

## **6. Establecer las herramientas y conceptos básicos para la Implementación de los Planes reguladores en la Zona de Los Santos.**

Durante las últimas décadas en Costa Rica, y no se escapa de la realidad la zona de los Santos que se ha dado una relación directamente proporcional entre el crecimiento económico- social y el deterioro de su medio ambiente. Factores tales como el crecimiento de la población, crecimiento económico no equilibrado, desarrollo de la agroindustria y de la industria en general; sin una adecuada planificación respecto a su distribución o acondicionamiento ambiental de instauración, ha conllevado a producir una fuerte presión en la explotación de los Recursos Naturales, que nos aleja de una condición de equilibrio con la naturaleza.

Por tanto, en los últimos años se ha experimentado un aumento importante de los niveles de vulnerabilidad en toda la población debido a los efectos de los desastres naturales y a la ocupación de terrenos no aptos. Los factores que pueden contribuir ante esta situación obedecen a los diferentes modelos de desarrollo que se han llevado a cabo en nuestro país sin considerar la legislación ambiental actual.

De hecho, lo que se quiere o pretende es proteger las inversiones futuras ya sea viviendas, proyectos hidroeléctricos, concesiones varias (tajos o extracciones de material de dominio público), apertura de caminos y sobre todo el medio ambiente aplicando o haciendo efectivo la legislación actual.

En la actualidad se identifican oportunidades estratégicas para el desarrollo de la zona de Los Santos. Se destacan las oportunidades en cuanto a la investigación, desarrollo y utilización de la biodiversidad, bosques, protección, manejo y utilización de los recursos minerales no metálicos y la producción industrial/agroindustrial limpia de alto valor agregado.

La necesidad de aplicar el conocimiento geológico a los programas de uso y ocupación del suelo son prioritarias esto debido a los diversos destinos que se pueden utilizar los terrenos de los distintos cantones; habitacional, agricultura, recreación, protección, reserva forestales, compatibilizando sus respectivas capacidades y limitaciones geológicas, con todos aquellos factores o características que cuando son desatendidas resultan determinantes para provocar su degradación, que en ocasiones y en determinados ambientes pueden provocar graves efectos a veces irreversibles.

En rigor, los estudios se orientan a otorgarle a los suelos un uso o destino compatible con sus características y riesgos geológicos.

El **Ordenamiento Ambiental del territorio (OAT)**, consiste en el diagnóstico y definición de las condiciones naturales del medio ambiente de un terreno dado, con el fin de establecer limitantes naturales de uso y sus condiciones de aptitud para el desarrollo facultativo de determinadas actividades humanas.

En términos prácticos un OAT significa analizar todas las variables que conforman el ambiente dado y definir en función de su análisis integral, una distribución o división de los terrenos en función de las aptitudes naturales del mismo y de sus limitantes al desarrollo de actividades. El resultado final, normalmente consiste en una serie de mapas que definen esas condiciones y establecen las limitantes necesarias para el desarrollo de actividades humanas.

Todo esto con el fin de planificar y ordenar su uso, no con criterios de “semáforo”, que impliquen prohibiciones o restricciones absolutas en el uso de los terrenos, sino más bien con condicionantes y limitantes para su utilización. El OAT debe implementarse no solo en áreas de uso futuro, sino también en áreas de uso actual, con el fin de planificar cambios en su uso, si fuese necesario.

De hecho, es necesario implementar programas de OAT en los cantones, dado que este es el verdadero instrumento de los programas de OAT, porque permite conocer el terreno con mucho mayor detalle. En este sentido, se propone que sean oficinas ambientales técnicamente bien calificadas, que funcionarios en el seno de las Municipalidades sean los responsables de la coordinación y ejecución de los programas de OAT en cada cantón.

Para esto se requiere escalas adecuadas tales como 1:10,000 hasta 1:5,000 o menos si es factible. Esta circunstancia hace imposible que desde una entidad coordinadora ubicada en el Valle Central se puedan ejecutar estos programas de forma adecuada y versátil.

Por esta vía las Municipalidades pueden iniciar el proceso de elaboración de los Planes reguladores o la revisión de los mismos, si están vigentes o si cuentan con ellos, de forma tal que los mismos integren las variables ambientales necesarias.

La premisa básica parte de que si no hay un adecuado conocimiento de las condiciones del terreno, no será posible establecer su capacidad para soportar el desarrollo de actividades, que aunque sean controladas ambientalmente, si se han ubicado en terrenos de baja aptitud natural o de capacidad de soporte, siempre producirán una degradación ambiental que se sumará y acumulará en una cuenta ambiental, que nos será cobrada por la naturaleza en algún momento de nuestro futuro no muy lejano.

Pese al innegable valor y aporte tecnológico asociado a la información geológica básica para el Ordenamiento Territorial (OT), debe ser asumido, que aún nuestra sociedad costarricense no está plenamente preparada o sensibilizada para valorar y utilizar eficientemente este conocimiento.

Por tanto, los estudios geológicos básicos propuestos, destinados a sustentar programas de OT, no sólo deben incorporar el mayor número y detalle de los parámetros básicos requeridos para tales objetivos, sino que una vez identificados, definidos, caracterizados y aprobados debe ser de conocimiento de toda la población.

Hoy en día, el proceso de deterioro ambiental tenemos muchos y de muy diversa naturaleza: desarrollo de proyectos en terrenos sin aptitud natural para soportarlos (urbanizaciones, zonas agrícolas en terrenos frágiles o no aptos), explotación minera no planificada y no ajustada a las necesidades de los cantones, contaminación severa de aguas superficiales e inicio de contaminación severa de aguas subterráneas, incremento potencial de las amenazas naturales (procesos erosivos intensos, deslizamientos, inundaciones) en algunos casos generadas por los desarrollos de proyectos.

Por consiguiente es necesaria la implementación de un ordenamiento del territorio de cada uno de los cantones que constituyen la Zona de los Santos. Es necesario desarrollar un Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) que recalque sus condiciones de aptitud natural y las limitantes técnicas que implica su desarrollo.

Las variables ambientales que deben ser integradas en los programas de OAT son las siguientes de acuerdo con Astorga G., 1996 son:

- ◆ ***Geología (de las formaciones rocosas y superficiales),***
- ◆ ***Geomorfología (formas del terreno y equilibrio con los procesos geodinámicos), Suelos (uso y capacidad de uso),***
- ◆ ***Clima,***
- ◆ ***Hidrología de aguas superficiales (cuencas hidrográficas y condición), Hidrogeología ( zonas de recarga, acuíferos).***
- ◆ ***Potencial Minero (evaluación y diagnósticos de recursos minerales),***
- ◆ ***Susceptibilidad de los terrenos a la Amenazas Naturales (fallamientos locales y regionales, procesos erosivos, deslizamientos, inundaciones).***
- ◆ ***Geotecnia***
- ◆ ***Medio antrópico.***

Pero, es indispensable que esta situación de aplicación y conocimiento sea transferida a los tomadores de decisiones ya que muchos proyectos son ejecutados sin considerar el impacto ambiental que un determinado proyecto pueda ocasionar al entorno.

La pérdida de especies y la existencia de otras en peligro de extinción es un buen indicador de **degradación ambiental**, pero no es el único que demuestra un uso inapropiado del territorio.

La pérdida de fertilidad de los suelos, la pérdida de biodiversidad en flora, fauna y microbiología, la reducción de hábitat, la migración y abandono de tierras, la especulación y el acaparamiento tierras también son indicadores importantes.

Actualmente, diversas leyes definen y norman diferentes modalidades en el uso del territorio, las cuales, por falta de una integración sistémica, hacen que en el mejor de los casos las mismas se apliquen aisladamente.

Los instrumentos legales existen, pero, deben de conscientizarse a la población con la finalidad de que en un futuro muy corto exista un ordenamiento del territorio, con la finalidad de tener un desarrollo sostenible y éste no podrá existir sin un conocimiento profundo de las condiciones bajo las cuales la base de recursos puede sustentar una producción sostenible y más intensiva de bienes y servicios.

Por lo tanto, para lograr un ordenamiento territorial debemos establecer un proceso estratégicamente planificado, dinámico de inducción de cambios integrales en el uso del territorio, además de, incorporar la dimensión ambiental a la planificación urbana, con la finalidad de preservar los monumentos históricos y arquitectónicos y la conservación del paisaje.

Pero, la visión que el país tiene del ordenamiento territorial es fragmentada y de corto plazo.

Es urgente la necesidad de estudiar la legislación existente en detalle para **identificar los artículos que definen directrices de ordenamiento del uso del territorio**, los traslapes, conflictos y duplicaciones de competencia, así como los vacíos o necesidades, todo ello a lograr un ordenamiento legal dentro de un marco jurídico, que establezca normas procedimientos para la planificación estratégica y la gestión territorial y ambiental del país. En el capítulo 3 se presenta un resumen de las leyes más utilizadas para el ordenamiento territorial.

Con esto se quiere delimitar los fines y usos de la tierra de acuerdo con su vocación ecológica y la demanda que exista sobre ella. Donde exista el señalamiento de los espacios sujetos a un régimen especial de protección, conservación o mejoramiento.

Esto implica que en los últimos años se ha dado una relación directamente proporcional entre el crecimiento económico y social y el deterioro del Medio Ambiente.

Dentro del marco institucional, existe actualmente en Costa Rica una gran cantidad de instrumentos legales para el ordenamiento del uso del territorio, partiendo desde la Constitución Política.

Debe implementarse un nuevo planeamiento en la política nacional de desarrollo que permita retomar los enfoques económicos, sociales y culturales para impulsar un desarrollo regional centrado en la cuenca hidrográfica como instrumento y unidad de análisis.

Por consiguiente, todos los proyectos de desarrollo urbano sostenido deben de incorporar un manejo saludable y seguro, donde estos deben de diseñarse para mejorar la calidad de vida y seguridad, proteger o restaurar la calidad ambiental.

En la actualidad el desarrollo urbano sustentable debe permitir un mejoramiento de la calidad de vida y seguridad, proteger o restaurar la calidad ambiental, además de, de asegurar que los recursos naturales y patrimonio no sean degradados.

Una de las grandes preocupaciones de la población costarricense, en el ámbito de la armonía con la naturaleza, tiene que ver con los cambios en la cobertura forestal, por su interés para la conservación de la biodiversidad, el agua y los suelos.

La actualidad la legislación ambiental y la planificación urbana deben de trabajar muy unidas, donde la variable de evaluación ambiental en todos los proyectos, establezcan claramente la protección al medio ambiente.

Mientras no haya un contexto estratégico para orientar y coordinar el uso del territorio y los distintos recursos naturales de la zona de Los Santos, no será posible manejar eficientemente los procesos de desarrollo económico y social, lo cual es un serio obstáculo a las políticas de globalización y funcionamiento internacional de Costa Rica.

La aplicación de la Legislación Ambiental actual tiene un propósito:

- ◆ **Mejorar la calidad de vida y seguridad**
- ◆ **Proteger o restaurar la calidad ambiental**
- ◆ **Asegurar que los recursos naturales y patrimonio no sean degradados.**
- ◆ **Minimizar la vulnerabilidad de la población ante las amenazas de origen natural y tecnológicas.**
- ◆ **La evaluación ambiental de proyectos y la protección del ambiente.**
- ◆ **Monitoreo continuo del medio ambiente**

- ◆ ***Estudio y manejo de riesgos, incluyendo planes para su prevención y la preparación ante evento.***
- ◆ ***Efectuar un Ordenamiento Ambiente del territorio***
- ◆ ***El diseño y uso de modelos especiales del medio ambiente***
- ◆ ***Evaluación de las capacidades geo-ecológica de áreas urbanas (recursos y fragilidad) bases ambientales para estructuración espacial.***

Pero, en la actualidad el panorama es otro:

- ◆ Algunos planes reguladores están únicamente en el papel porque no han sido publicados.
- ◆ Falta de seguimiento de los mismos por parte de las municipalidades.
- ◆ Debilitamiento progresivo del INVU.
- ◆ Imposiciones de otras instituciones.
- ◆ Leve aplicabilidad de la legislación actual o inconsistencia.

Aspectos no deseables de la situación actual del país directamente la Zona de los Santos que contribuye con del deterioro ambiental tenemos:

- ◆ Crecimiento urbano que no contempla las características del medio o sea deterioro ambiental.
- ◆ Ausencia de planificación
- ◆ Índices históricos de pobreza
- ◆ Rápido deterioro de la infraestructura.
- ◆ Pérdida de calidad de vida.
- ◆ Migración casi exclusivamente a la Gran Area Metropolitana y Los Estados Unidos de América
- ◆ Demasiadas leyes incongruentes o en conflicto.
- ◆ No existe una visión clara sobre que es el Ordenamiento Territorial.
- ◆ Existen conflictos entre la no existencia de los planes reguladores y las normas de Evaluación de Impacto Ambiental.
- ◆ Proyecto sin control ambiental.
- ◆ No hay capacitación a las instituciones estatales presentes de la Zona de Los Santos.
- ◆ La tecnología es inapropiada
- ◆ Falta de límites precisos del Area de Protección en el área.
- ◆ Las instituciones no pueden dar respuesta a situaciones en constante cambio.
- ◆ Falta de integración interinstitucional en el proceso de la O.T
- ◆ Dificultades para la coordinación intersectorial.
- ◆ El marco jurídico constitucional para O.T. Es disperso y obsoleto.
- ◆ Ausencia de sistemas de consulta popular.
- ◆ Faltan estructuras institucionales adecuadas.
- ◆ Prevalece el interés individual sobre el interés colectivo o público.

Reconocemos que los municipios del área en la actualidad no tienen Planes Reguladores y únicamente existen los acuerdos correspondientes para la posible implementación.

En la actualidad existen demasiadas leyes, pocos planes reguladores, muchos expertos en todas las ciencias; y, sin embargo, pese a que se ha establecido que el ser humano tiene el derecho de vivir en lugares seguros, el ordenamiento urbano no está acorde con las situaciones de riesgo y las realidades de la vida cotidianas.

En la zona de Los Santos a raíz de los efectos indirectos del Huracán Cesar (1996), los cantones de Dota, Tarrazú y León Cortés en conjunto con el INVU Dirección de Urbanismo, se redactó un documento denominado “ Reglamento de Zonificación Parcial de Usos de Suelo para las Ciudades de Santa María de Dota, San Marcos de Tarrazú y San Pablo de León Cortes “, donde en su primera etapa corresponde a la zonificación indicando las zonas de alto, mediano y bajo riesgo, ya sea por inundación, pendiente, deslizamiento, así como un plano de viabilidad, uso del suelo y un reglamento.

Además, se establece para los distrito cabecera de cada cantón de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Planificación Urbana No. 4240 del 15 de noviembre de 1968, los siguientes objetivos de la zonificación :

1. Establecer las zonas aptas para ubicar viviendas o edificios y orientar su desarrollo físico-espacial de los distritos primeros de cada cantón.
2. Complementar los reglamentos de los planes reguladores para mejor y dotar de servicios básicos, equipamiento comunal, de vivienda y vías públicas por parte de la Municipalidades y de las entidades gubernamentales y de los inversionistas particulares.
3. Promover una relación armónica entre los diversos usos de la tierra mediante la provisión de un reglamento que facilite su desarrollo.
4. Regular el uso de los terrenos y de las estructuras que se asienten, para beneficio de la comunidad, asegurando su utilización racional ordenada y segura.
5. Establecer tamaños mínimos de lotes y requisitos de retiro, cobertura y altura de las estructuras.
6. Respetar las áreas de protección de los ríos, quebradas y áreas de deslizamientos.
7. Controlar el desarrollo prematuro en áreas no urbanas, estableciendo zonas de desarrollo futuro.
8. Promover y proteger la salud, seguridad, comodidad, economía y bienestar de la población.

La existencia de un documento oficial y el mismo fue retomado en la Sesión Ordinaria No. 141 celebrada por la Municipalidad de Dota el día veinte (20) de mayo de mil novecientos noventa y siete (1997), en donde el Art. 1 se leyó, discutió, firmó y

aprobó el acta de la sesión anterior en donde se indica se agrega al acta de la sesión ordinaria No. 140 el documento completo sobre el Reglamento de Zonificación Parcial de usos de suelo del distrito Santa María de Dota, por lo tanto en la actualidad lo que se requiere son recursos para su publicación.

Debe considerarse que ya existe un documento aportado por la Dirección de Urbanismo del INVU y entregado a las tres municipalidades. Lo único que hace falta es efectuar una revisión en conjunto con las demás instituciones del estado e incorporar los Mapas de Amenazas Naturales de cada uno de los cantones efectuados en esta investigación, para la zonificación de uso del suelo de la zona.



## 7. Propuesta para una Implementación de un Sistema de Alerta Temprana por inundación (SATIN)

En los últimos años se ha acrecentado en el país la preocupación por el marcado deterioro de las cuencas hidrográficas, sus efectos negativos sobre el medio ambiente, la generación de inundaciones, deslizamientos, avalanchas han afectado comunidades diversas, siendo necesario buscar alternativas para prevenir estos efectos, siendo el **Sistema de Alerta Temprana por Inundaciones denominado como (SATIN)** uno de estos elementos en la actualidad.

Costa Rica, es un país con características muy particulares, cada año se presentan problemas de inundaciones y deslizamientos que provocan grandes pérdidas económicas e incluso vidas humanas que se podrían prevenirse y evitarse en algunos de los casos.

El desarrollo de un sistema de alerta oportuna e eficaces se implementa con la finalidad de que los mecanismos a utilizar establezcan alertas para salvar vidas y bienes antes de que ocurra el desbordamiento de un río o el posible desprendimiento de un deslizamiento que afecte la integridad de una comunidad, siendo indispensable establecer las medidas de prevención y mitigación .

Un sistema de alerta eficaz proporciona informaciones a tiempo sobre un desastre inminente y sobre lo que la gente debería hacer. Las advertencias públicas normalmente son más eficaces cuando forman parte de la planificación de la emergencia antes del desastre, que implica una cooperación.

Una preparación eficaz para las advertencias combina diversos elementos: previsión científica, órganos de decisión y respuesta pública. Y lo que es más importante, implica una sólida comunicación entre cada elemento.

Un sistema de alerta temprana por inundación (SATIN), es un mecanismo que permite ejecutar una serie de pasos predefinidos, que ayuden a reducir los posibles efectos al presentarse un fenómeno. Los pasos son los siguientes:

- ◆ **Cuándo activar la alerta:** Previamente se tiene que conocer en que momento se debe iniciar la alerta, esta información se obtiene del estudio particular de la cuenca.
- ◆ **Quién activa la alerta:** Se debe saber quienes pueden o deben activarla, esto para evitar confusiones, dar seguridad y confiabilidad en particular para ambos puntos debe ser en la Guardia Rural.

- ◆ **Cómo activar la alerta:** Son los medios de comunicación e información locales con que se cuentan y son conocidos con anterioridad en caso de la Copey o Santa María debe efectuarse por medio de una sirena.
- ◆ **A quién se alerta:** Se refiere a los sitios que por su condición de amenaza deben ser informados y previamente identificados.
- ◆ **Activación de la alarma:** Los puestos que han sido alertados, activarán a su vez la alarma que se siga nuevamente Cómo y a Quienes informar.

Es por ello, que se ha considerado que la Cuenca Hidrográfica Superior del Río Pirris, bajo las condiciones actuales de uso indiscriminado de la tierra y sus efectos por desbordamientos en las partes inferiores del cantón de Parrita, a corto plazo se puede Implementar un Sistema de Alerta Temprana para inundaciones denominado SATIN.

A raíz de esta situación las poblaciones de Santa María de Dota, Tarrazú, San Pablo, se ubican en la parte superior de la Cuenca y dado el efecto negativo por erosión y deforestación es vital implementar el sistema. Esto debido a que en los últimos años a raíz de los efectos de los huracanes Joan (1988), César (1996) y Mitch (1998), las poblaciones de Copey, Dota, Tarrazú y Parrita fueron severamente afectadas por los desbordamientos del Río Pirris implicando pérdidas millonarias en obras de infraestructura como puentes, daños en acueductos, diques y viviendas,

Por lo tanto, al iniciar el proceso de SATIN y una vez puesto en práctica, al activar una alerta hay una serie de elementos involucrados que se deben tomarse en cuenta, estos pueden variar de acuerdo al tipo de fenómeno. Algunos de estos elementos son el tiempo de anticipación, la clase de pobladores, el acceso al sitio y de la ubicación de los lugares seguros entre otros.

Por ejemplo cuando se activa una alerta por inundación, el tiempo con que se cuenta antes del evento o tiempo de anticipación, es el que va a determinar el tipo de mecanismo, ya sea de socorro, evacuación o protección que se puede utilizar y con cuanto grado de intensidad se puede llevar a cabo.

Muchas zonas en el área de estudio presentan características como precipitación intensa, condiciones topográficas con altas pendientes y condiciones desfavorables del uso del suelo, que combinadas intensifican el problema de aumentos importantes del caudal y desbordamientos en varios puntos a lo largo del cauce del Río Pirris, principalmente en los sectores de Copey y el centro de Santa María de Dota, así como, por última instancia Parrita.

