluyendo la piña. Ha sido un apoyo muy grande en la realización de este proyecto.

- Universidad de York. El departamento de estudios ambientales de la Universidad de York ha apoyado a la población de la subcuenca del Río Peñas Blancas (ubicada en el cantón de Pérez Zeledón) desde hace varios años, en temas como la agricultura sostenible certificada, la consolidación del corredor biológico Alexander Skutch, la generación de información científica y la coordinación para traer a grupos de estudiantes. La Universidad de York formó la Reserva Biológica Las Nubes, colindante con el parque nacional Chirripó y administrado por el Centro Científico Tropical.

- The Nature Conservancy (TNC).
- Organización de Estudios Tropicales
- Centro Científico Tropical
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Conclusiones y Recomendaciones

- Se ha mostrado gran interés y entusiasmo en esta iniciativa, de parte de los diversos actores involucrados en la subcuenca.
- El interés y la participación de la comunidad en la formulación del proyecto brinda una mayor posibilidad de éxito en la implementación del plan estratégico de desarrollo.
- La experiencia de la comunidad demuestra que no es suficiente realizar estudios dentro de una zona, sino que es necesario darles seguimiento con acciones concretas.
- El aspecto interdisciplinario de cualquier iniciativa de conservación es fundamental para su éxito.
- Las políticas de manejo de nivel nacional, regional y local, deben ser integradas en una visión común.
- La implementación del plan de desarrollo estratégico es un proceso a mediano y largo plazo, sin embargo la implementación de ciertas medidas puede ser inmediata.
- La aplicación de un proceso participativo en el desarrollo de esta investigación demostró que las comunidades son capaces de enfrentar la problemática ambiental con propiedad y a la vez logra una mayor identificación de los ciudadanos con la conservación de su entorno.
- Se recomienda expandir esta iniciativa a otras comunidades en la cuenca del Río Grande de Térraba.

Bibliografía

- Andersen, M. 2003. ¿Es la certificación algo para mí? - Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación. RUTA-FAO; traducido por Catherine Pazderka, Unidad Regional de Asistencia Técnica; San José; C.R. <http://www.fao.org/docrep/007/>
- Alfaro, T., Montero, M.; Ortega, G.; Bermúdez, A. 2007. Propuesta Metodológica para Elaborar un Plan de Gestión Ambiental Integral Participativo en la Microcuenca Río Bermúdez -Pirro. Universidad Nacional, Heredia. Presentado en el I Congreso Nacional de Gestión Ambiental Integral, San José, Costa Rica.
- Astorga, Y. 2008. Conceptualización de la Gestión Ambiental Integral: Experiencias desde el ProGAI, UCR. Presentado en el I Congreso Nacional de Gestión Ambiental Integral, San José, Costa Rica.
- Bonatti, J., C. Borge, B. Herrera, P. Paaby. 2005. Efectos ecológicos del cultivo de la piña en la cuenca media del Río General-Térraba de Costa Rica. Informe Técnico No. 4. Elaborado por SEDER para TNC. San José, Costa Rica. 254 pp.
- Blanco, M. 2004. Gestión Ambiental: Camino al desarrollo sostenible. EUNED, San José, Costa Rica. p. 9-10
- Brundtland. 1987. Nuestro Futuro Común. Comisión Mundial en el Medio Ambiente y el Desarrollo
- Carson, R. 2005. Primavera Silenciosa. Editorial Crítica S. L. Biblioteca de Bolsillo. Barcelona, España.
- CEDIN. 2008. Foro Indígena sobre Proyecto Hidroeléctrico El Dikes. Accesado el 3 de junio de 2008 http://feconcr.org/index.php?option=com_content&task=view&id=539&Itemid=76
- Declaración de Brisbane. 2007. 10° Simposio Internacional de Ríos y Conferencia Internacional de Caudales Ambientales. Accesado el 14 de abril de 2008. http://www.nature.org/initiatives/freshwater/files/brisbane_declaration_with_organizations_final.pdf
- ICE. 2007. Proyecto Hidroeléctrico EL DIQUÍS (PHED). Equipo del Área Social del PHED.