Algunas de estas características como la precipitación y la topografía no se pueden modificar, son naturales y propias de cada cuenca, pero, otras como el uso del suelo y la expansión de los asentamientos humanos en las riberas de los cauces si pueden ser regulados con planes de ordenamiento territorial.

Al ser las inundaciones provocadas por fenómenos naturales no se puede saber con certeza los efectos o daños que provocarán magnificándose este problema dependiendo del uso del suelo que se de.

Los sistemas de alerta temprana son estructuras operativas que tienen como meta alertar a la población en caso de un fenómeno natural (inundaciones, deslizamientos) de proporciones tales que pueda causar fatalidades, daños y pérdidas materiales. Como tales, deben satisfacer el criterio operativo de brindar una alerta con suficiente anticipación para que la población pueda tomar las precauciones mínimas necesarias con relación al fenómeno que se genera.

En toda comunidad que se ubique en un área bajo amenaza es vital subrayar la importancia de fortalecer las capacidades regionales, locales para gestionar sistemas de alerta temprana.

Los sistemas de alerta temprana existentes en Costa Rica, se ubican en áreas como la Cuenca Superior del Río Reventado en Cartago y en la actualidad se esta implementando en la Cuenca del Río Uruca en Santa Ana, en el área del deslizamiento Tapezco, donde se ha capacitado a la comunidad involucrada.

Algunas de las nuevas tecnologías que desempeña un papel fundamental en los sistemas de alerta son muy sofisticados y caras: la teledetección, sistemas globales de posición (GPS), estudios técnicos y la gestión de la información electrónica (recopilación, almacenamiento, recuperación y difusión), contribuyen exitosamente a la formulación de advertencias convincentes, precisas y de amplia difusión.

En la actualidad la compra de estos equipos por parte de instituciones del estado es prácticamente imposible y lo único que se ha efectuado es por medio de convenios o de aprovechar la tecnología disponible en el país.

El costo unitario de esas tecnologías disminuye cuanto más se difundan. Esto contribuye, por supuesto, a que sean más accesibles. Y también se están modernizando las formas de recopilación de datos por parte esos sistemas: los responsables de la gestión de los desastres han elaborado programas de ordenador que ayudan a tomar decisiones a nivel local. Los programas ofrecen respuestas a cuestiones del tipo ¿qué sucedería si..? a poblaciones sujetas a un alto riesgo ya sea por inundación o deslizamiento.

Sin embargo, lo que cuenta es si el mensaje llega o no llega a la población y a las organizaciones de respuesta a los desastres.

Los sistemas de alerta tradicionales que usan altavoces, radios públicos, teléfono, fax seguirán desempeñando un papel básico por mucho tiempo. La alta tecnología lo que hace es aportar más posibilidades para comunicar advertencias.

La capacidad técnica de un cantón para crear o poner en marcha un sistema de alerta previa se puede ver paralizada por la falta de fondo; o se puede disponer de datos, pero su interpretación no es correcta; o podría ser precisa, pero no se puede comunicar a las poblaciones a riesgo, o se difunden de una forma que confunden a la gente o no la ayuda a decidir qué es lo que tienen que hacer para poner a salvo sus vidas y sus bienes.

Los sistemas de alerta previa no funcionan sin recursos financieros, humanos, materiales y técnicos.

Todo esto supone un gasto que lleva a la eterna duda de elegir entre destinar los escasos recursos a hacer frente a las prioridades del momento, o invertir en la preparación y prevención de un fenómeno que quizás nunca ocurra. Puede resultar muy difícil poner de acuerdo a políticos, sociólogos y técnicos.

Muchos de los procedimientos de alerta previa, incluidos algunos que hacen de tecnologías de vanguardia fallan. Resulta instructivo observar las lagunas que se verifican en la cadena de emisión de alertas, después de que se produce un desastre.

Cuando se percibe la proximidad de un desastre natural importante, la tensión sube muy alto. Son muchos los factores interrelacionados que puedan influir en las reacciones de las autoridades y de la gente ante un desastre inminente. Sin embargo, en ocasiones, los sistemas funcionan; y, en ocasiones, un solo individuo puede influir de un modo determinante en la llegada del mensaje a una población numerosa y vulnerable.

El elemento decisivo y final que da sentido a todos los esfuerzos para la mitigación de desastres es la respuesta de la población interesada (responsables políticos, funcionarios y trabajadores de los diferentes organismos de protección, población afectada) a las alarmas de largo, medio y corto plazo.

Las previsiones, por muy precisas y puntuales que sean, no tienen sentido ni utilidad en el ámbito de la mitigación de las catástrofes, si no consiguen provocar una respuesta adecuada para la protección.

Un estudio sobre los sistemas de alerta previa, que la Secretaria del DIRDN (Decenio Internacional para la Reducción de los desastres Naturales, 1990-2000), señala cuatro puntos que se pueden mejorar en todos los niveles.

- ◆ **La investigación y el desarrollo de los sistemas de alerta previa debe ser constante. Aunque algunos sistemas son muy eficaces, se puede lograr mayor precisión.** Para asegurar un éxito mayor es necesario conocer mejor los fenómenos naturales, las nuevas tecnologías disponibles y mejorar las relaciones entre políticos, científicos y responsables de la comunicación.
- ◆ **Se necesita reforzar las capacidades nacionales para instalar, explotar y mejorar los sistemas de alerta.** Para que las poblaciones vulnerables puedan confiar, entender y actuar adecuadamente cuando leen o escuchan mensajes de alerta, es necesario que las capacidades nacionales y locales sean apropiadas para recibir datos, detectar pistas y saber qué hacer con todo ello. Las comunidades necesitan la formación y materiales adecuados para mantener sus propias iniciativas con relación a los sistemas de alerta. Lo mejor sería que el desarrollo de los sistemas de alerta estuviera estrechamente relacionado con el resto de los procesos en curso para la adopción de medidas oportunas de la preparación, respuestas y mitigación.
- ◆ **Habría que fortalecer la sinergia entre los sistemas de alerta y el modo en que reciben y reaccionan a las advertencias las organizaciones y la población.** Por otro, la gente y las organizaciones responden, cuando se detecta una amenaza inminente y se toma la decisión de alertar a la gente, es indispensable hacer entender el mensaje a las personas sujetas a riesgo. La respuesta social a las advertencias no depende principalmente de su precisión sino de su credibilidad.
- ◆ **Hay que mejorar la calidad y el acceso a las informaciones proporcionadas por los sistemas de alerta para facilitar la labor de los órganos de decisión en todos los niveles.** Una cantidad excesiva de informaciones puede ser negativo: los órganos de decisión se pueden agobiar con tantos datos. Por el contrario, hay naciones sin un acceso real a los datos recopilados por esos sistemas avanzados que necesitan ayuda para poder explotarlos. Por una parte, la información debería fluir racionalmente a los usuarios; y por otra es necesario enseñar a la gente a manejar equipos y materiales para extraer datos y utilizarlos de la mejor manera posible, es decir, para la prevención o reducción del número de pérdidas humanas y materiales.

Las medidas de previsión implican también la utilización de datos científicos recopilados en una gama de fuentes de alta y baja tecnología, la creación de modelos computerizados y la experiencia de los profesionales.

La comunicación comprende la difusión de métodos entre científicos, funcionarios del gobierno y público en general. Es necesario hacerlo de forma que todo aquel que necesite recibir un mensaje lo consiga rápidamente y de modo inteligente. Pero primero, y por encima de todo, debe ser creíble.

La gente responde perfectamente a los sistemas de alerta considerados eficaces. Si las advertencias son malinterpretadas o no sabe qué medidas adoptar para protegerse, el sistema de alerta no sirve para nada.

La construcción y mantenimiento de un sistemas de alerta es una tarea que ninguna persona u organización puede realizar sola. Pero cada región y comunidad tiene sus propias formas y posibilidades de asociaciones. Cuanto más local sea la colaboración, más comunes serán las características culturales y regionales.

Para el caso de inundaciones en general estos sistemas se integran sobre la base de tres componentes: monitoreo de condiciones hidrometeorológicas, pronósticos de crecidas y alerta.

En la mayoría de los casos los sistemas de alerta locales o comunitarios se han instalados contando con el apoyo de las entidades nacionales en este caso de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgo y Atención de Emergencias (CNE), quienes han cedido el uso de sus frecuencias para las comunicaciones que se llevan a cabo en estos sistemas.

Como es de esperarse, la red de radiocomunicación en la cual se basan estos sistemas ha beneficiado en muchos casos a la población en instancias de tipo social, que no están relacionadas con la alerta temprana, pero que son de interés para los miembros de la comunidad.

Los sistemas de alerta temprana (SAT), son estructuras operativas que integran personas, instituciones e instrumentación con el fin de poder tomar medidas de respuesta inmediata ante la eventualidad de un fenómeno natural que puede causar desastres.

Por lo general, los SATs se integran sobre la base de dos equipos de trabajo; uno que se encarga del monitoreo de los fenómenos naturales y que está capacitado para hacer pronósticos sobre el comportamiento de los fenómenos y otro equipo que toma los pronósticos, moviliza los recursos necesarios y ejecuta un plan de emergencia, que puede contemplar evacuación de zonas o creación de medidas de contención preliminares.

El éxito de un SAT radica en la capacidad operativa y de respuesta del personal que lo opera. En este contexto, cada minuto de antelación a un desastre es de vital importancia para llevar a cabo los planes de respuesta o emergencia. De ahí que la organización encargada del monitoreo deba estar conformada por un grupo de miembros responsables y contar con redundancias en el sistema para que sea confiable en cualquier circunstancia.

Los pilares del SAT los conforman las instituciones, a sociedad civil y la instrumentación empleada para medir condiciones naturales.

Por lo tanto, el objetivo principal de un SAT es el de salvar vidas humanas y permitir a las autoridades locales y a la población tomar algunas medidas preventivas para minimizar daños causados por fenómenos naturales que se darán en un futuro muy cercano.

Bajo esta situación se puede diseñar cualquier sistema de alerta temprana. Por lo general, el diseño de los sistemas de alerta temprana se estructura en 3 fases de acuerdo con Villeggrán De León (1998) donde se indica:

### **7.1 Análisis de la situación local y de la amenaza**

Tiene como objetivos conseguir la información necesaria para determinar si es factible desarrollar el SAT y determinar si la población está interesada en operar un SAT para su propio bienestar.

### **7.2 Diseño e implementación del SAT**

Se compone de dos sub-fases: monitoreo y respuesta. En la fase de monitoreo se organiza la infraestructura que llevará a cabo la implementación y operación del sistema de monitoreo de los fenómenos naturales. En la fase de respuesta se organiza la infraestructura local necesaria para dar seguimiento al monitoreo y tomar las medidas de respuesta necesarias según sea el caso.

### **7.3 Organización Comunitaria**

El objetivo es crear la infraestructura necesaria para capacitar a la población y a entidades civiles y estatales en la respuesta que cada uno de estos sectores debe llevar a cabo como consecuencia de una alerta

En el centro de análisis se lleva a cabo una revisión de los datos reportados por los observadores para determinar una posible inundación. Una vez que se pronostica una inundación se transmite vía radio alertas a las comunidades en riesgo y se inician los planes locales y municipales de emergencia, que contemplan los preparativos de albergues para evacuación, la puesta en marcha de distintos comités encargados de varias actividades, tales como búsqueda y rescate, traslado de familias a albergues, manejo de albergues, primeros auxilios y coordinación general de la situación.

En Costa Rica el SAT se ha utilizado mediante las redes de radio de comunicación enlazadas a las demás entidades nacionales y sedes regionales, las personas y por ende la población que opera estos sistemas locales está en la capacidad de solicitar acceso a cuidado médico, servicios de ambulancias, así como apoyo de autoridades tales como policía, esta situación es muy frecuente en Talamanca, Limón. Además, en muchos casos el uso del SATIN es utilizado para eventos como sismos que

permiten determinar la intensidad de estos si ocurriese en una zona aislada para establecer los posibles daños o efectos secundarios.

Por lo tanto, los sistemas de alerta temprana están teniendo una buena aceptación en la mayoría de las comunidades más vulnerables, dado la simpleza de su concepto y la facilidad con la cual se implementan, siempre y cuando tengan el apoyo y coordinación de las instituciones del estado, esto debido, a que pequeñas comunidades requieren solucionar los problemas de diversa índole.

Por lo tanto, el SATIN que se desea implementar en la cuenca superior del Río Pirris básicamente en un Plan piloto, en donde se tiene los elementos básicos que son la comunidad bajo amenaza y los puntos donde se deben incorporar los medios de comunicación.

Con la experiencia de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencia (C.N.E), en cuanto a los sistemas de vigilancia de las cuencas de la región Atlántica y algunas del Pacífico, se basan en la observación de la precipitación y condición del caudal del río, esta vigilancia la mantienen por medio de comunicación por radio cada 6 horas en tiempo normal y se incrementa de existir un efecto indirecto de fenómenos hidrometeorológicos intensificándose los reportes de cada una de las regiones o ríos.

Es importante indicar que el SATIN toma en cuenta factores propios del fenómeno que actúa y factores culturales característicos de la zona. Entre los aspectos culturales se analiza la manera en que los pobladores ven y como se enfrentan a un problema dado, el grado de capacitación para el manejo de aparatos sofisticados y la necesidad que ellos sienten o no de un sistema de prevención y otros aspectos propios de cada comunidad.

Es muy importante recordar que no se puede dejar de lado aspectos como los sistemas de comunicación, el estado de carreteras y caminos, de puentes y del grado de organización local.

Este sistema de monitoreo de cuencas, ha permitido mantener un seguimiento del comportamiento de algunos ríos que en los últimos años han provocado serios problemas a las poblaciones que se ubican en los alrededores y de establecer evacuaciones si fuese necesario.

Previo, a desarrollar este capítulo de Implementación de un Sistema de Alerta Temprana por Inundación, se realizaron una serie de visitas y análisis de la zona para conocer más a fondo, con el fin de entender las necesidades de las comunidades cercanas al río.



En estas visitas se comprobó el grado de amenaza a que están expuestas muchas familias, donde al pasar los días observan como se pierde parte de sus terrenos por efectos erosivos del río o del hecho de sentirse a merced del río que se desborde en un momento oportuno.

La misma población de la zona indica los lugares donde se han presentado problemas, el tipo de problemas y posibles soluciones que ellos creen que funcionan.

Una de la característica más importantes para la implementación del SATIN, es la manera como se encuentra distribuida la población, si se encuentran focos importantes y las personas viven cerca unos de otros, el sistema es muy centralizado.

### **7.3 Análisis de la futura propuesta del SATIN en la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris-PArrita.**

En la actualidad la C.N.E. tiene organizado en los tres cantones los Comités Locales de Emergencia y dado la necesidad de mayor organización en el distrito de Copey, es necesario fortalecer un nuevo comité en el área, con el objetivo de una mayor organización local para la preparación y atención de una emergencia.

Por lo tanto, el SATIN pretende cubrir dos situaciones particulares, una de ellas, es la activación de alarmas que permitan avisar a los pobladores de un área determinada de posibles inundaciones y puedan tomar medidas de seguridad adecuadas, el otro fin del sistema de alerta es mantener la vigilancia o monitoreo de la cuenca.

Para la Implementación del SATIN en la zona de estudio, se recomienda realizar una serie de etapas que permitan asegurar el buen funcionamiento del mismo.

Dado que es un Plan piloto lo primero es de establecer los mecanismos de compra o la existencia de los radios por parte de la C.N.E y de la posible adquisición de sirenas para los puntos indicados dado que la vigilancia de la cuenca en una prioridad en cuanto a la prevención.

Con esto, es primordial un diseño de una red de radio comunicación. Esta red consiste en la instalación, operación y mantenimiento de un sistema de radios que operarán en una determinada banda de acuerdo con las disponibilidad de la C.N.E. De esta manera, con el equipo de radiocomunicaciones en los diferentes puntos se estará en capacidad de vigilar, alertar y dar aviso a las comunidades ante peligros inminentes.

- 1 La instalación de los puestos en Río Blanco, Copey y Santa María de Dota, lo más pronto posible, los cuales funcionarán para el programa de vigilancia y monitoreo de la Cuenca Superior del Río Pirris de la C.N.E, cada 6 horas de acuerdo con las condiciones del tiempo y caudal del río.***

- 2 Es necesario equipar estos puestos con instrumentos de radio de comunicación, sirenas y de brindarle capacitación a las personas que brindarán la información a Base Cero (C.N.E).**
- 3 Organizar a las comunidades involucradas en la formación de Comités de Emergencia o de Vigilancia de la Cuenca.**
- 4 Explicarle a todo la población que esta ubicada dentro de la cuenca sobre la necesidad de implementación de este SATIN, el funcionamiento del mismo, con la finalidad de que cualquier situación que sucede dentro de la misma, sea notificada a cualquier puesto con el objetivo de prevenir cualquier situación de emergencia y de establecer el sistema de alerta oportuno.**
- 5 Funcionamiento y mantenimiento del Sistema.**
- 6 Realización de mayores trabajos con la finalidad de implementar equipo más sofisticado para este sistema.**

El puesto principal de observación debe ser en la cuenca superior y uno de los puntos escogidos es esencialmente la naciente del Río Blanco, donde el aporte mayor corresponde a la cantidad de lluvia precipitada, y de establecer el aumento de caudal aguas abajo siendo necesario ubicarlo en la propiedad del señor Vindas, quién indicará a la CNE sobre las condiciones de precipitación y generar la secuencia de aviso a los demás puestos tal y como se indica.

- 1. Puesto Río Blanco avisa a Base Cero (Comunicaciones de la C.N.E ) sobre intensidad de lluvia.**
- 2. Base Cero avisa a Puesto Copey**
- 3. A puesto Santa María**
- 4. A puesto Parrita en caso de situación extrema donde ya existe un radio de la C.N.E**

El segundo punto corresponde en las inmediaciones de Copey donde por su situación de valle esta expuesta a que cualquier quebrada o el mismo cauce del Río Pirris afecte algunas viviendas o el pueblo en su parte central. El radio debe ubicarse en la Guardia Rural del distrito, dado que en este punto existe personal las 24 horas.

El tercer punto de vigilancia es los alrededores del centro de Santa María de Dota, dado que existe una mayor vulnerabilidad, debido a la cercanía de viviendas al cauce y que en los últimos años han sido afectadas por el desbordamiento o erosión de las márgenes. Se debe de coordinar con la Guardia Rural la ubicación de la radio en la sede de la delegación y por último a Parrita.

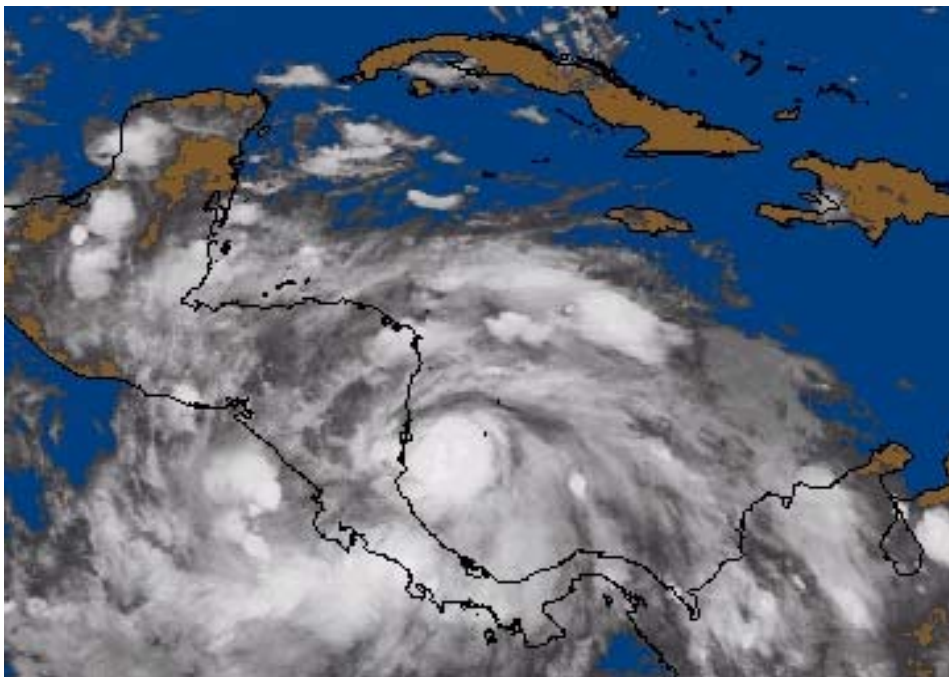
El aviso se hará conforme a las situaciones de incremento de precipitación y aumento de caudal, de acuerdo con las descripciones de los vigilantes de los puestos y se hará por medio de la frecuencia de radio en donde la instalación de una sirena será lo más conveniente.

Para la vigilancia de la cuenca se necesitan de los puntos indicados anteriormente con una estrecha comunicación con la C.N.E (Base cero), donde informarán de todo lo acontecido en el área ya sea por fuertes precipitaciones, deslizamientos, represamientos de cauces y de la condición del tiempo.

## 8. IMPACTO DE LOS DESASTRES EN LA REGION DE LOS SANTOS

La ubicación de los cantones de Tarrazú, San Pablo y Santa María en un área de alta convergencia de nubosidad y de precipitación establece que ante los fenómenos hidrometeorológicos tales como Joan (1988), Cesar (1996) y Mitch (1988) y Michelle (2000), se produjeron importantes aportes de precipitación los cuales aumentan los caudales de quebradas y ríos. Generando un incremento sustancial en el caudal total del Río Pirris y posteriormente el del Río Parrita, provocando inundaciones importantes en las partes bajas de la cuenca que afecta plantaciones de palma y viviendas.

Los huracanes han causado pérdidas por miles de millones de colones en daños materiales y de vidas humanas. Los deslizamientos de tierras e inundaciones potenciados por un pobre manejo ambiental y de las tierras han sido la principal causa de las devastaciones. ***Estos huracanes han resaltado claramente las relaciones que existen entre el manejo de las cuencas en sus partes altas y sus impactos río abajo.***

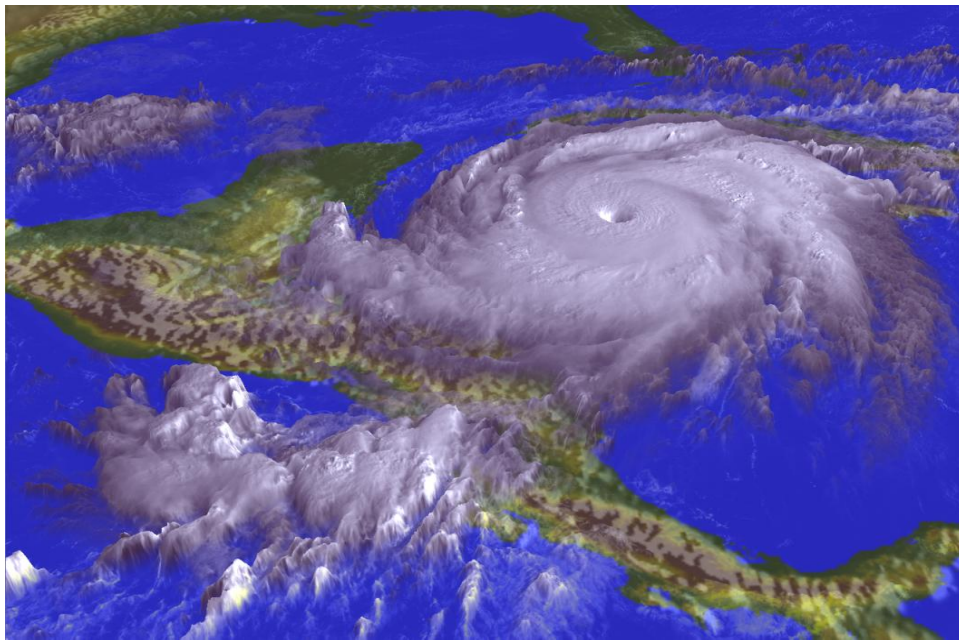


***Imagen satelital del Huracán Cesar, 28 de julio, 1996***

En la tabla No. 12 se indican los eventos hidrometeorológicos que han afectado desde 1949 hasta la fecha el territorio nacional y en particular la región de Los Santos

El impacto de un uso inapropiado de las tierras, prácticas agrícolas inadecuadas, sobrepastoreo, deforestación, mala ubicación de las viviendas y falta de control de contaminación en las partes altas de la cuenca repercuten en las zonas bajas en las situaciones extremas de disponibilidad de agua en cantidad y calidad para las poblaciones ahí asentadas, mayor vulnerabilidad de la población y de las inversiones en infraestructura a ser afectadas por fenómenos extremos, reducción de la capacidad de generación hidroeléctrica, debido a la sedimentación en los cursos de agua y embalses y daños a los ecosistemas existente.

Estos huracanes también han demostrado la relación entre pobreza, degradación ambiental y vulnerabilidad a fenómenos naturales externos lo que resulta en aumentar aún más esta pobreza.



***Imagen satelital del Huracán Mitch, 28 de octubre, 1998***

Si se trata de recuperar y mejorar situaciones sociales y económicas de esta región, así como, mejorar el impacto de fenómenos naturales extremos dado la intervención de la cuenca, las misma debe ***ser utilizada como unidad de planeamiento para orientar las decisiones de política e inversión.***

Por lo tanto, las decisiones en la inversión de recursos para el manejo de las partes altas de las cuencas deben considerar en forma crucial los servicios ambientales que dichas cuencas proveen a los beneficiarios que se encuentran aguas abajo.

Un manejo de cuencas integrado, que combina en forma equilibrada la creación de zonas de protección (parques, áreas de reforestación, ordenamiento de bosques y prácticas agrícolas de conservación), es crítico para proteger las comunidades aguas

abajo, tierras agrícolas y en general la infraestructura económica tales como puentes, caminos, plantas hidroeléctricas, viviendas y sistemas de riego entre otros.

Desde que existe el entendimiento de que un buen manejo de cuencas es crucial para mitigar el efecto de los fenómenos naturales. ¿Porqué no se aplican sus principios en forma amplia? Los mayores obstáculos no son precisamente los técnicos sino principalmente los de carácter político y social. Estos incluyen:

- a) La falta de coordinación institucional para el manejo de cuencas**
- b) La subvalorización de servicios ambientales**
- c) Pobreza rural y urbana.**

La falta de líderes y de mecanismos institucionales adecuados para aplicar y operar técnicas de gestión de cuencas, por ejemplo, falta de comités de usuarios de cuencas o cualquier otro tipo de organización que articule acciones a nivel de dichos territorios, es la principal causa del fracaso de las iniciativas. Entre las dificultades institucionales que existen para la gestión de cuencas y el agua en la región se tienen:

- ◆ Falta de coincidencia entre los límites de territorios de los gobiernos locales y regionales, con los límites físicos de las cuencas hidrográficas y las zonas costeras en las que influyen.
- ◆ Superposición de funciones, leyes y regulaciones entre los diversos ministerios y superintendencias responsables de diferentes aspectos de gestión de recursos naturales y medio ambiente así como de sectores relacionados, tales como de construcción de viviendas, explotación minera y trazados de caminos
- ◆ Falta de legislación, legislación inadecuada o simplemente la nula preocupación por aplicar las leyes existentes vinculadas a controlar los aspectos negativos por el mal uso de la cuenca y de la desordenada ocupación del territorio.
- ◆ Distorsión en la estructura de incentivos para el manejo del agua y de cuencas que en general fomentan el uso inadecuado de las mismas.

El nivel de degradación y la posibilidad de recuperarse depende enormemente de los ingresos de la población y de las actividades económicas y productivas que se pueden realizar en la cuenca. La gente es afectada y algunos mueren o pierde todas sus pertenencias y capacidad productiva por la presencia de fenómenos naturales extremos, convirtiéndose en desastres porque siguen construyendo y habitando en viviendas inseguras y sitios de riesgo y hacen esto porque sigue siendo la opción más racional a la cual tienen acceso.

**Tabla No. 12**  
**Afectación por eventos Hidrometeorológicos en**  
**El Pacífico Central y la Zona Sur del País**

<b>Fecha del evento</b>	<b>Precipitación (mm/mes)</b>	<b>Fenómeno Hidrometeorológico.</b>	<b>Deslizamientos conocidos</b>
Octubre /1949	1068		
20/Octubre/1954	1424	Hazel	
18/Octubre/1955	124 9	Katie	El Llano de la Piedra
Ocutbre/1956	1003	Greta	
Octubre/1959	886		
Nov/1963	813	Edith-Flora	
20/Abril/1970		Temporal Fuerte	
9/Noviembre/1970		Temporal Fuerte	
20/Setiembre/1971		Irene	
30/agosto/1973		Fuerte Temporal.	Pacífico Sur
Octubre/1973	1189	Blenda	
Octubre/1974	930	Fifi	
Octubre/1975	1015	Eloise	
25/octubre/1978		Fuerte temporal en Zona Sur	
Octubre/1979	825	Depresión Tropical	
Octubre/1985	821	Elena-Kate	
Octubre/1986	894	Depresión Tropical	
Octubre/1988	936	Gilbert-Joan	Lagunas de Arancibia-Miramar
Agosto/1991		Fuertes Lluvias	Vertiente Atlántica
1992		Fuertes Lluvias	Barrio Corazón de Jesús-La Uruca.
6 de agosto 1993		Tormenta Bret	Zona Norte- Lagunas de Arancibia
Octubre-1994		Fuertes lluvias	Matinilla-Santa Ana
14 de setiembre 1993		Tormenta Gert	Zona Sur
12-14 febrero-1996		Temporal-Vertiente de Caribe y Norte	Campabadal Turrialba-Jiménez y Caribe
26 de junio al 04 de julio de 1996		Sistema de Baja Presión	
24 al 28 de Julio/1996	800	Cesár	Zapotal Llano de Piedra
12 al 18 de Octubre/1996		Lili	Deslizamientos en el Pacífico norte, Central y Sur.
Octubre-1996		Marco	Pacífico norte y sur
Octubre-1998		Micth	Tapezco
Oct-nov-2000		Floyd	Tablón
Octubre-noviembre-2001		Michelle	Cerro Thiel-Burio-Guatuso

Fuente de información: Instituto Meteorológico Nacional, y CNE.

## **9. La gestión integrada en el ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris. Zona de Los Santos.**

En la cuenca hidrográfica del Río Pirris, la acción del hombre se ha manifestado diariamente en una gran cantidad de acciones (explotación de cauces, canteras, agricultura, pastoreo, caminos, turismo, descarga de desechos sólidos y líquidos, pesca, desarrollos habitacionales e infraestructura en general entre otros).

El objetivo de este capítulo es indudablemente, la de establecer los aspectos generales para la Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris. Por esta razón, se requiere prestar atención inmediata para el manejo de la cuenca en este caso particular es la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris, cuyo fin principal es implementar un Plan de Manejo de la cuenca donde se incorporan todas las variables expuestas en este trabajo.

El hecho, de que se ejecute dichas acciones no implica que constituyan automáticamente en parte de un proceso de gestión al nivel de cuenca y menos de que sean integradas. Para que formen parte de un proceso de gestión de cuencas deben ser previamente coordinadas entre sí considerando su efecto conjunto en la dinámica de la cuenca y en sus pobladores.

Por lo tanto, antes de iniciar con un análisis de la gestión de cuenca se debe establecer una pequeña reseña de términos que se indican en muchos trabajos y que en esta investigación se integran para un mayor conocimiento, donde no se pretende ser muy exhaustivo ni definitiva, donde se busca solamente introducir los conceptos más comunes utilizados alrededor del tema de cuencas hidrográficas.

Los planes de protección de cuencas deben ser específicos a las características y ubicación del lugar. La aplicación indiscriminada de un programa que fue exitoso en una cuenca puede no ser apropiada para otra, dado que las cuencas son extremadamente diferentes en términos de las características ambientales y naturales, usos del territorio y sistemas institucionales. Los instrumentos modernos de gestión como modelos de cuencas y sistemas de información geográfica van a jugar un rol importante en los esfuerzos futuros de manejo de cuencas.

La recuperación de las cuencas requiere de muchos pasos, esfuerzo que comienza con el reconocimiento de alteraciones antropogénicas o naturalmente inducidas que dañan la estructura natural y funciones del ecosistema o que evitan su restitución a una condición sostenible.

Para que el proceso de gestión en la cuenca sea “integrado” deben ejecutarse acciones que permitan obtener beneficios tanto en el aspecto productivo como en el aspecto ambiental considerando el comportamiento de la cuenca hidrográfica del Río Pirris; que mantenga la base ecológica para el futuro. Además, es necesario que el sistema de gestión permita que los usuarios participen con el fin de tender a la equidad y en la actualidad el panorama es otro totalmente diferente.



Las zonas a desarrollar se ven, sin embargo, afectadas a su vez por las actividades que se realizan en su entorno, sobre todo por las acciones que se realizan en las partes altas de la cuenca, en muchos casos la contaminación de las fuentes de aguas, que sirven para el abastecimiento de las poblaciones que se ubican en las partes inferiores.

Por lo tanto, debemos considerar que la **cuenca** como unidad geográfica constituye un ámbito biofísico ideal para caracterizar, diagnosticar, planificar y evaluar el usos de los recursos, en tanto, que la finca o las unidades de producción puede ser el medio adecuado para el manejo de los recursos; según la vocación de la cuenca y de acuerdo a los sistemas productivos en la dinámica de su entorno ecológico y socioeconómico (Jiménez, F. CATIE, 2001).

La **cuenca hidrográfica** se define como la unidad territorial que está delimitada por la influencia de un sistema de drenaje superficial, que tiene como límites físicos la divisoria de las aguas, hasta la confluencia del río principal a otro río mayor, lago o mar y en la cual se interrelacionan sistemáticamente procesos biofísicos, socioeconómicos y ambientales. Este espacio se puede delimitar en una hoja cartográfica, siguiendo la divisoria de las aguas (cotas de mayor elevación).

Se debe considerar que algunas viviendas de los distritos de Copey y Santa María están ubicadas en lugares ambientalmente sensibles, expuestos a amenazas por inundaciones y deslizamientos de tierra.

De hecho, la cuenca hidrográfica del Río Pirris esta fuertemente impactadas y el mayor efecto es la alta tasa de sedimentos que transportan las corrientes provienen del uso indiscriminado del suelo debido al desarrollo del café y la ganadería, se han generado muchos inconvenientes debido a deslizamientos de tierra, avalanchas e inundaciones.

Un aspecto que aumenta los riesgos por desbordamientos del cauce del Río Pirris obedece a la alta deforestación en las partes altas de las laderas de la cuenca superior. Tal situación ha generado un aumento en la escorrentía superficial, disminución de la recarga de agua subterránea, aumento de la erosión y, por ende, una mayor violencia en la descarga de agua en épocas de lluvias y eventos hidrometeorológicos importantes que afecten la región de Los Santos.

En la actualidad las construcciones hidráulicas existentes y obsoletas asociadas a los desarrollos de cada uno de los cantones, tales como: puentes, canalizaciones, muros, retenciones, rectificación de cauces, han provocado una alteración fuerte en la geomorfología del cauce en forma casi irreversible, lo mismo que el hábitat natural del área.

Debido a esta situación, debe considerarse la vida útil del embalse se que se esta construyendo en la parte media de la cuenca hidrográfica del Río Pirris por parte del ICE, el cual podría verse acortada la vida útil del mismo, por aportes de material producto de la erosión y el arrastre de sedimentos desde las partes superiores de la cuenca.

Por lo tanto, las construcciones y otras actividades que están alterando la cuenca están poniendo en peligro las posibilidades de mantener el abastecimiento actual de agua tanto potable como para el proyecto hidroeléctrico, dado los cambios sustancias e implicaciones que en la parte superior se ejecutan.

Esta situación refleja una falta generalizada de planificación, zonificación y control de la ocupación y uso de la tierra en la cuenca Superior del Río Pirris.

### **9.1 Gestión del ser humano en la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris**

La gestión integrada de una cuenca se sustenta en la conjugación de dos grupos de acciones complementarias: Un grupo de acciones orientadas a aprovechar los recursos naturales (usarlos, transformarlos, consumirlos), presentes en la cuenca para asistir el crecimiento económico y otro grupo de acciones orientadas a manejarlos (conservalos, recuperarlos y protegerlos) con el fin de tratar de asegurar una sustentabilidad del ambiente (ICE, 2001).

Por lo tanto, los beneficios directos agua, oxígeno, aire, secuestro de CO<sub>2</sub>, biodiversidad, alimentos, paisaje y recreación están en cada uno de las cuencas y deben ser protegidos para el bienestar del ser humano y en el caso de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris es una de las prioridades a futuro.

Una de las definiciones de **gestión integrada de cuencas** es la siguiente: Actividades que realiza el ser humano en una cuenca para en forma integral ordenar el territorio y los recursos de éste, permitir el desarrollo de actividades y procesos, que en un marco de preservación, protección, recuperación y uso sostenible del medio ambiente permitan mejorar el bienestar y la calidad de vida de las personas.

En la actualidad hay una tendencia a hablar de gestión de cuenca más que otros términos, debido a que se ha llegado a concluir que todas las acciones en una cuenca tienen como hilo conductor las acciones humanas, las cuales son las que causan las afectaciones a loas ecosistemas y recursos presentes en la cuenca (Jiménez F, junio, 2001, CATIE).

La gestión integrada de cuencas abarca no solamente la formulación y ejecución de planes de gestión, manejo o desarrollo de cuencas, debe abarcar también la fase que define el modelo o estructura organizativa por cuencas a nivel de cada cantón y su marco financiero y legal.

A raíz de esta situación, una de las formas efectivas es la del manejo integrado de recursos naturales mediante el "**manejo de cuencas**".

Dentro de los elementos que deben orientar la gestión de cuencas en la actualidad están los siguientes:

- ◆ ***La cuenca como sistema***
- ◆ ***Como unidad de planificación y de evaluación de los impactos.***
- ◆ ***Un enfoque que establece al ser humano como actor y responsable de la degradación ambiental en nuestras cuencas.***
- ◆ ***La necesidad de crear capacidades de gestión en todos los niveles***
- ◆ ***El ordenamiento territorial como instrumento***
- ◆ ***La participación social concertada***
- ◆ ***Una extensión humanizada.***
- ◆ ***Coordinación interinstitucional local***
- ◆ ***Crear la capacidad de sostenibilidad de las acciones.***

Usualmente se confunden o usan indistintamente los términos manejo y gestión de cuencas. Algunos autores conceptualizan manejo de cuencas de la siguiente forma:

“ el manejo integrado de cuencas como proceso, como un sistema y finalmente, como un conjunto de actividades organizadas secuencialmente, tales como la formulación, implementación y evaluación de conjuntos estructurados de acciones y medidas dirigidas tanto al control de los procesos de degradación ambiental como al aprovechamiento de los recursos naturales con fines productivos”. El elemento que enlaza estas dimensiones es la utilización de la cuenca como unidad para el análisis, planificación y gestión ambiental (Basterrechea y otros, BID, abril , 1996, ICE, 2001) .

La cuenca hidrográfica concebida como un sistema dentro del medio ambiente, puede ser representada por las interrelaciones de los subsistemas social, económico, demográfico y biofísico (biótico y físico).

La cuenca hidrográfica se puede definir dentro de las perspectivas de los sistemas como: "Un sistema de relaciones sociales y económicas cuya base territorial y ambiental es un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar", o conversamente como "Un territorio caracterizado por un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar y cuyas modificaciones se deben a la acción o interacción de los subsistemas sociales y económicos que encierra".

La cuenca hidrográfica es un sistema complejo, con interacciones permanentes en el tiempo y en el espacio de los diferentes componentes dentro de la misma cuenca y con el entorno y donde el hombre el principal elemento de la cuenca.

Indiscutiblemente, la intervención en la Cuenca del Río Pirris y el impacto al medio ambiente se ha reflejado en la fuerte erosión, abuso de cultivos en áreas de fuerte pendiente, descarga de líquidos y sólidos al cauce debido a procesos de los beneficios de café existente en el área de los Santos y que esta afectado al ambiente.

Debido a la fuerte intervención existente en la cuenca superior del Río Pirris, se establece como condición esencial el manejo de la cuenca como un proceso donde se debe establecer la formulación, evaluación y ejecución de proyectos y programas dentro de un objetivo general de lograr el desarrollo. Por su parte, este concepto visto como un sistema consiste en un conjunto de medidas de manejo y un menú de opciones técnicas apropiadas para la implementación de esas medidas y de desarrollo sostenible.

Basado en CEPAL, 1999, se indica que los elementos y recursos naturales que son considerados en el proceso de gestión en una cuenca (letras a, b y c) se cruzan con las etapas de gestión. Se han agrupado en cuatro categorías: el primer grupo (a) incluye todos los elementos, recursos e infraestructura para habilitar una cuenca; el segundo grupo (b) abarca todos los elementos y recursos naturales presentes en una cuenca; el tercer grupo (c) incluye la gestión del uso múltiple de los recursos hídricos; el cuarto grupo (d) abarca el uso sectorial del agua de acuerdo con el gráfico 1.

**Gráfico 1**

**Jerarquización de acciones de gestión en cuencas hidrográficas**



Fuente: Dourojeanni (1997c), CEPAL 1999.

Las etapas en un proceso de gestión de cuencas (números 1, 2 y 3):

La etapa previa (1): estudios, formulación de planes y proyectos;

La etapa intermedia (2): etapa de inversión para la habilitación de la cuenca con fines de aprovechamiento y manejo de sus recursos naturales con fines de desarrollo económico y social.

La etapa permanente (3): etapa de operación y mantenimiento de las obras construidas y manejo y conservación de los recursos y elementos naturales.

Otro término utilizado como sinónimo de manejo de cuencas es el de “**ordenamiento de cuencas**”. Esto no es correcto puesto que el “ordenamiento” no es más que una fase previa en el proceso de habilitación de una cuenca para uso del hombre, tendiente a planificar el uso del territorio y los recursos, lo cual sirve indistintamente al aprovechamiento y el manejo.