- Garro, M.A.; Rojas, R.; Sandí, L. 2005. Análisis de los factores sociales, económicos y ambientales como insumo para realizar una estrategia de gestión en la sostenibilidad de la subcuenca del río Volcán. Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en planificación económica y social. Universidad Nacional, Sede Región Brunca. Pérez Zeledón, Costa Rica.
- Global Water Partnership. 2000. Principles of Integrated Watershed Management Strategies (IWMS). Accesado el 5 de mayo de 2008. <http://gwpforum.org/servlet/PSP?iNodeID=2408>
- Global Coalition for Good Agricultural Practices. 2008. Accesado el 20 de abril de 2008. www.globalgap.org
- Hernández y Herrerías. 2007. Agua para siempre. Proyecto de...
- Holmgren, D. 2002. Permaculture: Principles and Pathways Beyond Sustainability. Holmgren Design Services, Hepburn, Australia. p. 16-20
- IFAM. 1998. Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779 de 30 de abril de 1998. Ley y Jurisprudencia. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Geografía. 1979. Hojas cartográficas Buenos Aires, Dúrika y General. San José Costa Rica
- Fonseca, P. 2008. Falta de Agua Amenaza a Población del Valle Central. La Nación. San José, Costa Rica. Accesado el 1 de junio de 2008. (http://www.hidrotecnica.cr/boletin_informativo_2.html)
- Kingsolver, B; Hopp S; Kingsolver, C. 2007. Animal, Vegetable, Miracle. HarperCollins Publishers, New York, USA. p.31, 68, 121, 178.
- Lancaster, B. 2006. Rainwater Harvesting for Drylands. Rainsource Press. Tucson, Arizona. Pp. 9, 29-37. <http://www.HarvestingRainwater.com>
- MAG-MIRENEM, 1994. "Metodología Para La Determinación De La Capacidad De Uso De Las Tierras De Costa Rica" Decreto No.23214. San José, Costa Rica
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia. 2007. Programa de Aprovechamiento Sostenible de Minerales (PASM) en la Sabana de Bogotá mediante procesos de planificación integrada. Bogotá, Colombia.

- Meza, T. 2001. Geografía de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. p. 23, 42-52
- Mollison, B.; Slay, R. 1991. Introduction to Permaculture. Tagari Publications. Tyalgum, Australia. p. 2
- Núñez, J. 2000. Fundamentos de Edafología. EUNED, San José, Costa Rica. p. 165-167
- Oyuela, D. 1996. Principios Básicos para la elaboración de planes de manejo para cuencas hidrográficas comunitarias. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. p. 2-5
- PINDECO. S.f. Programas de protección ambiental. Material informativo elaborado por PINDECO Del Monte, S.A. Buenos Aires, Costa Rica
- Red de Agricultura Sostenible. 2005. Norma para agricultura sostenible. Rainforest Alliance, San José, Costa Rica.
- Rodríguez, A.; Vega, E. 1998. Promoviendo un cambio de actitud hacia el desarrollo sostenible. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica-SINADES, San José, Costa Rica. Citado en Blanco, 2004. Gestión Ambiental: Camino al desarrollo Sostenible. p. 29
- University of Maryland Center for Environmental Science. 2007. Climate Change Will Impact Global River Flow, Scientists Warn. *ScienceDaily*. Accesado el 21 febrero 2008, <http://www.sciencedaily.com/releases/2007/10/071012105820.html>
- Villón, M. 2004. Hidrología. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. p. 29

ANEXOS

Anexo 1. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. (fuente: MAG-MIRENEM, 2007. pp 5-9.

Descripción general de las clases de capacidad de uso

El sistema consta de ocho clases representadas por números romanos, en las cuales se presenta un aumento progresivo de limitaciones para el desarrollo de las actividades agrícolas, pecuarias forestales. Las clases I, II, III permiten el desarrollo de cualquier actividad incluyendo la producción de cultivos anuales. La selección de las actividades dependerá de criterios socioeconómicos. En las clases IV, V, VI su uso se restringe al desarrollo de cultivos semipermanentes y permanentes. En la clase IV los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente en forma ocasional. La clase VII tiene limitaciones tan severas que sólo permiten el manejo del bosque natural primario o secundario. En las tierras denudadas debe procurarse el restablecimiento de vegetación natural. La clase VIII está compuesta de terrenos que no permiten ninguna actividad productiva agrícola, pecuaria o forestal, siendo por tanto, adecuada únicamente para la protección de recursos.

A continuación se presenta una descripción detallada de las diferentes clases:

Clase I: Dentro de esta clase incluyen tierras con pocas o ninguna limitación para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales adaptadas ecológicamente a la zona. Las tierras de esta clase se encuentran sobre superficies planas o casi planas, con erosión sufrida nula, con suelos muy profundos, de textura media en el suelo y de moderadamente gruesa a moderadamente fina en el subsuelo, sin piedras, sin problemas por toxicidad y salinidad, drenaje bueno, sin riesgo de inundación, en zonas de vida de condición húmeda, período seco moderado y sin efectos adversos por neblina y viento.

Clase II. Las tierras de esta clase presentan leves limitaciones que solas o combinadas reducen la posibilidad de elección de actividades o se incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo y conservación de suelos. Las limitaciones que pueden presentar son: relieve ligeramente ondulado, erosión sufrida leve, suelos profundos, texturas moderadamente finas o moderadamente gruesas en el suelo y finas o moderadamente gruesas en el subsuelo, ligeramente pedregosos, fertilidad media, toxicidad y salinidad leves, drenaje moderadamente excesivo o moderadamente lento, riesgo de

inundación leve, zonas de vida seca o muy húmedas, con período seco fuerte o ausente, y condición de neblina y viento moderada.

Clase III. Las tierras de esta clase presentan limitaciones moderadas solas o combinadas, que restringen la elección de los cultivos o se incrementan los costos de producción. Para desarrollar los cultivos anuales se requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua. Entre las limitantes presentes en esta clase están: relieve moderadamente ondulado, erosión sufrida leve, suelos moderadamente profundos, texturas en el suelo y subsuelo finas o moderadamente gruesas, moderadamente pedregosos, fertilidad media, toxicidad moderada, salinidad leve, drenaje moderadamente excesivo o moderadamente lento, riesgo de inundación moderado, zonas de vida seca o muy húmedas, con período seco fuerte o ausente, condición de neblina y viento moderada.

Clase IV. Las tierras de esta clase presentan fuertes limitaciones, solas o combinadas, que restringen su uso a vegetación semipermanente y permanente. Los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente en forma ocasional y con prácticas muy intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas, excepto de climas pluviales, donde este tipo de cultivo no es recomendable. Las limitaciones se pueden presentar solas o combinadas son: relieve ondulado, erosión sufrida moderada, suelos moderadamente profundos, texturas en el suelo y en el subsuelo muy finas o moderadamente gruesas, pedregosos, fertilidad media, toxicidad moderada, salinidad leve, drenaje moderadamente lento o moderadamente excesivo, riesgo de inundación moderado, zonas de vida seca, muy húmedas y pluviales, con período seco fuerte o ausente, condición de neblina y viento moderada.

Clase V. Las tierras de esta clase presentan severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, permanentes o bosque, por lo cual su uso se restringe para pastoreo o manejo de bosque natural. Las limitaciones que pueden ocurrir, solas o combinadas cuando la pendiente es inferior al 15% son: relieve moderadamente ondulado, erosión sufrida moderada, suelos poco profundos, las texturas del suelo y subsuelo pueden ser de finas a gruesas, fuertemente pedregosas, muy baja fertilidad, toxicidad fuerte, salinidad moderada, drenaje muy lento o excesivo, riesgo de inundación severo, zonas de vida seca y pluviales, con período seco fuerte o ausente, condición de neblina y viento fuerte. También podrían presentarse las siguientes limitaciones cuando la pendiente oscila entre 15 y 30%

relieve ondulado, erosión sufrida moderada, suelos poco profundos, texturas en el suelo moderadamente gruesas o finas y en el subsuelo de muy finas a gruesas, fuertemente pedregosos, muy baja fertilidad, toxicidad fuerte, salinidad moderada, drenaje muy lento o excesivo, riesgo de inundación severo, zonas de vida seca y muy húmedas excepto bosque muy húmedo tropical, con período seco fuerte o ausente, condición de neblina y viento fuerte.