En la actualidad se promueve con alta prioridad la necesidad de lograr el uso sostenible de los recursos naturales, sin embargo en muchos casos no se toman los criterios de integración, las características y limitantes de los recursos, la interacción entre ellos y sus niveles de intensidad de uso. Las relaciones de causa efecto entre las partes altas y bajas, cómo afecta el uso inadecuado de un recurso y cómo evaluar los cambios e impactos, puede realizarse mediante el análisis espacial de manejo de cuencas. -

De acuerdo con CEPAL, 1999, existen tres aspectos críticos que atentan contra la creación de entidades de cuenca:

- ◆ uno vinculado a la escasa valorización económica de los servicios ambientales que proporciona la cuenca,
- ◆ el otro a la falta de organización y participación de su población, y
- ◆ la poca atención que se da a los factores socioeconómicos. Las cuencas son complejas unidades físicas por sí mismas.

La falta de control de desarrollos de viviendas, beneficios, uso del suelo en el área de estudio ha generado que estas actividades que realizan en la cuenca amplifica enormemente el efecto de los fenómenos naturales causando desastres no precisamente “naturales”. Además, al mismo tiempo la capacidad de regeneración tanto de la población como de la cuenca se aleja cada vez más de ser factible con los recursos que se disponen y se torna en muchos casos irreversible.

En el cuadro No. 3 se aprecia claramente que el tipo de gestión a nivel de cuenca más completo se da en la columna (a), conocido en inglés como “*river basin development*” en la etapa intermedia y “*environmental management*” en la etapa permanente. Este enfoque equivale a aplicar técnicas de desarrollo regional y gestión ambiental al nivel de cuencas.

### **9.3 Relación de la Cuenca hidrográfica del Río Pirris y la gente que la habita.**

Un enfoque de las diferentes funciones que cumple una cuenca tanto desde el punto de vista biofísico como económico puede ayudar a los habitantes de la región a entender mejor los posibles intercambios ventajosos que existen entre las diferentes opciones de utilización adecuada la cuenca y la gente que convive en ella.

**Cuadro No 3**

**Clasificación de acciones de gestión en cuencas hidrográficas**

Etapas de gestión	Objetivos de gestión en cuencas			
	Para el aprovechamiento y manejo integrado	Para aprovechar y manejar todos los recursos naturales	Para aprovechar y manejar sólo el agua	
			Multisectorialmente	Sectorialmente
	(a)	(b)	(c)	(d)
(1) Previa	<b>Estudios, planes y proyectos</b> (ordenamiento de cuencas)			
(2) Intermedia (inversión)	<b>“River Basin Development”</b> (desarrollo integrado de cuencas o desarrollo regional)	<b>“Natural Resources Development”</b> (desarrollo o aprovechamiento de recursos naturales)	<b>“Water Resources Development”</b> (desarrollo o aprovechamiento de recursos hídricos)	<b>“Water Resources Development”</b> (agua potable y alcantarillado, riego y drenaje, hidroenergía)
(3) Permanente (operación y mantenimiento, manejo y conservación)	<b>“Environmental Management”</b> (gestión ambiental)	<b>“Natural Resources Management”</b> (gestión o manejo de recursos naturales)	<b>“Water Resources Management”</b> (gestión o administración del agua)	<b>“Water Resources Management”</b> (administración de agua potable, riego y drenaje)
		<b>“Watershed Management”</b> (Manejo u ordenación de cuencas)		

Fuente Dourojeanni (1994) y CEPAL (1999).

Para que sean útiles las valorizaciones deben reflejar la mayor cantidad de bienes y servicios que ofrece una cuenca a los diferentes usuarios incluyendo las necesidades de mantener los ecosistemas presentes en la misma. Estas valorizaciones deben considerar **los bienes y servicios** utilizados por los habitantes de la región de la Zona de Los Santos independientemente de su nivel social.

Analizando la relación entre la población de la Zona de los Santos y el ámbito de la cuenca hidrográfica, cada vez es más difícil desligar las interacciones entre las actividades agropecuarias y forestales frente a las necesidades de la población, dado que se establecen las demandas locales e inmediatas de recursos y servicios que provienen de las actividades de la agricultura y recursos naturales.

Por lo tanto, los usos indirectos tales como: recreación, ecoturismo, investigación, educación y el estudio de la biodiversidad son beneficios de la misma cuenca pero no son valorados por los habitantes.

Uno de estos recursos principalmente corresponde al agua, que representa como el recurso base para conciliar intereses entre la población total y las actividades económicas de un municipio, si la prioridad del agua es para el abastecimiento de las poblaciones, allí se genera la relación clave para delinear las acciones de las cuencas municipales, pero, lamentablemente el cultivo de la tierra es más fuerte que la protección de las zonas de captación de agua en la región.

De igual manera puede considerarse otro recurso o actividad clave para el desarrollo socioeconómico por ejemplo es forestal, pecuarias, agrícolas y turismo. La cuenca esta integrada principalmente por sus recursos y los habitantes de ellos, la valoración de los recursos expresa la potencialidad de oportunidades, pero fundamentalmente define los límites o capacidad de soporte sobre el medio físico. La oferta de recursos, su calidad y distribución determinan posibilidades para el hombre y sus actividades, de ella depende para qué sirve la cuenca o cual es el uso predominante.

Los beneficiarios aguas abajo de las acciones realizadas en la parte alta de la cuenca deben contribuir a su protección con conocimiento de los beneficios que perciben por hacerlo y la única alternativa es la capacitación de la comunidad involucrada en la cuenca que en la mayoría de los casos no es considerada.

Una observación importante en el manejo de la cuenca, es la interpretación de los beneficios que dependen de ella, los planificadores, tomadores de decisiones y políticos frecuentemente requieren sustentar sus acciones, siendo necesario implementar y evaluar planes de manejo. Se hace imprescindible pasar de la planificación a la implementación, para lo cual se requieren estrategias y capacidades operativas que viabilicen los planes de manejo.

#### **9.4 Manejo Integrado de la Cuenca Hidrográfica**

Se ha considerado que la fuerte intervención de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris requiere de un rápido manejo integrado donde los requerimientos de inversión son relativamente bajos, indiscutiblemente el principal actor es la participación de agricultores, comunidad y los usuarios de los recursos (extracción de materiales, pesca etc.), donde se establezca un adecuado método de extensión, capacitación y educación.

La evolución del manejo de la cuenca siempre estuvo relacionada al uso de los recursos naturales, inicialmente el agua, posteriormente el bosque y el suelo. Sin embargo la visión estuvo orientada a soluciones técnicas directas sobre la protección y conservación de los recursos, para minimizar los efectos y riesgos en el sistema de la cuenca hidrográfica.

Estos conceptos indican que **el manejo de cuencas requiere de la participación directa de la población total**, con un adecuado sistema de extensión, educación, y mecanismos de coordinación institucional. Se contribuye así a fortalecer las acciones de manejo de cuencas al nivel de campo, para demostrar resultados y garantizando su continuidad y efectividad en el sistema.

Es importante crear las condiciones para que los agricultores, comunidad organizada y población en general puedan mantener la continuidad de los proyectos y planes, la capacidad gerencial y actitudes debe ser una preocupación por fortalecer a los diferentes niveles (extensionistas, técnicos y agricultores).

Por lo tanto, se requiere entonces una visión y enfoque moderno para el manejo ambiental y sostenible de los recursos naturales y el desarrollo de la agricultura, en este sentido la gestión por medio del manejo de cuencas municipales se constituye como una alternativa estratégica para garantizar el equilibrio ambiental y el bienestar de la población y de la misma cuenca hidrográfica del Río Pirris.

En los últimos años se ha acrecentado en el país y las instituciones del estado la preocupación por el marcado deterioro de las cuencas hidrográficas y caso específico la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris, donde sus efectos negativos sobre el medio ambiente, tala de bosque y la alta tasa de sedimentación, debido al uso irracional de los suelos para el cultivo del café, ha provocado que la cuenca sea altamente susceptible, donde es necesario implementar un Plan de Manejo de Cuenca en un corto plazo.

Debemos indicar que en cualquier tipo de cuenca hidrográfica se ubican los recursos naturales suelo, agua, vegetación y otros, allí habita el hombre y en ella realiza todas sus actividades.

Cualquier infraestructura e intervención que realiza el hombre se encuentra en una cuenca hidrográfica, por lo tanto **no hay ningún punto sobre la tierra que no corresponda a una cuenca**. La excepción aceptada es para pequeñas áreas ubicadas en las partes bajas de las cuencas denominadas "**zonas de intercuenas**"

## **9.5 Elementos comunes al manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris**

La potencialidad de la cuenca del Río Pirris, esta asociada a aspectos económicos de los recursos naturales y a las actividades que se pueden lograr con base en sus usos, muchas veces los recursos están subutilizadas o el valor agregado tiene un mínimo de desarrollo.

En este sentido se deben buscar alternativas para valorizar los recursos y productos de la cuenca por medio de métodos modernos de la economía, asimismo se deben buscar las tecnologías para lograr la transformación de productos primarios y secundarios con sus respectivos valores agregados, vía la agroindustria, industria y comercialización. Por lo tanto, el llamado **desarrollo sustentable** es la resultante de un conjunto de decisiones y procesos que deben llevarse a cabo por generaciones de seres



humanos para su propio bienestar, dentro de condiciones de vida siempre cambiantes y vinculados a intercambios entre territorios (CEPAL, 1999).

Para conducir procesos de gestión integrada de cuencas se deben realizar alianzas o concertaciones entre múltiples actores que normalmente actúan en forma sectorizada sobre territorios que no coinciden con los límites de cuencas.

Esta problemática se origina en gran medida, por un sinnúmero de factores que han favorecido el proceso de degradación de los recursos naturales y han obstaculizado la marcha de programas de ordenamiento y manejo de cuencas.

En la cuenca hidrográfica del Río Pirris se ha corroborado que el proceso de degradación se localiza principalmente en las áreas de laderas de fuerte pendiente, los cauces y valles. Sin embargo en estas áreas se desarrolla la "**agricultura de ladera**" con severas limitantes; que contribuyen a impactos negativos que demandan la atención técnica integral inmediata.

En estas áreas existen pequeños agricultores de subsistencia, el apoyo técnico que reciben es limitado y las alternativas técnicas son escasas.

Pero, es fundamental la integración del hombre como elemento principal en el Manejo de Cuencas. Si bien es cierto, su intervención en las diferentes acciones en las cuencas es obvia, inicialmente no se le tomaba en cuenta en forma explícita dentro de la definición misma del Manejo de Cuencas; entonces se estableció la definición siguiente:

***"Es la gestión que el hombre realiza al nivel de la cuenca para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida para una calidad de vida acorde con sus necesidades, CEPAL, 1999"***.

Por lo tanto, se indica que **Manejo de Cuencas** es más que reforestación, conservación de suelos, desarrollo rural o actividades para el manejo hidrológico; se entiende como la utilización racional de los recursos naturales dentro de los límites de una área o unidad geográfica denominada cuenca, considerando fundamentalmente:

- ◆ ***La formulación e implementación de acciones y prácticas orientadas a la conservación de los recursos naturales en una cuenca.***
- ◆ ***El aprovechamiento de los sistemas naturales de una cuenca con fines de producción de bienes y servicios***
- ◆ ***Organización del uso de la tierra***
- ◆ ***Prevención y control de los efectos ambientales adversos debido al uso y manejo de los recursos naturales.***
- ◆ ***Interacciones de las partes altas y bajas de la cuenca***
- ◆ ***Importancia del recurso agua para el desarrollo regional y local***

- ♦ **Análisis sobre las interrelaciones de amenazas naturales (deslizamientos, inundaciones, avalanchas y actividad sísmica) y los efectos en el medio ambiente y sus implicaciones en la cuenca, basada en su configuración geomorfológica y ecológica, interrelacionada a los elementos antrópicos.**

El manejo de cuencas las personas que están inmersas deben de establecer las condiciones de continuidad y sostenimiento "*crear el poder social*". Se conduce un énfasis en las interacciones de los recursos naturales y el hombre, sin dejar de valorar los otros aspectos que ocurren en una cuenca, si es imprescindible o crítico, esto se articula con otros programas de desarrollo de la cuenca, por ejemplo salud, educación, obras viales, entre otras. La definición se expresa de la siguiente manera:

***“Manejo integrado de cuencas es la disciplina que trata de la gestión y uso apropiado de los recursos naturales y de otros recursos producidos por el hombre, buscando en última instancia la sostenibilidad, el desarrollo, la protección del ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida. El manejo de cuencas gira en torno al hombre y sus necesidades. ( CEPAL, 1999).***

Un aspecto positivo en cuanto al proyecto hidroeléctrico Pirris es que se ha preocupado por el manejo de las aguas abajo del área de embalse o captación, destinando recursos para manejar la parte alta de la cuenca de donde proviene el agua y por otro lado de integrar las áreas afectadas aguas abajo.

Además, se solicitaba a los agricultores de las partes altas realizar conservación de suelos o reforestación, con capacitaciones de uso del suelo, con el fin de poder resolver los problemas potenciales entre un manejo sostenible de los recursos hidráulicos en la cuenca del Río Pirris, donde es necesario desarrollar un programa de zonificación de uso de la tierra (ordenamiento para el uso del territorio) como parte inicial del manejo de los recursos hidráulicos en el área en consideración.

Este programa permitirá la identificación de la legislación adecuada y dirigida a controlar aquellos problemas que pongan en peligro la operación financiera y técnica del proyecto hidroeléctrico. El objetivo principal de esta legislación es proveer lineamientos para el uso responsable y sostenible de los recursos hidráulicos, así como en la definición de prácticas de conservación de suelos.

La cuenca también puede considerarse como un medio estratégico para integrar los diferentes componentes biofísicos y socioeconómicos en el marco del desarrollo sostenible y articular el crecimiento económico, la equidad y la sustentabilidad ambiental.

## **9.6 Beneficios posibles en la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris**

En una finca donde se aplique las prácticas forestales o de conservación de suelos tiene efectos directos en la finca, pero también generan efectos positivos fuera de ellas, algunos efectos son inmediatos, otros se producen en el largo plazo, sin embargo, el análisis de costo/beneficio de reforestar o de establecer prácticas de conservación de

suelos solo considera: la producción de madera, leña o incremento de producción del cultivo; pero, no se valoran efectos sobre:

- ◆ **La calidad del agua,**
- ◆ **Recarga de acuíferos,**
- ◆ **Disminución de producción de sedimentos,**
- ◆ **Menor costo por aplicación de fertilizantes,**
- ◆ **Mejoramiento de la biodiversidad y**
- ◆ **Cambio positivo en el ambiente y la misma valoración del terreno.**

Para resaltar algunos de los beneficios y ventajas es necesario definir indicadores sobre el mejoramiento ambiental y la sostenibilidad de los recursos naturales, logrados mediante el manejo de la cuenca.

Entre los principales beneficios y ventajas se señalan los siguientes:

- ◆ Es una alternativa interesante para el ordenamiento territorial y ambiental, posibilita la relación e interacción espacial y los diferentes escenarios asociados a las capacidades y vocación de la cuenca.
- ◆ A nivel de microcuencas se puede lograr una participación más inmediata, por el interés común en este nivel de espacio.
- ◆ A los dueños de las fincas se les debe demostrar los beneficios que se derivan de la conservación de suelos, aguas, agroforestería, manejo de cultivos, uso racional de agroquímicos (mejor uso de los recursos naturales). Se mostrarán los resultados asociados con el rendimiento de los cultivos, mejor productividad, disminución de insumos y costos de producción, mayor retención de humedad y de calidad de agua, mayor oferta de agua, disponibilidad de leña y otros productos forestales.
- ◆ A nivel de cuenca, se logrará mejorar la calidad del agua, regular el sistema hídrico, controlar inundaciones y sequías, estabilizar a la población, internalizar las externalidades asociadas al manejo de la cuenca.
- ◆ Fuera de la cuenca, se garantiza la oferta de servicios, por ejemplo agua para poblaciones, riego, electricidad, lugares de esparcimiento, oferta de productos forestales y agropecuarios.
- ◆ Se facilita la organización y gestión para la cuenca.
- ◆ Se pueden identificar las fuentes de financiamiento asociados a los efectos globales y específicos que se producen en la cuenca.
- ◆ Valoración de la tierra y del patrimonio ambiental.
- ◆ Bienestar social, económico y ambiental.

El Diagnóstico Biofísico en una Cuenca Hidrográfica está orientado a identificar, precisar y dimensionar las situaciones que se presenten en el medio Biofísico; este análisis nos permite identificar la oferta y estado de los recursos naturales, el ambiente y la capacidad de carga de una cuenca en un momento dado; es decir, identificar el estado y la tendencia de los componentes biofísicos que constituyen el sistema Cuenca.

Los estudios básicos de erosión de suelos, uso actual, uso potencial, conflictos, hidrología, agroclimatología, etc. son aspectos técnicos que deben interpretarse a fondo para obtener de ellos la información necesaria tendiente a lograr la precisión y el dimensionamiento de las situaciones; además, nos proporcionan alternativas de solución para garantizar la modificación favorable del estado de las situaciones ambientales.

Es importante saber "**porque el hombre hace lo que hace**", cómo valorar sus conocimientos tradicionales, entender sus actitudes y potenciar el cambio o adaptación, valorar los aspectos de género y aspectos organizacionales. Hoy se plantea la hipótesis que el manejo de cuencas depende de la participación de la población local y del apoyo catalizador de las instituciones no gubernamentales y gubernamentales.

En el análisis de las causas hay que observar los impactos:

- ◆ La dinámica de cambio de la vegetación (deforestación),
- ◆ Movimiento de la población (migraciones).
- ◆ Uso y aprovechamiento de la tierra (reforma agraria, cooperativas)
- ◆ Agricultura de subsistencia
- ◆ La degradación del suelo
- ◆ Impacto de las aguas contaminadas
- ◆ Cambios en la política y legislación
- ◆ Abastecimiento de productos básicos y su evolución, balance de leña).
- ◆ Eventos catastróficos (terremotos, derrumbes, inundaciones, temporales).
- ◆ Cambios en la división político-administrativa.
- ◆ Problemas con obras del hombre y su evolución (embalses, carreteras)
- ◆ Zonificación de asentamientos y poblaciones.

## **9.7 La cuenca hidrográfica como sistema**

La cuenca hidrográfica concebida como un sistema está conformada por las interrelaciones dinámicas en el tiempo y en el espacio de los subsistemas social, económico, político, institucional, cultural, legal, físico y biológico. La visión de la cuenca como sistema supone el reconocimiento de la interacción entre la parte alta, media y baja de la cuenca, el análisis integral de las causas, efectos y solución de los problemas.

La cuenca como unidad geográfica constituye un ámbito biofísico y socioeconómico ideal para caracterizar, diagnosticar, planificar y evaluar el uso de los recursos, el ambiente y el impacto global de las prácticas de manejo, en tanto que la unidad de producción o el sitio específico puede ser el medio adecuado para implementar el manejo de los recursos; según la vocación de la cuenca y de acuerdo a los sistemas productivos en la dinámica de su entorno ecológico y socioeconómico.

La integración de todas las unidades de producción y sitios específicos de intervención de bien manejados permitirá lograr el manejo integral de la cuenca, reduciendo su vulnerabilidad a los desastres naturales y este en uno de los objetivos.

### **9.8 Ordenamiento territorial aplicado a la cuenca hidrográfica.**

Mediante este proceso lo que se pretende es que la acción municipal integrada por Santa María, Tarrazú y San Pablo, a un corto plazo logren una zonificación que garantice la seguridad ciudadana y el aprovechamiento racional de los recursos de las cuencas (forestal, agua, minería, materiales de construcción, turismo, recreación).

Este ordenamiento debe contemplar las necesidades futuras y el crecimiento poblacional de acuerdo a la capacidad de carga y tecnificación posible en la cuenca. La intervención debe ser la unidad de producción, que es la célula de funcionamiento de la cuenca, y que muchas unidades de producción bien manejadas, con una visión integrada, producirán el manejo adecuado de la cuenca.

Igualmente, lleva a considerar las condiciones de una cuenca, por ejemplo, para satisfacer las necesidades de sus habitantes actuales y futuros, pero también a garantizar el flujo de efectos positivos fuera de ella, como en el caso de los efectos hidrológicos para producir agua, energía y riego aguas abajo, para las generaciones actuales y futuras.

Por lo tanto, los problemas relacionados a los impactos ambientales debido a desarrollos urbanísticos, cabañas en área forestal, ampliación de carreteras, acueductos y el cambio de uso de suelos de vocación forestal a cultivos de café, aguacate, manzanas o ganadería, a provocado que se dé una conversión de un sistema ecológico natural y equilibrado a uno urbano, son responsables de varios efectos sobre el ambiente, tales como la alteración de la composición de la atmósfera, de los parámetros hidrológicos de la cuenca, de la geomorfología de los cauces y de otros cuerpos de agua, así como de las condiciones naturales del suelo y el aumento de las amenazas naturales (deslizamientos, avalanchas e inundaciones).

En cuencas fuertemente intervenidas caso de la cuenca Superior del Río Pirris en la Zona de Los Santos, debido al excesivo uso de terreno no aptos para el cultivo del café, en áreas de fuerte pendiente y condiciones del suelo se han dado efectos que se reflejan, las grandes pérdidas de suelo que transportan las corrientes de las quebradas tributarias al cauce principal.

Lo anterior plantea la necesidad de proteger a las reservas naturales y hacer uso racional y sostenible del suelo, para mantener o aumentar la capacidad productora así como, mejorar la calidad de vida del ciudadano.

Por lo tanto, se ha establecido que la cuenca hidrográfica debe de analizarse, planificarse y actuarse viendo a ésta como una unidad con un conjunto de interrelaciones sistémicas.

“La cuenca es una unidad espacial relevante para analizar los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos agua, suelo y vegetación”.

La cuenca como unidad espacial se basa en el criterio de patrón de drenaje de las aguas superficiales, son tres las características que distinguen este espacio geográfico:

- 1. Las líneas divisorias de agua como límites naturales totales o parciales.**
- 2. Una porción de territorio drenada por un sistema de tributarios que contribuyen a alimentar un curso de agua principal.**
- 3. Una dinámica ambiental definida por las interacciones sistémicas entre los recursos, suelo, agua y vegetación y el impacto que sobre estas interacciones tienen las decisiones en materia de uso de recursos naturales tomados por distintos agentes económicos.**

La cuenca hidrográfica del Río Pirris, como sistema natural, reúne todas las condiciones para el establecimiento de programas integrados que respondan en forma sostenible a los principios ya establecidos y permitan solucionar los problemas de tanta complejidad que se presentan los cantones producto del deterioro de los recursos naturales, del ambiente, la reducción de la capacidad productora de las cuencas hidrográficas y por ende en la disminución del nivel de vida del costarricense.

El estudio bajo el enfoque de cuenca permite analizar ese espacio geográfico de forma integrada, dadas las interrelaciones existentes. Donde los procesos ambientales se ven afectados por la forma de uso del suelo, agua, vegetación, por lo cual el análisis en el ámbito de la cuenca permite determinar las afectaciones ambientales por la acción del ser humano y las medidas preventivas y/o correctivas necesarias,

La capacidad de gestión para manejar las cuencas dependerá de muchos factores, tales como:

- a) Un nivel de conocimiento e información de la realidad y compromiso con el desarrollo de las comunidades, para posibilitar la armonización entre la naturaleza y calidad de vida.**
- b) Claridad y seguridad sobre el conocimiento para lograr recursos y medios adecuados para resolver los problemas claves para el bienestar humano y el mantenimiento del capital base sobre los recursos naturales.**
- c) Un marco institucional que permita y garantice las intervenciones en favor de las entidades sociales y sus respectivos entornos físico biológicos.**
- d) La formación de la capacidad de los recursos humanos debe ser equilibrada en todos los niveles organizacionales, institucionales e individuales (gerentes, expertos, extensionistas, líderes, agricultores, productores, educadores, ).**

- e) ***Visión para crear una imagen futura o imagen prospectiva del medio biofísico y socio económico.***
- d) ***Formación o fortalecimiento del liderazgo en los diferentes niveles y sectores, principalmente actuando en la niñez y jóvenes, para asegurar la continuidad y perennizar la filosofía de la sostenibilidad.***
- e) ***Tener una clara visión y concepción del desarrollo económico, de la equidad y de las garantías ambientales en torno a la sociedad y en particular a las poblaciones localizadas en zonas críticas de las cuencas hidrográficas.***

Sobre esta base de condiciones teóricas la gestión para el manejo de cuencas debe desarrollar estrategias, métodos, tácticas, sistemas, procedimientos y formas específicas según las diferentes problemáticas, capacidad de soporte y vocación de las cuencas.

En los últimos años ha adquirido gran importancia el incorporar los aspectos técnicos del ordenamiento territorial con carácter ambiental, determinando las zonas en equilibrio para los diferentes usos y de seguridad ciudadana. En este sentido los planes de desarrollo de las ciudades requerirán garantizar agua, servicios básicos, accesibilidad, comunicaciones, recreación, seguridad contra sismos, inundaciones, entre otras.

Por lo tanto deben establecerse las conexiones con el medio rural, las ciudades ya establecidas en función de la capacidad del sistema. El ordenamiento territorial considera los siguientes aspectos:

- a) ***El ordenamiento territorial debe estar articulado a la zonificación del uso de la tierra, identificando los principales cambios basados en las demandas y potencial de las cuencas.***
- b) ***El ordenamiento debe contemplar las tecnologías, sistemas de manejo más apropiados y medidas operativas para la implementación del uso y ocupación de las zonas determinadas.***
- c) ***Se debe establecer una compatibilización entre las diferentes áreas ordenadas, para viabilizar el desarrollo sostenible entre los ambientes de producción y conservación.***

#### **9.9 Puntos que se deben incorporar en la zonificación y manejo de Amenazas naturales en la cuenca hidrográfica del Río Pirris.**

- ◆ Asignación de concesiones para la extracción de materiales
- ◆ Zonificación de asentamientos humanos.
- ◆ Creación de parques, zonas “buffer”, forestación urbana
- ◆ Educación ambiental.
- ◆ Ordenamiento de la expansión urbana (con efectos en el drenaje superficial).
- ◆ Delimitación de zonas de alta amenaza y de protección ambiental.

- ◆ Limpieza de cauces, encauzamientos.
- ◆ Recreación y actividades turísticas en ríos y lagos y sus márgenes.
- ◆ Recuperación de “hábitats” para mantener la biodiversidad.

El valor que tiene una cuenca hidrográfica es muy alto, pero, lamentable para muchas personas no tienen ni la menor sabiduría de cómo valorizar el efecto que tiene una buena protección de la cuenca, principalmente en la parte superior para el abastecimiento de agua, protección forestal y sumideros, tanto, en mejoramiento de calidad como de su distribución en el tiempo.

Por lo tanto en muchos casos las personas ni siquiera saben de donde viene el agua, que se protege y de donde proviene, inclusive no entienden el impacto que tiene el uso de suelo, la deforestación existente en la cuenca superior y que es lo que se debe hacer para proteger a futuro la integridad y estabilidad ambiental en la cuenca.

### **9.10 Áreas muy susceptibles**

Un aspecto de mucha importancia en el análisis de la problemática de las cuencas es la determinación de áreas susceptibles. Una identificación frecuente la constituyen las áreas en sobreuso evaluadas por el conflicto del uso de la tierra, pero en realidad pueden presentarse otras situaciones de conflicto y gravedad.

***El área susceptible*** corresponde a situaciones en las cuales existen alteraciones significativas, graves, conflictivas, urgentes de atender, que disminuyen condiciones para el desarrollo social, económico o ambiental, por ejemplo:

- a) Áreas deforestadas, con quema y erosión.
- b) Áreas de sobreuso del suelo, de vocación forestal bajo uso hortícola.
- c) Distribución de la tierra
- d) Laderas con baja producción y alta degradación del suelo.
- e) Zonas de inundación frecuente y problemas de drenaje.
- f) Deficiente calidad y cantidad de agua para una población.

### **9.11 Diseño de un plan de manejo de cuenca**

Considerando la depreciación productiva y la pérdida de biodiversidad de las laderas localizadas en la cuenca del Río Pirris, se ha considerado la valoración del agua como servicio ambiental la cual representa una opción real para que el país adopte los ajustes tarifarios ambientales incorporando el valor adicional del agua como servicio ambiental, con fines de fortalecer la toma de decisiones para la reparación de ecosistemas nativos, acompañando de una planificación óptima del uso del suelo en la cuenca hidrográfica.

El marco lógico es una matriz sencilla que señala como eje el problema o los problemas (y limitantes) de la cuenca, a cada problema le corresponde una o más causas y lo mismo una o más consecuencias.



Esta matriz denominada marco lógico (Cuadro No. 4), se elabora en forma participativa entre Los diferentes especialistas que participaron en el diagnóstico, durante el proceso se llevan a cabo las discusiones necesarias para lograr representar la integridad de la situación de la cuenca. También es posible incorporar las observaciones de otros expertos, comunidad y agricultores, de tal manera de poder interpretar lo mejor posible cada uno de los problemas.

El producto de este ejercicio debe reflejar en forma sintética y ordenada la jerarquía entre problemas, sus causas/orígenes asociadas y las consecuencias/efectos, evitando posibles confusiones sobre causas que son entendidos como problemas o cualquier otra desviación del verdadero concepto. Luego se procedera a vizualizar cada una de las soluciones para superar los problemas.

Indudablemente, cuanto en la parte superior se da una fuerte intervención del hombre en el uso de la tierra y la misma no tiene un buen control adecuado, se produce una serie de cambios por la generación de deslizamientos, erosiones intensas, produciendo un fuerte impacto ambiental. Por lo tanto, al desarrollarse embalses en las partes intermedias de las cuencas, la vida útil de los mismos, se ve acortada por el aporte de sedimentos producto de la erosión y el arrastre de sedimentos de las laderas y del lecho de los cauces.

La superficie de las cuencas hidrográficas, que en su gran mayoría son las proveedoras del agua potable para las áreas urbanas están siendo expuestas debido a las construcciones y otras actividades y por lo tanto, el riesgo es alto para mantener el abastecimiento actual de agua y asegurarlo para las generaciones futuras.

Por esta razón, a todo esto hay que agregarle los problemas causados por la ubicación inadecuada de muchos asentamientos humanos a lo largo de ríos y quebradas con el alto riesgo de ser afectados por inundaciones o deslizamientos.

Otro factor importante que contribuye a la contaminación de las aguas es la evacuación directa de desechos sólidos en los cuerpos de agua cercanos a las poblaciones así como su disposición en vertederos abiertos, sin control alguno.

Por lo general, los municipios se preocupan de los ríos a veces en forma inapropiada. Los mismos poco hacen para conservar zonas "buffer" o de amortiguamiento en ambos lados del cauce o simplemente las aplican en un mal sentido como zonas de protección, donde se deben de establecer como parques, jardines y zonas de vías tanto para ciclistas o pasos peatonales.

En este sentido para que la población expanda su pensamiento sobre el agua y la protección a las cuencas hidrográficas como un todo, debe ocurrir un desastre, como inundaciones de montaña o inundaciones en llanuras o simplemente inundaciones urbanas, además, de los deslizamientos que afectan a una población en particular, es donde se pondrá en tela de duda de la necesidad de conservar y proteger el recurso hídrico así como la cuenca hidrográfica.

**Cuadro No. 4**  
**Análisis de un marco lógico debido a la problemática de una cuenca.**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>
Deforestación acelerada	Presión sobre nuevas tierras Explotación de la madera. Falta de políticas forestales	Degradación del suelo. Inundaciones de las tierras bajas. Desconfianza institucional.	Reforestación Planes de manejo y aprovechamiento. Gestión de políticas.
Pérdida acelerada del recurso suelo	Erosión hídrica. Prácticas inadecuadas de cultivos.	Baja productividad de Los cultivos. Arrastre de sedimentos. Disminución del valor de la tierra.	Prácticas de conservación de suelos. Tecnificación para el manejo de Los cultivos
Mala calidad de agua para uso poblacional	Contaminación por agroquímicos. Vertimiento de aguas servidas y residuales sin tratamiento. Falta de regulación sanitaria.	Enfermedades. Incremento en el costo de tratamiento de aguas. Racionamiento del agua.	Uso racional de agroquímicos. Tratamiento de aguas servidas y residuales. Aplicación de leyes.
Baja productividad agrícola	Falta de conocimientos. Conflictos en el uso y manejo de la tierra. Falta de recursos para la producción	Disminución en la oferta de productos. Importación de productos. Incremento en el precio de Los productos.	Tecnificación agropecuaria. Incentivos indirectos para la producción. Planificación del usos de la tierra.
Tenencia de la tierra, sin definir	Sistema social de concentración. Falta de legislación.	Agricultores no aceptan conservación. Presión social sobre la tierra.	Legislación sobre tenencia. Nuevas alternativas. Titulación de tierras

Fuente: CEPAL, 1999

Debemos indicar que este capítulo obedece a la necesidad de que las personas analicen sobre los conceptos relacionados a cuencas y más que todo visualizar sobre la problemática específica de la Cuenca Hidrográfica Superior del Río Pirris en la Zona de Los Santos.

Para desarrollar o fortalecer programas de protección de la cuenca hidrográfica del Río Pirris se recomienda para el proceso los siguientes pasos:

- ◆ inventariar y caracterizar la cuenca en términos de habitantes y tenencia de la tierra y el agua, características biofísicas, uso de la tierra, y calidad del agua;
- ◆ identificar las contaminantes que son motivo de preocupación y sus fuentes, tanto naturales como las relacionadas con la actividad humana en la cuenca;
- ◆ establecer metas u objetivos de los actores y del programa de manejo y protección de cuenca;
- ◆ seleccionar las medidas apropiadas el control y protección de la calidad del agua.
- ◆ monitorear y evaluar la efectividad del programa.

### **9.11.1 Medidas generales**

Pueden ser utilizados para controlar los efectos de diferentes tipos de uso de la tierra. Incluyen la compra de tierras, restricciones al acceso a la cuenca, programas

de inspección de cuencas, restricciones al uso de embalses, franjas “*buffer*” en embalses y en riberas de los ríos, elaboración de planes de uso de la tierra con los habitantes, acuerdos formales e informales con propietarios de tierras y programas públicos de educación y participación.

#### **9.11.2            *Medidas de control para la tierra agrícola***

Las más conocidas son las prácticas de conservación del suelo diseñadas para zonas de cultivos agrícolas, obras de conservación, restricciones al pastoreo y manejo de desechos de animales. Las prácticas de control de la actividad agrícola son particularmente difíciles por su naturaleza dispersa y por la falta de controles regulatorios para fuentes contaminantes difusas o no puntuales.

#### **9.11.3            *Medidas de control para la gestión forestal***

Se incluyen franjas “*buffer*” (de protección), apropiados diseños y construcción de carreteras y caminos forestales, control de la erosión del suelo después de la extracción del recurso forestal, restricciones operacionales por temporadas y manejo de desechos forestales.

La construcción de carreteras y caminos debería recibir una atención especial en las fases de planeamiento, construcción y monitoreo, porque usualmente estas etapas son las responsables de una cantidad desproporcionada de erosión.

#### **9.11.4            *Medidas de control para el desarrollo urbano.***

Las medidas de control que se aplican a fuentes de contaminaciones no puntuales pueden ser divididas en dos categorías: controles estructurales y no estructurales. Los controles estructurales son instalaciones y obras, como embalses de detención, sistemas de infiltración y desviaciones de aguas lluvias, diseñadas con el fin de reducir o desviar el flujo de contaminantes hacia las fuentes de abastecimiento.

Otra importante medida no estructural son franjas “***zonas buffer***” en riberas de los ríos y embalses. En algunas cuencas, éstas son de tamaño fijo, mientras que en otras éstas son de tamaño variable, dependiendo de las características del terreno y región.

## **10 INFLUENCIA DEL P.H PIRRIS**

### **10.1 Ubicación geográfica**

Dentro del plan general de desarrollo y producción eléctrica de Costa Rica, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha considerado la construcción del Proyecto Hidroeléctrico en la cuenca superior del Río Pirris (RPi) : El mismo, se esta construyendo y se ubica en la región de "Los Santos", precisamente entres los cantones de Tarrazú y San Pablo.

La subregión de "Los Santos" está localizada al sur del área central montañosa y Valle Central Intermontano del país y pertenece a la vertiente del Pacífico. Comprende esta pintoresca región a los cantones de Dota, Tarrazú y León Cortés, con una superficie total de aproximadamente 812 km<sup>2</sup>. El Proyecto Hidroeléctrico Pirris (PHPi) se ubica a 6 km al oeste de San Marcos de Tarrazú.

El Proyecto Hidroeléctrico Pirris (PhPi se ubica políticamente en la Provincia de San José, en los cantones de León Cortés (obras de represa), en Aserrí casa máquinas (CM) y Parrita (camino de acceso por Parrita a la CM).

El proyecto se ubicará en el sector central de la cuenca media y ejerce su influencia principal sobre las poblaciones de Llano Bonito, San Juan, San Carlos, San Jerónimo y Quebrada Seca y otros núcleos de población aún más pequeños, a ambos lados de la zona del embalse, donde estarán las obras principales de captación.

El uso actual del agua en la zona no es el óptimo, pero tampoco es diferente a lo que ocurre en otros sitios del país donde la actividad cafetalera es intensa. El crecimiento continuado de la actividad cafetalera en la zona es probable que conduzca, en el futuro, a una mejora de la calidad del agua de los afluentes que provienen de los beneficios .

### **10.2 Rasgos generales de la cuenca**

La cuenca del RPi tiene un área de 1275,4 km<sup>2</sup> y es la # 26 en la nomenclatura del ICE. También es conocida como la cuenca del Río Parrita después de su confluencia con su afluente principal, el Río Grande de Candelaria en su cuenca media baja, aguas abajo de la totalidad de las obras del proyecto del ICE.

La cuenca definida hasta la presa y toma de aguas para generación tiene un área de aproximadamente 248 km<sup>2</sup> , y los principales ríos que aportan agua hasta ese punto son: por su margen izquierda: R. Pedregoso, Q. Monterrey, Q. La Cruz, Q. Salado, Q. Zapotal y otras quebradas intermitentes menores; por su margen derecha: Río Parrita Chirripó, Q. Santa María, R. San Pablo, Q. San Isidro, Q. Blanco, Q. San Rafael y Q. Pedro Sandí.

Todos estos cauces corren por valles mejor definidos en la cuenca superior; los valles en "V" se tornan más abruptos conforme se baja hasta la cuenca media, particularmente en el sitio del embalse hasta más allá del sitio de la casa de máquinas.

El paisaje variado de múltiples cerros, filas y fuertes pendientes es común; sobre este paisaje se ha desarrollado una intensa actividad humana, desde el siglo pasado.

Se ha dividido la gran cuenca del Río Parrita, con sus afluentes principales, en tres sectores generales (ICE, 1998):

- a) cuenca baja, aguas abajo de la confluencia del RPi con el Candelaria hasta la desembocadura del Parrita al Océano Pacífico;**
- b) el segundo o zona de casa de máquinas (CM), represa y embalse, subiendo hasta San Marcos de Tarrazú y**
- c) el tercero, zona superior de la de embalse, que se origina desde las nacientes en la Cordillera de Talamanca y llega hasta las inmediaciones del Llano de la Piedra y San Marcos de Tarrazú**

La extensa alteración de la calidad de las aguas de la cuenca, producida por el uso actual de la tierra y la actividad agroindustrial de la región, así como, lo extenso de la ampliación y mejoramiento de caminos de acceso a las obras, requieren de medidas de mitigación oportunas.

El clima de toda la región de "Los Santos" es benévolo, con una precipitación próxima a 2 500 milímetros y una estación seca muy definida, de diciembre a abril. Estas características microclimáticas asociadas con la altitud, dentro del contexto neotropical, hacen de esta región de particular aptitud para el cultivo del café y algunos productos de clima mediterráneo. Sin embargo, los suelos de los valles con pendientes abruptas han ido perdiendo su riqueza; son poco fértiles, en gran parte lateríticos, por lo que la actividad cafetalera requiere suficientes insumos de nutrimentos minerales.

Como ya se ha señalado anteriormente, la cuenca del Río Pirris (RPi), está fuertemente alterada dada su utilización intensa en actividades agrícolas (ver Mapa de Uso de la tierra No. 2 ). La características de sus pendientes, caminos y suelos contribuyen al arrastre de sedimento al Pirrís, que se manifiesta con una alta turbidez en su cauce y más moderadamente en sus tributarios.

### **10.3 Análisis socioeconómico de la población involucrada en el área de P.H Pirris.**

La región se caracteriza por la fuerte intervención antropológica en toda la cuenca; valles de tamaño medio (Copey de Dota y Santa María de Dota) planicies y tierras

onduladas que aunque fértiles todavía, sufren del impacto del sobreuso agrícola y el ganado.

La actividad productiva más sobresaliente es la siembra, recolección y proceso del café; esta zona cafetalera se ha convertido en una de las principales del país, por su afamado producto.

También hay, en zonas más altas, ganadería y algunos otros cultivos tales como la cabuya, la manzana, aguacate, granadilla, melocotón, mora, etc. Además existe un poco de actividad en acuacultura (cría de truchas en las partes altas de la cuenca), asociada a actividades de turismo principal en Copey y Río Blanco de Santa María de Dota.

#### **10.4 Descripción general de la zona que va a ser afectada por las obras del embalse.**

El Proyecto Hidroeléctrico Pirris se ubica políticamente la Provincia de San José, en los cantones de León Cortés (obras de represa) y se ubicará en el sector central de la cuenca media, en un valle profundo en "V"; ejerce su influencia principal sobre las poblaciones de Llano Bonito, San Juan, San Carlos, San Jerónimo y Quebrada Seca y otros núcleos de población aún más pequeños, a ambos lados de la zona del embalse, donde estarán las obras principales de captación.