Clase VI. Las tierras ubicadas dentro de esta clase son utilizadas para la producción forestal, así como cultivos permanentes tales como frutales y café, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas. Sin embargo, algunas especies forestales como la Teca (*Tectona granáís*) y Melina (*Gmelina arbórea*) en plantaciones puras no son adecuadas para las pendientes de esta clase, debido a que aceleran los procesos de erosión de suelos, por lo que se recomienda este tipo de uso sólo en relieves moderadamente ondulados a ondulados. Las limitaciones que se pueden presentar, solas o combinadas son: relieve fuertemente ondulado, erosión sufrida severa, suelos moderadamente profundos, texturas en el suelo de muy finas a gruesas, en el subsuelo de muy finas a moderadamente gruesas, fuertemente pedregosos, muy baja fertilidad, toxicidad fuerte, salinidad moderada, drenaje moderadamente excesivo o moderadamente lento, riesgo de inundación moderado, zonas de vida seca y pluviales excepto páramo, período seco fuerte o ausente, condición de neblina y viento moderada.

Clase VII. Las tierras de esta clase tienen severas limitaciones por lo cual sólo se permite el manejo forestal en caso de cobertura boscosa; en aquellos casos en que el uso actual sea diferente al bosque, se procurará la restauración forestal por medio de la regeneración forestal por medio de la regeneración natural. Las limitaciones que se pueden presentar solas o combinadas son: relieve escarpado, erosión sufrida severa, suelos poco profundos, texturas en el suelo y subsuelo de muy finas a gruesas, fuertemente pedregosas, muy baja fertilidad, toxicidad y salinidad fuertes, drenaje excesivo o nulo, riesgo de inundación muy severo, zonas de vida seca y pluviales excepto páramo, período seco fuerte o ausente, condición de neblina y viento fuerte y subsuelo de muy finas a gruesas, fuertemente pedregosas, muy baja fertilidad, toxicidad y salinidad fuertes, drenaje excesivo o nulo, riesgo de inundación muy severo, zonas de vida seca y pluviales excepto páramo, período seco fuerte o ausente, condición de neblina y viento fuerte.

Clase VIII. Estas tierras no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna. Las tierras de esta clase tienen utilidad sólo como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica. Para esta clase se incluye cualquier categoría de parámetros limitantes.

Descripción de las subclases de capacidad de uso

En este sistema se reconocen como factores para definir subclases, limitaciones debidas a erosión, suelo, drenaje y clima. Para determinar las subclases se deben comparar las condiciones del terreno con respecto a las permitidas en la clase I.

Erosión (e): Es la pérdida actual o potencial de suelo provocada por la escorrentía superficial y la acción del viento. La erosión actual o sufrida ocurre por malas prácticas de manejo de la tierra y potencial según el grado de inclinación de la pendiente.

Suelo (s): Se refiere a las limitaciones que se presentan, provocadas por uno o varios de los siguientes factores: profundidad efectiva, textura, pedregosidad, fertilidad, toxicidad y salinidad.

Drenaje (d): Agrupa las limitaciones causadas por exceso o deficiencia de humedad en el suelo o por riesgo de inundación.

Clima (c): Son limitaciones debidas a las distintas características climáticas que afectan negativamente el crecimiento de las plantas. Para caracterizar las limitaciones por clima, el sistema emplea las zonas de vida (Holdridge, 1982), el período seco, el viento y la neblina.

UNIDADES DE MANEJO

Las unidades de manejo constituyen una subdivisión de las subclases de capacidad de uso, que indican el o los factores específicos que limitan su utilización en actividades agropecuarias y forestales. Estas tierras son lo suficientemente homogéneas como para requerir sistemas de manejo y conservación similares, que permitan obtener respuestas parecidas de los cultivos desarrollados en estas áreas.

La unidad de manejo es un nivel de clasificación muy específico, el cual debe estar correlacionado con el grado de generalización cartográfica del estudio. Simbólicamente las unidades de manejo se representan por un número romano que indica la clase de capacidad, una o más letras minúsculas que indican las subclases de capacidad, y uno o más números arábigos como subíndices a las subclases que corresponden a la unidad de manejo. Para definir los factores limitantes específicos, se deben comparar con las condiciones establecidas para la clase I, para destacar el o los factores de mayor limitación responsables de definir las unidades de manejo, el subíndice respectivo se indicará subrayado. En cualquiera de los casos, las diferentes limitantes llevarán la siguiente secuencia: e, s, d, c.

Para las clases III a VII, el factor de mayor limitación que diferencia a una clase con la clase anterior se debe indicar con subíndice subrayado. Esto ayuda a definir cual es el factor restrictivo para el uso de la tierra.