En una zona de influencia relativa menor están los centros de población mayores como San Lorenzo, San Marcos, San Pablo y Santa María. En el sector de la Casa de Máquinas está el caserío El Carmen que pertenece a La Legua de Aserrí.

La zona de propuesta del embalse y la represa resulta ser de las más intervenidas; el micropaisaje es abrupto, característico de fincas pequeñas dedicadas casi solo al cultivo café, sobre pendientes fuertes, atravesadas por trillos y callejones sobre tierra, utilizados para dar mantenimiento que requiere mucha mano de obra (con ausencia de mecanización) y para sacar la cosecha

#### **10.5 Ubicación del sitio de presa y del embalse**

Esta será el área más afectada el desarrollo hidroeléctrico planteado, por constituir la mayor concentración de tierra que será afectada, ya que se cambiará el uso del suelo en la totalidad de las 117 ha de este sector (ICE, 1998).

Afectará el proyecto respecto al uso de la tierra tanto al uso actual como a la capacidad de uso de estas tierras, que serían alteradas por la conformación de la presa y la inundación del área. Este impacto ocurrirá desde la fase de construcción en adelante.

Otros usos económicos del suelo que van a ser alterados son muy escasos. En relación con la valoración del potencial productivo de los suelos sujetos de impacto en este sector, se indica que la capacidad productiva, corresponde a un 40% es de vocación agropecuaria; por lo tanto, la mayor parte del sector inundado es de vocación forestal, es decir, sin potencial de productividad agropecuaria en forma sostenible, aunque parte de estos terrenos de vocación forestal se están utilizando en la actualidad en el cultivo del café, aparentemente en un uso no sostenible.

#### **10. 6 Costo/Beneficio del P.H. Pirris.**

El ICE es una de las instituciones del país que han tenido más influencia en el desarrollo nacional, en una gama de aspectos. No solo ha adquirido amplia experiencia, internacionalmente reconocida en materia de generación y administración de energía, sino que ha servido de escuela y centro de capacitación para miles de profesionales, técnicos y obreros.

Estas condiciones hacen que el país ocupe un puesto muy alto de desarrollo hidroeléctrico en el escenario hemisférico. La contribución del ICE ha tenido un gran efecto sobre el mejoramiento de las condiciones de vida por todo el territorio, junto con el desarrollo social que han aportado otras instituciones que generaron los avances en la salud, la educación, la vivienda, etc. De esta manera, Costa Rica es un país que goza de índices humanos elevados, a pesar de sus limitaciones de mercado, capital y de algunos recursos naturales estratégicos.

#### **10. 7           Mejoramiento de infraestructura vial.**

Los mayores beneficios para el desarrollo local y región, aunque se debe tener en cuenta que en la región ya existe una amplia red vial; en este sentido, corresponde a la construcción y sobre todo mejoras de caminos, con un constante mantenimiento de los mismos.

En este sentido es necesario que el ICE conjuntamente con el MOPT y Municipalidades involucradas e interesadas se comprometan a dar el mantenimiento vial requerido a futuro.

Por otra parte, se debe tomar en cuenta algunos de los principales beneficios o efectos positivos del mejoramiento de la infraestructura vial tales como una mayor facilidad para comercializar los productos, mejoras en comunicación, disminución en tiempo de transporte y por tanto de costos, además de una reducción en los costos de mantenimiento de vehículos, mayor facilidad para el ingreso del turismo a la zona, aumento en el valor de las propiedades, entre otros.

## **10.8 Problemática de las comunidades que deben ser trasladadas a raíz del P.H. Pirris**

El Proyecto Hidroeléctrico Pirris se está desarrollando en un área con densidad de población relativamente baja, además en una cuenca donde en la parte superior existe una cobertura de bosques o con cobertura vegetal continua.

Por consiguiente, este proyecto hidroeléctrico tiene que confrontar con las costumbres establecidas del uso de la tierra en las cuencas tributarias, que no siempre son ecológicamente compatibles, para inducir cambios en las técnicas y formas de uso dado la Zona de Los Santos.

Al respecto esta cuenca debe tener especial atención, dado el alto grado de intervención humana que ha sufrido. Por otra parte, una condición que no siempre ocurre es que el área explotable esté cerca de los centros de consumo.

Aunque la densidad de población es relativamente baja, con centros de población de escasos miles de habitantes (San Carlos, San Jerónimo, Llano Bonito) y relativamente alejado de los centros de población más importantes como San Marcos de Tarrazu y San Pablo de León Cortés, lo cierto es que la actividad agrícola cubre casi toda el área del proyecto, particularmente la del embalse.

Una baja densidad de población en la cuenca, así como la ausencia de actividades industriales y de centros urbanos de importancia, son necesidades concomitantes y subsidiarias para la preservación de la calidad de las aguas.

Dentro de un proceso de desarrollo sostenible óptimo para un país, por otra parte, se necesitan esfuerzos bien coordinados y con directrices bien definidas en el campo ambiental, de manera singular entre todas las instituciones que tienen que ver con el ordenamiento territorial, el manejo de las cuencas y la legislación correspondiente; y esto es necesario si se desea potenciar todo lo que las secciones superiores de la cuenca, tanto como la media, en sus sectores que todavía se conservan con buenas extensiones de bosques, zonas en recuperación ecológica y las directamente impactadas por las actividades productivas tradicionales.

Estos procesos de interacción proyecto-comunidades debe ser continuo, porque el escenario real de las consecuencias sociales del desarrollo no es predecible, sino que se va planteando continuamente; esto hace necesaria la participación comunal en el proceso. Las ventajas de un planteamiento interactivo mejora las posibilidades de éxito del proyecto y evitará la aparición de conflictos o facilitará su resolución cuando se presenten.



## **10.9 Presencia de pequeños poblados a orillas de algunos afluentes del Pirrís y las comunidades afectadas por el proyecto**

En menor grado, los pequeños poblados contribuyen con sus desechos orgánicos a las características ambientales de las quebradas afluentes y en las del Pirrís. Por ejemplo, la Quebrada Seca recibe aguas residuales de los pueblos de Quebrada Seca y San Carlos.

En este sector de la cuenca, los efectos del proyecto se sentirán sobre varias comunidades pertenecientes al cantón de Tarrazú, concretamente San Carlos y los pequeños poblados de Quebrada Seca, San Jerónimo y Quebrada Napoleón.

San Carlos está integrado por la cabecera del distrito - que lleva el mismo nombre y por los poblados de Alto San Juan, Bajo Jenaro, Bajo San José, Jamaica, Quebrada Seca, San Jerónimo y San Josecito.

San Jerónimo y Quebrada Seca son pequeños poblados, conformados por pocas viviendas ubicadas en las proximidades del camino. Las familias que viven en estas comunidades trabajan en actividades agrícolas.

## **10.10 Reubicación de viviendas**

La reubicación de viviendas es un impacto que puede tener varias connotaciones, ya que la compensación no puede limitarse a la construcción de una nueva vivienda. La ubicación de la vivienda respecto a centros poblados y la cercanía de amigos y familiares, la distribución y número de aposentos, y los materiales de construcción, son sólo algunos de los aspectos que deben tomarse en cuenta a la hora de negociar la construcción de una nueva vivienda.

Por tal razón, es muy importante que el ICE ofrezca toda la información a las familias afectadas y comunicarles individualmente del alcance de las obras que afectarán sus propiedades. Esta es una negociación que debe establecerse directamente con las familias afectadas y cada caso deberá ser considerado por separado.

## **11. Condiciones actuales de la infraestructura vial y fluvial de Los Santos y sus implicaciones futuras.**

A raíz de los efectos indirectos generados por las fuertes lluvias de los huracanes Cesar (1996) y Mitch en la Zona de los Santos, se corroboró la alta vulnerabilidad existente en todos los caminos que existen a lo largo y ancho de los cantones de Dota, Tarrazu y San Pablo, principalmente los accesos a fincas cafetaleras, así como, a poblados donde estas vías fueron trazadas o bordean sectores montañosos, caracterizados por una topografía muy pronunciada, cortes verticales de gran altura, alta precipitación, tipo de material totalmente fracturado y meteorizado, además de la gran incidencia de fallas locales que influye claramente cuando se originan sismos en el comportamiento de las laderas con el origen de deslizamientos y desprendimientos de rocas, siendo caso típico de casi la gran mayoría de las carreteras principales y caminos del área.

De acuerdo con el análisis de la situación actual de la cuenca hidrográfica del Río Pirris y del mal uso del suelo, además, de la construcción de caminos en áreas de topografía muy irregular a lo largo de la cuenca a causado un proceso erosivo acelerado, es de esperarse entonces, que este proceso de erosión produzca efectos negativos sobre el embalse, fundamentalmente con el aporte de gran cantidad de sedimentos, los cuales reducirían su vida útil o inducirían limpiezas de fondo más frecuentes.

De igual modo una cuenca mayormente deforestada y parcialmente con suelos degradados, no conforma el panorama ideal para un sistema que utilice sus aguas a lo largo del año, por la conocida fluctuación de su caudal entre la estación seca y la lluviosa.

Debemos indicar que ha futuro debido al incremento de la población en la cuenca Alta y de la generación de más aperturas de caminos, es necesario planificar las medidas pertinentes para evitar cualquier efecto indirecto sobre los bosques nubosos de la cuenca alta, en particular los bosques de la Reserva Forestal de Los Santos.

Los mismos, son administrados por el MINAE y que actualmente no se han detectado casos de deforestación peligrosa, pero, podría suceder, un escenario poco probable, que como consecuencia del desarrollo de la zona, impulsado por las obras que se construyan, la región se vea invadida por habitantes de otras zonas, quienes podrían verse impulsados a buscar asiento en la parte alta, lo cual podría estimular la deforestación de bosques nubosos.

Si esto ocurriera, la cantidad de agua captada por la vegetación (lluvia horizontal) disminuiría drásticamente. Esto requeriría una vigilancia cercana.

Por lo tanto, esto implicaría una mayor apertura de caminos y eventualmente la generación de deslizamientos y mayor aporte de sedimentos a la cuenca.

Por consiguiente, los deslizamientos, hundimientos y los denominados “pegaderos”, así como la poca limpieza o la no existencia de desagües a lo largo de los caminos son los aspectos más relevantes y comunes en todos los caminos de la Zona de los Santos.

Los cuales provocan serios inconvenientes año tras año en gastos económicos elevados de limpieza y rectificación de muchos de ellos, además del malestar de muchas personas que quedan aisladas temporalmente durante varios días.

Inclusive, los desprendimientos de laderas aunado a las fuertes precipitaciones pueden generar serios inconvenientes debido a la afectación por erosión a causa de los torrentes de las aguas que descienden de las montañas en forma de riachuelos, quebradas, que atraviesan estos caminos vecinales, que en términos generales están mal acondicionados por pequeños "Pasos de Alcantarillas", donde se utilizan rellenos y cabezales inadecuados, aletones casi inexistentes.

Por ello, debe presentarse especial atención a su diseño, construcción y protección, con la finalidad de mantener las vías en óptimas condiciones todos los años.

Esta situación incide en que estos lugares en la actualidad son los más vulnerables debido a los malos diseños a causas de los efectos por erosión y arrastre de las mismas a causa del fuerte gradiente y los serios problemas de inestabilidad de laderas.

Es necesario reconocer aquellas áreas donde con mayor frecuencia ocurre este tipo de problema con la finalidad de atacar el problema y de plantear ciertas soluciones o medidas de mitigación adecuadas para los deslizamientos de tierra, caída de rocas, limpieza y diseño de buenos desagües, eliminación de los “pegaderos”, debido a la concentración de agua y material arcilloso en ciertos tramos de que por lo general, obstaculizan e impiden por horas o días el uso de parte o la totalidad de la vía.

Por ello, debe presentarse especial atención a su diseño, construcción y protección, con la finalidad de mantener las vías en óptimas condiciones todos los años y principalmente en invierno.

En la actualidad los costos de mantenimiento son muy elevados ya que, sistemáticamente, hay que proceder, en la mayoría de los caminos, a la reconstrucción total o parcial del piso, rectificación de caminos prácticamente todos los años. Asimismo, durante el período lluvioso es necesario costosos y reiterados trabajos para mantener muchos tramos transitables en estas rutas antes señaladas debido a la producción de café y otros productos.

Las operaciones de mantenimiento se reducen notablemente si su trazado es correcto, pero debemos ser conscientes que esta situación no es válida para nuestro medio, ya que las carreteras están ya definidas por topografías de laderas de fuerte pendiente y no de pendiente reducida que es lo mejor, y que la sea suficiente aceptable, los taludes y rellenos sean oportunamente bien diseñados y protegidos que es lo que hace falta en muchos casos siendo lo ideal para estas obras.

Así, los costos se abaratan considerablemente, ya que, prácticamente el mantenimiento queda reducido a la limpieza de cunetas y alcantarillas, la eliminación de matorrales en la zona de ocupación funciona para tener una mejor visibilidad, así como la eliminación de las obstrucciones.

La formación de hoyos “huecos” son comunes en todas los caminos y estos se originan cuando el agua se acumula en ello, ablandando el terreno y provocando la formación de barro. Estos hoyos se producen fundamentalmente por el drenaje y debe procederse a rellenarlos de inmediato para evitar que aumenten de tamaño a causa del tráfico.

Cualquier desperfecto que se produzca en los sistemas de drenaje debe repararse de inmediato, ya que de modo, el daño continuará rápidamente y será más difícil y costosa sus corrección.

Hay que tener en cuenta que la vida útil de cualquier camino depende, en un alto porcentaje del mantenimiento adecuado de su sistema de drenaje. El deterioro suele comenzar por falta de limpieza de las cunetas y alcantarillas, ya sea por el aterramiento, por vegetación excesiva, que disminuye la capacidad de evacuación de las aguas, o por no dotarlos de suficiente protección que hace que se produzcan desprendimientos que, en un inicio, son de fácil y barata corrección pero que, en un estado más avanzado es difícil, caro y a veces, de imposible reparación.

## **11.1 Causas**

Dadas las condiciones tan desfavorables de régimen de precipitaciones, accidentada topografía e inestabilidad de los terrenos, en la mayor parte de la cuenca hidrográfica del Río Pirris, los sistemas de evacuación de aguas de los caminos y carretera nacional revisten trascendental importancia para su estabilidad, pudiendo afirmarse que su vida útil depende muy directamente de ellos.

Los problemas de inestabilidad de taludes, son frecuentes en el área de Los Santos debido a:

- ◆ Alto régimen de precipitaciones e hidrología.
- ◆ Naturaleza del suelo, rocas y proceso de meteorización
- ◆ Topografía muy accidentada caracterizada por pendientes fuertes y alargadas en la mayor parte de la cuenca.

- ◆ En su totalidad los caminos se caracterizan por su gran inestabilidad de laderas (deslizamientos) y la falta de cohesión que favorece a la formación de deslizamientos, cárcavas y erosión generalizada.
- ◆ Deficiente cobertura vegetal como consecuencia del proceso de deforestación llevado a cabo, para el establecimiento de cultivos agrícolas en pendiente fuertes.
- ◆ Diseño de drenajes y avenamientos totalmente inadecuados y, en gran parte de los casos inexistentes.
- ◆ Carencia de cunetas las cuales originan que las aguas discurren de forma torrencial por la superficie del camino, produciendo su ruina cada período lluvioso; esto implica un gran costo al tener que reconstruirlas todos los años.
- ◆ El trazado de casi todos los caminos, no tiene un estudio previo para determinar la estabilidad de los terrenos y las pendientes, incluso algunos se efectuaron siguiendo antiguos caminos de herradura o de carreta, en áreas de pendientes fuertes donde el agua adquiere altas velocidades de escorrentía y produce fuertes erosiones, tanto en las cunetas (cuando existen).

Es importante indicar que, por las características de las consecuencias asociadas con la construcción y uso de los caminos, el mejoramiento y la construcción de nuevos caminos para el desarrollo hidroeléctrico llegarán a afectar las tasas de producción de sedimentos y por lo tanto un incremento de carácter significativo en el arrastre por el cauce principal.

## **11.2 Factores que afectan la vida útil de las vías.**

Debido a cortes verticales, rocas alteradas y alta precipitación los deslizamientos superficiales son muy comunes, donde los desplazamientos de rocas y arboles caen sobre la carretera, obstaculizando el paso normal de vehículos.

En estos casos, es importante realizar un análisis de los tramos más afectados, por parte de personeros del MOPT, para determinar las posibles correcciones necesarias tanto en el trazado de la carretera como en el sistema de evacuación de aguas pluviales, ya que actualmente no se ha efectuado dichos trabajos o estudios previos.

Los trabajos tanto de reparación, nuevos trazados y de obras importantes deben de realizarse de acuerdo con un estudio previo de la zona, por parte de geólogos e ingenieros geotecnistas, profesionales conocedores de los aspectos relacionados con taludes e inestabilidad de laderas y de establecer cuáles obras son necesarias en cada caso dependiendo de la magnitud, ubicación y condiciones topográficas del área, con la finalidad de minimizar el serio problema de inversiones caras y de una vida útil relativamente corta.

### **11.2.1 Taludes y cortes deficientes**

Los taludes existentes en la mayoría de los caminos son casi verticales y por consiguiente una vez iniciado el período lluvioso se empiezan a dar problemas de desprendimientos, por lo tanto, la estabilidad de nuevos caminos debe de asegurarse, esto depende fundamentalmente de las características físicas y mecánicas del suelo, siendo un factor primordial para la transitabilidad de los caminos.

Una de las rutas más conflictivas corresponde a la reconstrucción y reparación de la carretera entre Santa María y Copey, donde se evidencian cortes verticales y taludes inadecuados, además de las descargas sin un control.

El problema radica que están trazadas en algunos casos en laderas de fuerte pendientes y por lo tanto, los cortes corresponden a distintas inclinaciones del talud, esto implica diversos factores de seguridad en cuanto a posibles deslizamiento y por consiguiente las masas de material a mover incide en diferentes costos del proyecto, ocasionando serios problemas de paso de un lugar a otro.

### **11.2.2 Lugares de descarga de las aguas**

En la gran mayoría de los caminos se ha corroborado, un grave defecto de los sistemas de alcantarillado y sus puntos de descarga, ya que se ubican en áreas o en zonas de alta inestabilidad o debilidad de la roca (fracturas o diaclasas), provocando fuertes erosiones de la zona de rodaje.

La descarga excesiva de las aguas genera una fuerte filtración arrastrando gran cantidad de material y el deterioro de los caminos.

### **11.2.3 Medidas para el control de la inestabilidad de taludes y las áreas de descarga de aguas**

Los muros son importantes y de gran eficiencia en los sectores de fuerte erosión producidos por la concentración de la escorrentía provocada por las alcantarillas. Este tipo de contrafuertes resulta económico ya que puede ser realizados con elementos de la zona y son de reducido tamaño, estos trabajos son necesarios de efectuarlos en los caminos.

Para disminuir la cantidad de agua del talud es necesario instalar los sistemas de drenaje con dos objetivos principales: desviar el agua que llega al talud esto se consigue mediante cunetas o contracunetas y el otro consiste en extraer el agua superficial y subterránea del interior de la masa.

El escurrimiento rápido del agua sobre la superficie del camino produce el lavado del material, que contribuye además a provocar una erosión más intensa cuyo efecto se hace notorio por la formación de zanjas, con las lluvias sucesivas se profundizan en muchas carreteras alternas de nuestro país.

Las alcantarillas es el tipo de obra más común y se utiliza para desaguar bajo la calzada, esto depende del caudal para su uso. Sirve para canalizar el agua de modo que fluya bajo el camino sin ocasionar daño. Se realizan cuando hay pequeñas corrientes de agua o quebradas que llevan agua durante el período lluvioso y no justifican la construcción de un puente, evitando así su flujo sobre el camino y sus graves consecuencias.

En su diseño se debe considerar las necesidades y su ubicación, observando todas las corrientes de agua o lechos potenciales y determinando sus caudales.

Las bocas de las alcantarillas deben construirse de modo que no reduzcan el caudal y deben ir provistas de muros para evitar socavaciones laterales al encauzar el agua a su interior o bien protegiendo los bordes con defensas de piedras. Si la obra tiene bastante pendiente o el terreno es muy suelto deben construirse macizos de anclaje.

Es de suma importancia dotar de protección a los bajantes del agua que sale de la alcantarilla, ya que de ello dependerá, no solamente la vida de éstas, sino del camino mismo.

Cuando la pendiente de éstas salidas es muy grande puede reducirse la velocidad de las aguas mediante escalonamientos que pueden construirse de forma económica, con presas de piedra o de piedra y cemento o disipadores de energía.

### **11.3 Daños posibles en los caminos de Santa María de Dota**

#### **11.3.1 El Jardín-Dota**

Corresponde a la zona de acceso a Santa María de Dota, el tramo entre localidad de El Jardín y Dota son frecuentes los deslizamientos pequeños en invierno y corresponde a la ruta principal para ingresar a Santa María por el Empalme.

Los problemas generados en este trayecto pueden presentarse en la obstrucción de algunos sistemas de alcantarillados por arrastre de sedimentos, rocas y troncos formando pequeños represamientos.

Por lo tanto, se requerimiento la ampliación del diámetro del sistema de alcantarillas en estos tramos.

### **11.3.2 Dota-Higueronal-Cedral-San Joaquín**

La carretera es de lastre y fue trazada por una topografía muy irregular, evidenciándose cortes verticales del talud, laderas de fuerte pendiente, y donde por lo general se pueden presentar a futuro es entre Higueronal y Cedral.

### **11.3.3 Cedral-San Lucas-Naranjo**

La carretera atraviesa una zona montañosa de laderas de fuerte pendiente donde los deslizamientos son constantes en el período lluvioso, inclusive con precipitaciones pequeñas, tal situación se puede agravar si los efectos indirectos de un fenómeno hidrometeorológico puede perturbar el territorio nacional.

Entre San Lucas y Naranjo el paso del Río San Joaquín puede generar inconvenientes debido a posibles deslizamientos y avalanchas que pueden encauzarse y originar daños en la vía.

Esta situación de posible afectación no se debe destacar si hasta el momento no ha ocurrido nada, pero los serios problemas de inestabilidad en las partes altas puede repercutir ampliamente aguas abajo, afectando todo aquello que se encuentre a su paso, dejando aislada temporalmente la población por deslizamiento a daño a vados o puentes.

### **11.3.4 Copey-Pedrogoso-Providencia**

La ruta es poco transitable en períodos de lluvia y los efectos por deslizamientos son comunes. La presencia de laderas de fuerte pendiente y el camino cortando estas estribaciones son causas normales de problemas de inestabilidad.

Además, debemos indicar que los caminos entre:

Santa María-Copey  
Santa María-Ruta vieja a Copey  
Copey-La Trinidad-La Cima  
Copey-Rio Blanco  
Río Blanco-Las Vueltas  
Santa María-El Llano

Presentan las mismas deficiencias de cortes verticales, deslizamientos, falta de control de aguas entre otros .



### **11.3.5 Obra necesaria: Dique**

De vital importancia es la canalización-rectificación y construcción del dique de aproximadamente 250 metros de longitud, con la finalidad de proteger varias viviendas y la carretera principal Dota-Tarrazu.

### **11.3.6 Dota-El Llano de Piedra-Tarrazu**

La limpieza realizada hasta el momento corresponde a eliminar los escombros de la vía pública, dejándose parte del deslizamiento en situ y por lo tanto, es factible que nuevamente se presenten o reactiven estas acumulaciones de materiales con las lluvias faltantes ocasionando más flujos de lodo en las inmediaciones de la carretera.

En el lugar conocido como " Llano de la Piedra ", ocurrió un deslizamiento de gran dimensión y un volumen considerable donde el flujo constante de lodo hacia la carretera a repercutido en la vía. Es factible que el paso se interrumpa constantemente, por lo tanto es necesario supervisar el área de afectación.

## **11.4 Daños posibles en los caminos del cantón de Tarrazú**

### **11.4.1 Tarrazu-Bajos del Río**

La ruta presenta un tramo crítico en las cercanías del puente sobre el Río Pirris, en la margen izquierda, donde existe un deslizamiento de grandes proporciones (cafetal).

El escalonamiento interno del terreno y de las dimensiones del mismo son los factores que en un futuro incrementaría el desplazamiento de un volumen mayor hacia la carretera, además de la alta precipitación del lugar, de las aguas pluviales y servidas de la parte superior de la ladera.

Por lo tanto, es indispensable que las autoridades del MOPT, en condiciones críticas debe de **restringirse el paso**, total tanto de vehículos como de personas de un lado a otro, para seguridad de los transeúntes.

### **11.4.2 Puente sobre el Río Pirris: Sector Salado**

Se requiere habilitar el paso para las personas de la zona, ya que facilitaría el ingreso ha San Marcos por otra ruta alterna.

### **11.4.3 Bajos del Río-Guadalupe**

Debe considerarse esta ruta como alterna cuando el paso normal entre Tarrazú-Bajos del Río queda fuera de uso, debido a la obstrucción de ambos carriles por el

desplazamiento de suelo, vegetación y rocas, además por seguridad de los habitantes del lugar.

La carretera se encuentra en buenas condiciones, salvo un tramo donde hay un deslizamiento pequeño que obstruye en cierta forma el paso, por el frecuente flujo de lodo que impide y origina pegaderos para vehículos livianos o inclusive para vehículos de doble tracción. Pero este leve problema es solucionable con el aporte de material y limpieza de la zona inestable.

La alternativa de utilizar esta ruta es importante para futuras emergencias en el cantón de Tarrazú y alrededores.

#### **11.4.4 San Pablo-La Cuesta**

Corresponde a carretera que une Frailes y San Pablo de León Cortés, con una carpeta ásfaltica en perfectas condiciones, además de no presentar hundimientos, pero en el tramo entre el Río Tarrazú y el poblado de San Antonio es muy propenso a caídas de rocas y deslizamientos de tierra.

#### **11.4.5 Ampliación y trazado de caminos debido al Proyecto Hidroeléctrico Pirris**

A raíz del Proyecto Hidroeléctrico Pirris muchos caminos del distrito de San Carlos de Tarrazu, así como Llano Bonito de San Pablo han sido reconstruidos o establecidos para la construcción y manejo del proyecto. Estos caminos rodean prácticamente toda el área del proyecto con excepción del trazo del túnel de 8 km entre la ventana B y el tanque de oscilación.

Los caminos deben construirse en terrenos de muy alta pendiente, de suelos bastante arcillosos, de baja permeabilidad, y rocas meteorizadas, falladas y fracturadas, todas condiciones que junto con un clima de alta precipitación, favorecen la erosión y deslizamientos como lo evidencian los caminos actuales.

Los caminos serán construidos o ampliados a un ancho medio de 8 m. Tendrán que tener prácticas y dispositivos de manejo de aguas y estabilización de taludes como drenajes, cunetas, alcantarillas, pernos de anclaje, cobertura de vegetación, y posiblemente gaviones y mallas.

Especial atención deben tener los caminos de acceso a las obras principales del proyecto por sus altas pendientes (presa, toma de aguas, casa de máquinas y tanque de oscilación), los cruces de quebradas y ríos que pueden desestabilizar los cauces y necesitan pasos de alcantarillas y puentes que en algunos casos estarán sometidos a grandes descargas de sedimentos.

## **11.5 Extracción de materiales en la zona de Los Santos**

En la actualidad el desarrollo de país, se ha incrementado en los últimos años el uso de extracción de material en cauces de dominio público como de canteras, a tal punto que los recursos minerales no metálicos ha llegado a extremos de violaciones extremas en la normativa vigente del país.

Considerando que en la actualidad existente normativas claras en cuanto al manejo integrado del Ambiente, debemos establecer que las autoridades de gobierno establezcan políticas claras en cuanto a lo referente a las concesiones de cauce de dominio público y canteras, donde tanto, el ser humano como el ambiente sean los máximos ganadores.

Es necesario y ineludible mejorar los sistemas de planificación de uso del suelo de forma ambientalmente equilibrada a través de la Gestión integral de cuencas hidrográficas o Plan de Manejo de Cuencas, donde se establezcan las leyes que aplican de acuerdo a la actividad minera efectuado dentro de la cuenca hidrográfica.

Es necesario que las instituciones responsables de la actividad minera del país y de las de evaluación, control y monitoreo establezcan claramente:

- ◆ En caso de explotaciones mineras (cauces de dominio público) y tajos, la Dirección de Geología y Minas (DGM) y la SETENA, puedan implementar un reglamento, que en el marco del programa de monitoreo y seguimiento ambiental de la actividad, solicite una actualización del Sistema de Gestión Ambiental que incluya un Programa de Recuperación Ambiental, de forma tal que se inicie en un periodo corto, la aplicación de medidas de corrección, prevención y hasta de mitigación ambiental de los impactos generados por el laboreo.
- ◆ Establecer los mecanismos de control por parte de la DGM de las concesiones en cauces de dominio público como canteras.
- ◆ Implementar dentro de los Estudios de Impacto Ambiental una metodología con la finalidad de valorar (no sólo el método económico, sino desde la determinación del daño físico), los efectos generados por la extracción en cauce de dominio público o canteras.

El ambiente natural se ve afectado cuando una de sus variables es impactada directamente tanto por la intervención del hombre como, por procesos naturales y pueden variar cuando se da un daño ambiental. Por lo tanto, se debe considerar el ambiente antes de la intervención como después de que por parte del ser humano influya.

Por lo tanto, la mayoría de los concesionarios establecen claramente el valor del recurso natural, y de aquella cantidad que se puede extraer, calidad y mercado, lamentable no consideran la calidad del agua, biodiversidad del ecosistema, paisaje o las modificaciones que la extracción puede generar en el área.

De hecho, debemos establecer que la extracción de material tanto en un cauce de dominio público o cantera, debe estar acorde a las normativas vigentes.

Para efectos de valorar el daño ambiental por una empresa que extrae materiales en un cauce de dominio público, es necesario considerar el conjunto de normas técnicas y la Legislación Ambiental que en materia de protección al Medio Ambiente se han promulgado y que deben de aplicarse. En resumen de las mismas se indican el capítulo 3 sobre la protección al ambiente.

En la actualidad debido a las políticas de planificación y mitigación en cuando ha áreas muy susceptibles a inundaciones se ha establecido que un laboreo de extracción puede reducir en cierta forma el problema de desbordamientos, donde con obras en la sección del cauce, tales rectificaciones, eliminación de material en formando “islotas” y diques en las márgenes pueden minimizar los posibles efectos erosivos de las márgenes y proteger a la población.

Pero, no obstante la extracción minera en cualquier cauce de dominio público, puede tener una utilidad práctica, no solo económica sino también preventiva, desde el punto ambiental.

Se integran varias tablas donde se especifica los tajos de cada uno de los cantones de los Santos, dado que en los últimos años la extracción se ha dificultado debido a que no ha existido consciencia clara de los tomadores de decisiones de la realidad existente dado que cada año se requiere reparar todos los caminos de la zona para poder sacar el café y otros productos.

A continuación se establece un desglose de tablas donde se indican los tajos existentes en los tres cantones, su impacto ambiental existente, tipo de extracción y los sectores beneficiados.

El recuento es un paso muy importante con la finalidad de establecer las regulaciones y permisos especiales por parte de las autoridades del estado, dado que en la actualidad no hay permiso para la extracción.

Indudablemente, el uso del recurso de extracción de materiales en los diferentes frentes de explotación es necesario y prioritario debido a la necesidad de reparar todos los caminos de la Zona de Los Santos en un corto.

**Tabla No. 13**  
**Tajos inspeccionados en el**  
**Cantón de Santa María de Dota**

<b>Nombre del Tajo o Número</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Impacto al ambiente</b>	<b>Tipo de extracción</b>	<b>Sectores beneficiados</b>
Tajo 1	Finca de Joaquín Solís Ureña	Actualmente no sé esta extrayendo Se ubica cerca de la Quebrada Rivas, margen izquierda.	Manual dado que se encuentra cera a quebrada	Higueron-Cedral
Tajo 2	Gerardo Solís Mata, Fila La Guaria, lado derecho de carretera	Anteriormente fue utilizado	Material depositado al pie del talud	Alrededores de Cedral
Tajo 3	Genaro Jiménez Solís. Lado izquierda	Ninguno	Material que se a depositado al pie del talud. Con maquinaria	San Joaquín
Tajo San Joaquín	San Joaquín Finca Ananías Ureña	Ninguno	Con maquinaria	San Joaquín
Cruce San Joaquin-Carretera Tarrazú	Cruce de carretera, Area deslizada	Se generó deslizamiento y puede ser utilizado	Cargar material con cargador y vagonetas	San Joaquín y alrededores
La Guaria camino a San Joaquín	La Guaria	Deslizamiento, material aprovechable	San Joaquín	La Guaria
Tajo Emilio Ureña	Calle Naranja	Es posible la generación de deslizamientos	Mecánico	San Lucas
Tajo San Lucas	Calle San Lucas	Actualmente no se esta extrayendo	Aprovechar el material depositado	Calle San Lucas
Tajo Pedregoso	Copey	Ya existe frente de extracción. Lado derecho	Aprovechar material depositado al pie del talud	Pedregoso-San Carlos
Tajo Frente Antiguo Trochera-Pedregoso	Copey	Lado Derecho	Aprovechar material depositado al pie del talud	Pedregoso-San Carlos alrededores
Tajo Municipal	Copey Antigua calle Municipal	Anteriormente fue utilizado	Material depositado y camino	Pedregoso-San Carlos y alrededores
Tajo, Puente sobre Río Brujo	Río Brujo	Lo depositado al pie del talud	Mecánico	Providencia y alrededores
Tajo entre Providencia-Ojo de Agua	Providencia-Ojo de Agua	Lo depositado al pie del talud	Mecánico	Providencia y alrededores
Tajos carretera a San Gerardo	San Gerardo	Lo depositado al pie del talud	Mecánico	San Gerardo
Tajo Cañón	La Bandera	Ya existe un fuerte impacto ambiental	Mecánico	Alrededores
Tajo Jaboncillo	Quebrador Jaboncillo		Mecánico	Alrededores

Fuente: Geól. Julio Edo. Madrigal MoraMora-CNE.

**Tabla No. 14**  
**Tajos inspeccionados en el**  
**Cantón de San Marcos de Tarrazu**

<b>Nombre del Tajo o Número</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Impacto al ambiente</b>	<b>Tipo de extracción</b>	<b>Sectores beneficiados</b>
Tajo Alto Chiral	De la entrada de la Esperanza 200 metros al sur	Ya existe frente de extracción	Mecánico	San Carlos-La Esperanza-Napóles-Bajo San José-Cerro Cura.
Quebrada Seca	Quebrada Seca	En años anteriores se ha extraído.	Mecánico, pero debe de efectuarse con mucho cuidado por presentar serios problemas de inestabilidad	Quebrada Seca
Tajo San Jerónimo	San Jerónimo	Ya se ha extraído	Mecánico y terraceo	San Carlos –San Jerónimo
Tajo Nápoles	Cerro Chilamate	Ya existe frente de extracción	Con maquinaria	Napóles-Chilamate-El Pito-Naranjillo-La Concepción-Santa Juana
Tajo Santa Rosa	Santa Rosa	Ha sido explotado por muchos años. Ojo de Agua importante	Cargar material con cargador y vagonetas	Santa Rosa y Alrededores
Tajo San Francisco	San Francisco	Deslizamiento, material aprovechable	San Francisco	Los alrededores
Tajo Los Angeles	Los Ángeles	Rodeado de café	Mecánico	Los Angeles y alrededores
Tajo Canet	Canet y alrededores	Actualmente no se esta extrayendo	Aprovechar el material depositado	Canet y alrededores

Fuente: Geól. Julio Edo. Madrigal Mora-CNE

**Tabla No. 15**  
**Tajos inspeccionados en el**  
**Cantón de San Pablo de León Cortés**

Nombre del Tajo o Número	Ubicación	Impacto al ambiente	Tipo de extracción	Sectores beneficiados
Tajo Finca Franklin Torres	Cerro Abejonal	Impacto Alto EIA	Mecánico	Privado
Tajo Agdenago Monge	Cerro Abejonal	Impacto Alto EIA	Mecánico.	Privado
Tajo Abejonal-Municipal	Cerro Abejonal	Impacto Alto EIA	Mecánico y terraceo	Necesidad pública Ruta Abejonal-Cedral, San Andrés, Ojo de Agua, Santa Cruz.
Tajo La Roca	La Roca	Area de descarga de San Marcos. EIA	Con maquinaria	Alrededores
Tajo San Martín	Los Vargas Cruce La Lucha-Santa Cruz		Cargar material con cargador y vagonetas	San Martín
Tajo Quebrada Tepezcuente	Santa Cruz	No efectuar mucho movimiento de tierra Terraceo	Mecánico	Santa Cruz
Tajo San Andrés	San Andrés-Higueron	Area de ladera, margen derecha de la Quebrada Higueron	Mecánico	San Andrés y alrededores
Tajo Lalo Valverde	San Andrés	Actualmente no se esta extrayendo	Aprovechar el material depositado	San Andrés, Bajo Los Angeles, Ojo de Agua.
Tajo Joaquín Arias	Camino Ojo de Agua	Area de deslizamiento	Aprovechar el área inestable	San Andrés, Ojo de Agua
Tajo San Francisco	San Francisco	Actualmente se esta extrayendo	Mecánico	San Francisco y alrededores
Tajo Santa Juana	Camino a Santa Juana	No se esta extrayendo	Mecánico	Santa Juana y alrededores
Tajo de Nenin Monge		Area de recarga EIA	No	No

Fuente: Geól. Julio Edo. Madrigal Mora-CNE

## 11.6 Medidas de Prevención y Mitigación

Para llevar a cabo un plan de vigilancia y mejora de los caminos en la zona de Los Santos se propone las siguientes medidas:

Dado que no es posible llevar a cabo simultáneamente trabajos a lo largo de todos los trayectos se deben establecer un orden de prioridades de estos tramos de manera que el análisis de los sectores se coordine con instituciones como el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), MINAE, Municipalidades de cada uno de los cantones de acuerdo a:

1. Darse absoluta prioridad a los tramos, donde son frecuentes los grandes deslizamientos que dejan o pueden dejar incomunicados a muchas localidades ya identificadas en el área de Los Santos
2. Es necesario que los tramos más costosos de rehabilitar sean analizados, ya que debido a la magnitud de los daños, volumen de material y por la frecuencia con que se producen son más difíciles de eliminar.
3. Como parte de las técnicas que se podrían aplicar para lograr un mayor control de los deslizamientos, está la captación y control de las aguas subterráneas y en las partes superiores de los taludes las aguas superficiales, esto con el fin de que no deteriore el terreno, por parte del Departamento de Ingeniería.
4. Es importante conocer el terreno para definir en que lugares se puede colocar las contracunetas, (estructuras que se hacen en la parte superior del talud para evacuar el agua). Asimismo, el empleo de subdrenajes, que consisten en unas perforaciones practicadas en la parte baja del corte, para atacar el efecto de las aguas subterráneas.
5. La colocación de mallas especiales es la técnica más adecuada en áreas de frecuente desprendimiento de rocas, tierra y vegetación en sectores donde el talud es vertical, esto permite retener los bloques y además favorece el establecimiento de vegetación que contribuye al amarre natural del material.
6. Otra alternativa es la colocación de gaviones, que son muros de contención realizados con piedra y malla, además de la eliminación de árboles en la parte superior de los cortes, en algunos sectores donde la altura del talud no es considerable.
7. Coordinar con el Departamento de Ingeniería de Tránsito del MOPT el señalamiento vial necesario en las zonas de alta inestabilidad por deslizamiento y hundimientos para el cierre de la vía ante cualquier eventualidad, asimismo, regular la circulación cuando algún deslizamiento afecta sólo un carril o el cierre de la vía cuando ocurre uno de consideración.
8. Toda extracción de material en la mayoría de los tajos o frentes de extracción deben ser supervisados por parte de la SETENA, CNE, MINAE y municipalidades.
9. Comunicar a los conductores sobre el área de mayor inestabilidad a deslizamientos y hacer mención de "**Ante todo, Precaución**".

Aunque se apliquen algunas técnicas adecuadas, los deslizamientos no desaparecerán, debido a las condiciones de la zona, aunque irán disminuyendo con los años, de acuerdo a las medidas preventivas utilizadas.



## **12. Análisis de los impactos ambientales generados por los Beneficios de Café existentes y otras fuentes de contaminación en la Cuenca del Río Pirris**

A pesar de las fuertes pendientes que caracterizan esta región, que reclaman una protección arbórea intensa, la naturaleza ha sido severamente afectada. Casi no se encuentra bosque primario y el paisaje predominante son las extensas plantaciones de café en las laderas, principal actividad económica de la zona.

La atención de las plantaciones de café se lleva a cabo, fundamentalmente, con fuerza de trabajo familiar y durante los meses de recolección se incorporan a la actividad niños y jóvenes de ambos sexos en forma generalizada. Los adultos y jóvenes combinan la atención de parcelas propias o familiares, con el trabajo de jornaleros en las fincas más grandes, algunas de las cuales, durante la época de cosecha, deben traer mano de obra de otros puntos del país y pocas veces nicaragüenses.

Entre los factores facilitadores de deterioro de la calidad del agua de la red hídrica del Río Pirris, además de la contaminación física causada por los sedimentos generados propiamente por la actividad agrícola se encuentran los residuos de fertilizantes, de excretas humanas, de ganado vacuno y porcino, que drenan a través de los cafetales y pastizales predominantes del paisaje de la cuenca.

En la actualidad se han implementado medidas para mitigar los efectos nocivos de los beneficios de café en la región debido a nuevas alternativas en el proceso de beneficiado húmedo del café.

Se ha creado consciencia sobre la problemática de la fuerte erosión y pérdida de suelo en toda la región de Los Santos debido al uso indiscriminado de laderas de fuerte pendiente no aptas para este tipo de cultivo. Por lo tanto, debido a la constante pérdida de Los materiales orgánicos por medio del agua de lluvia y de la actividad humana, ha contribuido al desgaste de Los suelos con grandes pérdidas de elementos minerales y de microorganismos benéficos por falta de estos materiales que influyen en la formación del suelo.