Anexo 2. Declaración de Brisbane.

Los Caudales Ambientales¹ son esenciales para la Salud de los Ecosistemas y el Bienestar Humano. .

Esta Declaratoria presenta un resumen de los aspectos clave y la agenda de acción global que señala la urgente necesidad de proteger los ríos globalmente, como se proclamó en el 10º. Simposio Internacional de Ríos y Conferencia Internacional de Caudales Ambientales que tuvo lugar en Brisbane, Australia del 3 al 6 de Septiembre de 2007. La Conferencia reunió a más de 750 científicos, economistas, ingenieros, representantes y políticos de más de 50 países.

Los aspectos clave incluyen:

Los ecosistemas dulceacuícolas son la base de nuestro bienestar social, cultural y económico. Ecosistemas dulceacuícolas saludables como ríos, lagos, planicies, humedales y estuarios proveen agua limpia, alimentos, fibras, energía y muchos otros beneficios que soportan las economías y comunidades alrededor del mundo. Estos ecosistemas son esenciales para la salud y bienestar humano.

Los ecosistemas dulceacuícolas están seriamente dañados y continúan degradándose a tasas alarmantes. Las especies acuáticas están declinando más rápidamente que las especies marinas y terrestres. En la medida en que se degradan estos ecosistemas las comunidades humanas pierden importantes beneficios sociales, culturales y económicos; los estuarios pierden productividad, plantas y organismos exóticos invaden y se extienden en los cuerpos de agua y la resiliencia de los lagos, humedales y estuarios se debilita. El alcance del severo impacto acumulativo es global.

¹Estos incluyen la cantidad, periodicidad y calidad del agua que se requiere para sostener los ecosistemas dulceacuícolas y estuarios y el bienestar humano que depende de éstos ecosistemas

El agua que fluye hacia el mar no está desperdiciada. El agua dulce que fluye a los océanos alimenta a los estuarios, los cuales proveen alimento en abundancia y la infraestructura de amortiguamiento contra las tormentas y fuertes mareas, además de diluir y asimilar contaminantes.

La alteración de los flujos impacta los ecosistemas dulceacuícolas y estuarios. Estos ecosistemas han evolucionado y dependen de la variación natural de los flujos de agua dulce y del aporte de agua de alta calidad. Debe ponerse mayor atención a las necesidades de los caudales ambientales cuando se haga un manejo de los flujos, ya sea para abastecer agua a las ciudades, agricultura, industria, así como para generar energía, facilitar la navegación, recreación y el drenaje.

El manejo de los caudales ambientales provee el agua que se requiere para sostener los cuerpos dulceacuícolas y estuarios en coexistencia con la agricultura, industria y ciudades. El objetivo del manejo de los caudales ambientales es restaurar y mantener los beneficios socialmente valiosos de ecosistemas saludables y resilientes, a través de decisiones participativas e informadas con base científica. El manejo de las aguas subterráneas y planicies es una parte integral del manejo de los caudales ambientales.

El cambio climático intensifica la urgencia. El manejo de caudales ambientales adecuados prevendrá de daños potenciales serios e irreversibles de los impactos del cambio climático al mantener y preservar la resiliencia de los ecosistemas.

Se han logrado avances pero se requiere mayor atención. Varios gobiernos han instituido innovadoras políticas que reconocen explícitamente la necesidad de los caudales ambientales. La consideración de esta necesidad se está incorporando en el desarrollo de infraestructura y los caudales están siendo mantenidos o restaurados a través de liberación de agua de las presas, limitando la extracción de agua subterránea, el desvío de agua superficial y por prácticas de manejo del uso del suelo. Aún así, el avance a la fecha es muy limitado,

considerando el esfuerzo global que se requiere para sostener la salud de los ecosistemas dulceacuícolas y las economías, asentamientos y bienestar humano que dependen de ellos.

Agenda Global de Acción:

Los delegados del 10°. Simposio Internacional de Ríos y de la Conferencia Internacional de Caudales Ambientales hacen un llamado a los gobiernos, bancos de desarrollo, donadores, organizaciones de cuenca, asociaciones de agua y energía, instituciones multi y bilaterales, así como a organizaciones de las comunidades locales, instituciones de investigación y sector privado a nivel mundial para comprometerse en las siguientes acciones para la restauración y mantenimiento de los caudales ambientales:

Estimar los caudales ambientales que se requieren en los cuerpos de agua de forma inmediata. Los caudales ambientales necesarios son actualmente desconocidos para la vasta mayoría de los ecosistemas dulceacuícolas y estuarios. Se han desarrollado metodologías científicamente creíbles para cuantificar la variación – y no solamente el mínimo – caudal requerido para cada cuerpo de agua, haciendo explícito el enlace de los caudales ambientales con funciones ecológicas específicas y valores sociales. Los avances recientes permiten evaluaciones rápidas, regionales y científicamente soportadas de determinación de caudales ambientales.

Integrar la asignación de caudales ambientales en cada aspecto del manejo del agua y suelo. El manejo de caudales ambientales debe ser un requerimiento básico e integrado de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), de la evaluación de impacto ambiental (EIA) y de la evaluación estratégica de impacto ambiental (EEIA); para el desarrollo de infraestructura hidráulica e industrial, certificación ambiental, uso del suelo y agua, así como estrategias de producción de energía.

Establecer estructuras institucionales. La integración consistente de los caudales ambientales en el manejo de agua y suelo requiere de leyes, regulaciones, políticas y programas que 1) reconozcan los caudales ambientales como una forma integral de manejo sustentable del agua 2) establezcan los límites precautorios de las disminuciones permisibles

u alteraciones a los caudales naturales; 3) consideren el agua subterránea y superficial como un recurso hidrológico único y 4) mantengan los caudales ambientales a través de límites geográficos políticos.

Integrar la calidad del agua. El minimizar y tratar las aguas residuales reduce la necesidad de mantener un mayor flujo no-natural para propósitos de dilución. La descarga de aguas tratadas adecuadamente puede ser una fuente importante de agua para cubrir las necesidades de los caudales ambientales.

Involucrar a todos los actores activamente. El manejo efectivo de los caudales ambientales involucra a todas las partes potencialmente afectadas y a actores relevantes y considera un rango completo de necesidades humanas y valores asociados a los ecosistemas dulceacuícolas. Los actores que sufren la pérdida de los servicios y beneficios de los ecosistemas deben ser identificados y compensados en los esquemas de desarrollo.

Implementar y reforzar estándares de caudales ambientales. Limitar expresamente la reducción y alteración de los caudales naturales conforme a la disponibilidad física y legal y realizar el balance de las necesidades de los caudales ambientales. Donde estas necesidades sean inciertas, aplicar el principio precautorio y estándares de flujo base sobre el mejor conocimiento disponible. Donde los caudales están ya fuertemente alterados utilizar las estrategias de manejo que incluyen mercados de agua, conservación, restauración de planicies y re – operación de presas para restaurar los caudales ambientales a niveles apropiados.

Identificar y conservar una red global de ríos que fluyan libremente. Las presas y tramos secos de los ríos impiden la migración de peces y el transporte de sedimentos, físicamente limitan los beneficios de los caudales ambientales. La protección de sistemas de ríos de alto valor del desarrollo de nuevos proyectos asegura que los caudales ambientales y la conectividad hidrológica se mantengan desde las partes altas de las cuencas hasta sus desembocaduras. Resulta mucho menos costoso y más efectivo proteger los ecosistemas de la degradación que restaurarlos.

Fortalecimiento institucional. Entrenar expertos para evaluar científicamente las necesidades de caudales ambientales, empoderar a las comunidades locales a participar efectivamente en el manejo del agua y en el diseño de políticas, así como mejorar la experiencia en ingeniería para incorporar el manejo de caudales ambientales en el abastecimiento de agua potable, control de inundaciones, irrigación y generación de energía hidroeléctrica.

Aprender haciendo. Dar seguimiento sistemático a las relaciones entre la alteración del flujo y la respuesta ecológica antes y durante el manejo de los caudales ambientales y refinar las asignaciones de flujo concordantemente. Presentar los resultados a todos los actores y a la comunidad global de caudales ambientales.

(Traducida por Ma. Antonieta Gómez Balandra, enviada a los organizadores del Simposio para inclusión en sitio web).

Para consultar el documento original, las organizaciones y gobiernos participantes, ver el sitio web:

http://www.nature.org/initiatives/freshwater/files/brisbane_declaration_with_organizations_final.pdf

Anexo 3. Lista de participantes en los talleres y reuniones

Cuadro 5. Lista de participantes en el Taller para el buen manejo de la subcuenca Volcán (24 de enero del 2008)

Taller para el buen manejo de la subcuenca Volcán			
Realizado el 24 de enero del 2008 en el salón comunal de Volcán			
Nombre	Institución	Teléfono	Correo electrónico
Nancy Altamirano Núñez	Jóvenes campeones del agua (JCA)	895 4123	
Yessenia Céspedes	Pindeco	730 0086	ycespedes@cr.freshdelmonte.com
Carlos Hidalgo	Frutex	871 8605	chidalgo@frutex.net
Harley Mora P.	Frutex	881 0313	hmora@frutex.net
Victor Ml. López Ortiz	MINAE – SRBA	730 0846	
Eliécer Carranza A.	CNE	860 9654	ecarranza@cne.cr.go
Alvaro Corea Contreras	INA	771 3945	
Noemí Vargas Villagia	Regidora Municipalidad de Buenos Aires	730 0405	noemyvv@gmail.com
Antonio Morera A.	JCA	866 1102	tonymorera@gmail.com
Ana Lucía Corrales	Rainforest Alliance	234 8916 ext. 105	acorrales@ra.org
Karen Arce Morales	JCA	850 7817	k-0283@hotmail.com
Verónica Vargas	JCA	742 1178	
María José Vargas	JCA	742 1178	
Yendry Pamela	JCA	742 1292	
Eder Vargas Azofeifa	JCA	742 1135	Edervargas88@yahoo.com
Tony Zúñiga Castro	ASADA Volcán	824 0028	tonyzc@racsa.co.cr
Ana Lía Zamora Chávez	ADI Volcán	742 1001	anazamorach@yahoo.com
Rafael Chacón B	Sindico Municipal Buenos Aires	829 8125	
Gerardo Aráuz Z.	Comisión de la cuenca	742 1303 317 3428	

Mario E. Chávez Rodríguez	MAG – Proterrabá	860 1808	mariotchavez@hotmail.com
Nancy Hidalgo Dittel	ITCR	550 2303	nhidalgo@itcr.ac.cr

Cuadro 6. Lista de asistencia a la presentación del proyecto realizado el 8 de febrero 2008 en Buenos Aires.

Presentación del proyecto Iniciativas de manejo en la subcuenca Volcán Realizado el 8 de febrero, 2008 en instalaciones del MAG, Buenos Aires			
Fernando Villanueva	Municipalidad	fvillanuevabeita@gmail.com	2730 0235
Víctor Manuel López O.	MINAE SRBA		2730 0846
Cecilia Leiva	Asociación de mujeres de Llano Grande		
Roger Campos Barboza			2730 0158
William Meléndez G	MAG	wimego@gmail.com	2771 5767
Olger Benavides Rivera		olgerbena@costarricense.cr	2736 0169
Asdrúbal Reyes Reyes		rasdrubal@gmail.com	2771 4764
Wilfredo Víquez		wilfredovu@costarricense.cr	2742 8082
Mario Chávez	MAG Proterrabá	mariotchavez@hotmail.com	2771 5767
Mario E. Montero		m.montero@costarricense.cr	2742 8082
Olman	Municipalidad	olquielo@yahoo.es	2730 1129

Cuadro 7. Lista de asistencia al taller para avalar las soluciones propuestas, realizado el 23 de mayo del 2008 en Volcán

Discusión de soluciones propuestas – reunion con Jorge Cole (TNC) Realizado el 23 de mayo del 2008 en el salón comunal de Volcán			
Nombre	Organización	Correo Electrónico	Teléfono
Casey Ella McConnell	ITCR		
Noilyn Arce Castro	JCA	noilynarca@gmail.com	2742 1341
Ericka Arce Morales	JCA	ekayma@gmail.com	2742 0006
Ana Lía Zamora Chávez	Comisión de la cuenca	anazamorach@yahoo.com	2742 1001
Jorge Cole Villalobos	TNC	jcole@tnc.org	8335 3322
Gerardo Aráuz	Comisión de la cuenca		8317 3428
Luis Eduardo Castro G.	Comisión de la cuenca		8834 4562
Mary Quesada de Miguel	Dueña de finca		2742 1008