La mayoría de caficultores del área han incorporado desechos de origen vegetal o animal, donde se ha establecido un gran equilibrio con la naturaleza que beneficia al ecosistema y al hombre.

El aprovechamiento de la pulpa de café descompuesta en aboneras, por medio de lombrices, o sola bien preparada, es básico para devolverle al cafetal un porcentaje importante de materia orgánica y nutrientes; con lo que se esta logrando mejorar la estructura del suelo más porosa y por lo tanto ayuda en la aireación de las raíces, se

produce una mayor retención de humedad, se incrementa la actividad microbiana, colabora con la fertilidad potencial del suelo, reduce la utilización de fertilizantes químicos y nematicidas.

En el área de estudio se ha corroborado el proceso más que todo en la preparación de abono orgánico directo a través del volteo. Donde este tipo de abono es el más conocido y rápido de preparar, ya que es un proceso de descomposición por medio de aireación con volteos cada ocho o quince días, durante n períodos. Es muy importante como recurso para aprovechamiento de los grandes volúmenes de desechos orgánicos producidos por la actividad de beneficiado el cual va a ser su principal materia prima

Aunque su tratamiento no es el más correcto dado que la técnica y control del proceso no esta bien establecido hasta la fecha.

A continuación se detallan los aspectos generales que afectan el área por contaminación son:

### **12.1 Asentamientos urbanos y aguas residuales domésticas:**

En la cuenca existen nueve comunidades que suman 19000 habitantes. Partiendo de que la cantidad de N y P descargado por una persona es equivalente a 12 y 1.4 gramos respectivamente, la cantidad anual potencial de nutrientes de N y P sería cerca de 84 y 10 toneladas respectivamente (ICE, 1998).

### **12.2 Actividad ganadera y porcina:**

Existen en el área unas 16 000 cabezas de ganado y 3 000 cerdos. Se considera que una cabeza de ganado descarga desechos equivalentes a 300 gramos de N y de 50 gramos de P por día. Un cerdo se considera que desecha 40 gramos de N y cerca de 25 gramos de P por día. De esta manera se tendría potencialmente una cantidad anual de N y P descargada anualmente por la actividad ganadera y porcina equivalente a 1 600 y 95 toneladas respectivamente (ICE, 1998).

### **12.3 Cultivo de la tierra y aplicación de agroquímicos:**

Se reporta el uso de 2 000 toneladas de fertilizantes basado en fósforo y nitrógeno para las plantaciones de café de la zona, de los cuales 1 500 toneladas corresponden a N y cerca de 500 ton. son de P. Por otro lado se utilizan anualmente 1 000 ton. de potasio, 300 ton. de magnesio y cerca de 50 ton. de boro en las plantaciones de café, correspondientes a una área de 5 600 hectáreas (ICE, 1998).

## 12.4 Coliformes fecales:

En la estación de monitoreo Copey se reportan máximos de 24 000 coliformes fecales / 100 mL, con mínimos de 13 y promedios de 2 700 bacterias colifecales / 100 mL. Después de Santa María de Dota el RPi presenta máximos de 240 000 coliformes fecales / 100 mL, mínimos de 95 y promedio de 30 500.

Estos niveles de bacterias indicadoras de contaminación fecal por animales de sangre caliente denotan el influjo de aguas servidas sin tratamiento, lavado del suelo por la escorrentía superficial y lavado de desechos fecales de corrales vacunos y porcinos.

## 12.5 Impactos generados por los beneficios de café:

A pesar de que no existe información comprensiva actualizada puede afirmarse que, desde el punto de vista del impacto económico sobre la subregión, la actividad más relevante es la cafetalera.

Las cuatro empresas del café más significativas desde el punto de vista de capacidad instalada diaria, actualmente en operación en el área del Proyecto Hidroeléctrico Pirris ; en orden de producción de mayor a menor son: Coopetarrazú, La Meseta - Los Santos, Coopedota y CoopeLlanobonito.

El repunte de los precios internacionales del café durante los últimos años ha fortalecido su papel histórico como la actividad económica más importante de la subregión, lo cual además explica las nuevas siembras de este cultivo que es posible observar en la zona; por lo tanto es entendible la presión ejercida por los productores por expandir la frontera agrícola hacia cultivos reduciendo el bosque primario o intervenido que queda.

Se considera al café de esta subregión como de muy buena calidad y alta competitividad en el mundo. El desglose de las cifras particulares se encuentra en el Cuadro No 5.

**Cuadro No 5**  
**Producción y área de los cantones de Los Santos**

Cantón	Producción en fanegas			Promedio producción	Area (has)	Promedio/ha
	98-99	99-00	00-01			
Tarrazú	287.401	177.763	224.176	229.780.00	6.403,48	35.88
León Cortés	199.020	147.187	166.936		4.898,79	34.91
Dota	57.826	31.757	50.543	171.047,66	1.034,00	45.17
Total	544.247	356.707	441.655	46.708,66	12.336,27	38.65

Fuente: ICAFE , Los Santos, Junio- 2002

## **12.6 Producción de contaminantes en el proceso del café**

En el beneficiado húmedo del café se producen principalmente tres tipos diferentes de desechos contaminantes, a saber, las aguas del despulpado de la fruta, las aguas del café fermentado y la pulpa.

Según Vázquez (1996) las aguas del despulpado del grano en cereza en el beneficiado húmedo convencional aportan 160 gramos de DQO por kilo de café beneficiado. Las aguas de lavado producen 170 gramos de DQO por kilo.

Conjuntamente el beneficiado de un kilogramo de café genera, por las aguas utilizadas en el despulpado y lavado, una contaminación equivalente a la producida por 5,6 personas adultas, por día.

La calidad deteriorada de las aguas del río, al presentar niveles elevados de nutrimentos, especialmente materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, explica la formación de olores ofensivos, con la presencia de azufre. Por otra parte estos desechos presentan las características de alcanzar niveles ácidos, en el orden de 4 unidades de pH, por la alta fermentación de las mieles.

La generación de buena parte de esos contaminantes en la época de estiaje ó de mínimos caudales en los ríos agrava el problema de contaminación, agotando por completo el oxígeno de las corrientes receptoras y favoreciendo la producción de olores nauseabundos, con las condiciones anóxicas a que son sometidos los cuerpos receptores de agua.

El pergamino o cascarilla se incinera luego del secado del grano en la mayoría de los beneficios, con aprovechamiento del calor generado. La pulpa representa el desecho más problemático en razón de su volumen y cantidad producida y a su difícil estabilización.

Un aspecto que merece consideración es que, como producto de la reactivación de la actividad cafetera nacional tras la mejora de los precios internacionales del grano oro, se ha provocado un incremento en la producción en la mayoría de las zonas productoras, siendo la de los Santos un ejemplo claro.

De acuerdo con el estudio EIA de la cuenca del Rpi (1998), así como, por la delimitación del área tributaria de aguas para alimentar el futuro reservorio, señala que una buena parte de los beneficios de café de la amplia zona productora de "Los Santos" no influirá sobre el proyecto propuesto; las aguas de ese sector tributan a la parte más baja de la cuenca, la circunscrita al área de drenaje del Río Grande de Candelaria.

**Oxígeno disuelto, OD:** De acuerdo con datos ICE, 1998 durante el período 1990-91 se determinan valores para el OD entre 6 y 8 mg/L considerados apropiados, tratándose de una cuenca con pendientes muy abruptas y cauces lóticos muy dinámicos que favorecen la aireación de las corrientes de agua.

**Demandas química y bioquímica de oxígeno, DQO y DBO:** Para las demandas de oxígeno consideradas como indicadores de materia orgánica, se reporta para la DQO niveles entre 30 y 65 mg / L. La DBO alcanzó valores entre 2 y 160 mg / L, con un promedio de 47 mg / L.

Estas concentraciones señalan aguas muy contaminadas cercanas al área de la represa Pirris, particularmente durante la recolección y proceso del café, que coincide con la época seca.

La carga orgánica es enorme en este período; además, el caudal promedio del río principal y sus afluentes disminuyen notoriamente. Cuando el DBO excede los 5 mg / L el agua no es apta para sustentar la existencia de peces y cuando se superan los 10 mg / L de DBO el agua empieza a emitir malos olores.

Sin embargo, los valores de la DBO han bajado entre 5,2 y 90,5 mg / L, con un promedio de 31 durante la época del proceso del café de la cosecha de principios de 1997. Esta disminución es indicio del efecto de medidas contra la contaminación que se están tomando en la región, asunto que se discute más adelante en este informe.

## **12.7 Alternativa para solucionar el impacto de la actividad industrial cafetalera.**

Esta medida se lograría mediante la construcción de tanques sedimentadores, lagunas pequeñas de lodos para el depósito de sedimentos. Se incluye el despulpado en seco de la pulpa y el transporte no hidráulico de la pulpa.

Tratamiento anaerobio secundario de las aguas: Se establece aquí como meta el tratamiento secundario para reducir la contaminación en términos de materia orgánica, expresada como DBO y DQO.

En la revista denominada La Caficultura, Occidental, julio, 2001, en artículo denominado La pulpa de café, "De contaminante a nutriente", por el Ing. Ronny Alfaro indica sobre los beneficios directos en el tratamiento de la pulpa del café en los beneficios que es uno de los mayores contaminantes en el área de Los Santos y específicamente en el Río Pirris debido a los malos olores que se generan.

De acuerdo con Alfaro, 2001 se indica que el proceso de beneficiado húmedo de café, se inicia con el despulpe, la pulpa de café significa aproximadamente un 40 % del peso fresco del fruto y se considera un subproducto de deshecho, comúnmente desperdiciado y considerando una fuente de contaminación, debido a los volúmenes

que se acumulan y afectan fuentes de aguas y Los alrededores de los beneficios ya que sirven para criaderos de moscas, producen malos olores y otros perjuicios ambientales.

Por consiguiente, caso particular del cauce del Río Pirris donde se ubican cuatro beneficios que en los últimos años han provocado serios inconvenientes a toda la población aledaña de los mismos. En la actualidad el problema es menor pero aún persiste la contaminación que se esta solucionando con plantas de tratamiento y la generación de abono orgánico.

En algunas otras áreas del país, se ha incrementado el uso de enmiendas orgánicas como complemento de la fertilización química con el fin de obtener mayor producción y mejorar la fertilidad del suelo, lo que se ha convertido en una práctica muy importante al dejar de lado la contaminación frecuente que ocurre con los ríos.

Además, es de suma importancia que los beneficios de café como la ganadería y porcina establezcan la política de los EsIA o PGA de acuerdo a lo normativa de la Ley Orgánica del Ambiente y otras leyes.

### **13. Análisis Técnico y Implementación de medidas de Prevención y Mitigación para la Protección de la Cuenca Hidrográfica Superior del Río Pirris.**

#### **Análisis Técnico**

La investigación que se ha llevado a cabo en la Región de Los Santos es un primer paso de estudio por parte de la C.N.E, y que fue tema de la Maestría en Gestión en Geo-recursos, con la finalidad de integrar toda la experiencia en esta cuenca y de trasmitirla al resto del territorio nacional con el propósito de que en un corto plazo, aquellas cuencas prioritarias sean analizadas con mas detalle aplicando la estructuración de este trabajo, con un grupo de profesionales que integren en su totalidad todos los aspectos mencionados en este documento.

Por lo tanto, se reconoce que debe efectuarse un gran esfuerzos por la conservación del ambiente y particularmente de la cuenca hidrográfica superior del Río Pirris y del resto del territorio, con el fin de dejar con protección un patrimonio de ecosistemas estables y de alta biodiversidad, como también por los beneficios secundarios derivables de esos biomas, como son el agua limpia, un régimen hidrológico estable, área de protección y sus condiciones ideales para su utilización, tan variada como indispensable por las generaciones futuras.

De hecho, es lamentable que el área de estudio se encuentra intensamente intervenida y deforestada debido al alto desarrollo de actividades agropecuarias como el café, la ganadería y granos básicos, que han provocado de antemano un proceso deforestador, con la consecuente destrucción del bosque natural el poco que queda y de la mínima protección de las áreas de captación y de protección.

Por lo tanto, de acuerdo a las características descritas en los capítulos anteriores, tienden a que una cuenca impactada por las actividades humanas deba ser sometida a las medidas de protección ambiental más rigurosas, para que la estabilidad general de la cuenca sea sostenible y de manera deseable; estas medidas exigen un ordenamiento adecuado del uso de la tierra en las microcuencas tributarias productoras del agua.

La zonificación inducida por estudios técnicos permite que el suelo sea utilizado de acuerdo con sus capacidades, así como con el desarrollo de ciertas actividades que potencien los usos de la cuenca, como las que acercan al hombre a la naturaleza.

Sin embargo, estos esfuerzos se han visto parcialmente impedidos o entorpecidos por la enorme presión sobre el espacio para el desarrollo urbano, la expansión de los cultivos, como el café y otras actividades agropecuarias. En este sentido, la cuenca del Río Pírris es una de las más afectadas del país, situación que incide sin duda sobre la viabilidad de cualquier proyecto que se quiera desarrollar dentro de la cuenca.

Por esto es que se ha hallado necesario que las autoridades oficiales pertinentes no sólo controlen la deforestación de la cuenca y en especial en los cauces de los ríos, sino que fomenten la reforestación o la creación de estas franjas de vegetación (tipo charral como inicio) a lo largo de los tributarios y en la orilla del embalse mismo, para minimizar los efectos de la contaminación y la entrada excesiva de sedimentos.

El papel que estas zonas protectoras marginales cumplen es el de retener sedimentos y materia orgánica, así como absorber nutrimentos como nitratos y fosfatos. Estas franjas amortiguadoras (“buffer”) no se pueden utilizar, sin embargo, para absorber aguas servidas, que requieren de un tratamiento especial.

Por otra parte, las actividades normales agropecuarias de la región producen efectos de gran intensidad sobre el suelo, con sus efectos de desestabilización de laderas, la degradación de la calidad del agua, indispensable para el adecuado aprovechamiento de la cuenca; además, con relación al recurso hídrico, la actividad industrial cafetalera impone, al menos durante un periodo de cuatro a cinco meses al año, una fuerte carga medioambiental.

Es importante en el contexto de la mitigación de efectos adversos al medio ambiente, la caracterización del beneficio de café como actividad industrial y las obligaciones, en materia de calidad de aguas, que debe cumplir ante los entes reguladores del país, para lo cual se utiliza lo establecido en el Decreto Ejecutivo N° 26042-S-Minae, del 19 de junio de 1997. El Decreto tiene por objetivo la protección de la salud pública y del ambiente, a través de una gestión ambientalmente adecuada de las aguas residuales. Será aplicable en todo el territorio nacional para el manejo de las aguas residuales, que independiente de su origen sean vertidas o reusadas”.

De acuerdo con la Evaluación de Imapcto Ambiental P.H. Pirris Vol. II (julio, 1998) se indica que dentro de sus programas de reforestación, que ya se extienden por todas las regiones de plantas hidroeléctricas, el ICE tiene uno de arborización para la cuenca del RPi. Inicialmente se plantaban árboles exóticos, pero en los últimos años se ha dado mayor énfasis a árboles nativos.



Es esencial de establecer en un corto plazo de un corredor biológico, como medida de compensación por los posibles impactos negativos hacia las pequeñas áreas boscosas y en general hacia la cuenca media, donde se sugiere estudiar la posibilidad de establecer un corredor biológico a lo largo del Río Pirris y tributarios principales, con la finalidad de proveer por siempre de especies de flora y fauna y más adelante se podría lograr también la unión con la Reserva Forestal "Los Santos".

Además, como alternativas para un adecuado manejo hídrico en las actividades económico productivas de la zona, debe establecerse un adecuado manejo de desechos mediante la capacitación a productores y asesoramiento a proyectos económicamente viables como por ejemplo la obtención de abono orgánico a partir de la lombricultura, compostaje de pulpa y otros residuos y tratamiento de aguas residuales de los beneficios .

Por lo tanto, debemos ser conscientes que en la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris presenta desafíos y además carencia de:

- ◆ Falta de coordinación y de una visión integral
- ◆ Incoherencia, exceso o duplicación de la legislación existente, que permita armonizar y actualizar los diferentes instrumentos y normativas vigentes.
- ◆ La falta de planes de acción para atacar la problemática en la cuenca
- ◆ Carencia de recursos suficientes para desarrollar los programas y proyectos
- ◆ Ausencia de voluntad política y local
- ◆ Ausencia de programas y planes de políticas a largo plazo.
- ◆ Falta de Planes Reguladores en los tres cantones de Los Santos

Con el fin de poder resolver los problemas potenciales entre un manejo sostenible de los recursos naturales e hidráulicos en la cuenca del Río Pirris, sería necesario desarrollar un programa de zonificación de uso de la tierra (ordenamiento para el uso del territorio) como parte inicial del manejo integral de la cuenca.

- ◆ **Para ello, es necesario el Desarrollo de un Plan de Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris.**

A raíz de esa situación, ha surgido la necesidad de contar con instrumentos de diferente índole como mecanismos de solución al conflicto existente, que permitan aminorar la crítica condición imperante en este campo.

**Se destaca la promulgación de leyes ambientales donde se incluye cierta normativa referente a la protección de cuencas: Ley Orgánica del Ambiente, Ley Forestal, Ley de Biodiversidad, Ley de Salud y la Ley de Conservación de Suelos entre otras.**

La experiencia acumulada a través de la historia de nuestros pueblos en cuanto al uso irracional de los recursos naturales de las cuencas, evidencia la necesidad de un manejo sostenible e integrado de esos recursos hacia un desarrollo armonioso con la naturaleza.

Implementar un Plan Integral de Manejo de la cuenca, que incluya la mejora de todos los caminos existentes en la cuenca, cambios en el uso de la tierra, obras de conservación de suelos, protección total el área de Reserva y manejo de aguas en las técnicas de cultivos, programas reforestación y de educación ambiental así como el tratamiento y mejoramiento de la calidad de aguas de desecho de los beneficios y centros urbanos.

Todas estas condiciones de trabajo y acción integrada con la comunidad y varias instituciones y carteras de Gobierno, conformarían un escenario óptimo de sostenibilidad, aumentaría la vida útil del embalse, y conservaría e incluso mejoraría las condiciones ecológicas de la cuenca y calidad de vida de sus habitantes.

Con relación a los efectos del estado del ambiente en el área, el peso mayor ha recaído sobre la ausencia de un ordenamiento territorial, el mal uso de la tierra y su sobreuso.

### **13.1 Medidas de Prevención y Mitigación que servirán de base para el manejo sostenible de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris:**

1. Desarrollar prácticas de conservación de suelos y de agua en la cuenca del Río Pirris, tanto en la parte media y alta por medio de terraceo y curvas de contorno. Las mismas deben de hacerse para involucrar a los campesinos de la región.
2. Desarrollo de prácticas agropecuarias y de manejo de pastos que ayuden al manejo sostenible de los suelos en la cuenca, acciones tales como la rotación de pastos.
3. Proveer con asistencia técnica y educación ambiental a los propietarios de fincas en la cuenca. Estas medidas deben de estar orientadas a practicas de manejo de suelos y conservación de recursos hidráulicos en la cuenca.
4. Promover el uso y desarrollo de especies agrícolas que reduzcan la erosión hídrica en aquellas laderas donde se evidencia una alta erosión debido a la deforestación.
5. Promover la organización de asociaciones de campesinos con el fin de alcanzar una alta participación comunal en la formulación y selección de prácticas de ordenamiento territorial y conservación de suelos.

6. Desarrollar y financiar estudios detallados de la capacidad de la tierra en la cuenca y contrastarlos con el uso actual y cobertura de la tierra. Esto permitirá desarrollar programas de reclamación de tierras con base en la capacidad real de las mismas.
7. Promover el desarrollo adecuado del uso de la tierra evitando conflictos en el uso de la tierra y la topográfica.
8. Desarrollo de planes de administración y manejo de áreas de conservación y, si fuera posible, de corredores biológicos en la cuenca. En el caso de que tales planes existan, se recomienda desarrollar legislación en el nivel regional que permita reforzar las zonas de conservación existentes o la creación de nuevas áreas.
9. Promover el desarrollo de zonas de contención y zonas de conservación a lo largo del embalse. De igual forma se recomienda la promoción de bosques ribereños a lo largo de los ríos y quebradas en la región debido a la efectividad de estas en la conservación de suelos y captación de sedimentos.
10. Promover el uso de barreras vivas como parte de programas de conservación de suelos.
11. Incorporar el concepto de desastre y análisis de riesgo en todas las propuestas de desarrollo y trascender de la atención, a una cultura de prevención cuyas acciones deben estar presentes antes, durante y después de las emergencias.
12. Fortalecer las capacidades locales y asegurar la participación de las comunidades en cada etapa del ciclo de gestión del riesgo para promover comportamientos prudentes y decisiones acertadas.
13. Fortalecer las capacidades regionales y municipales de gestión interinstitucional e intersectorial.
14. Fortalecer las capacidades en los campos de gestión de riesgo en el ámbito regional y local por medio de sistemas de prevención y mitigación.
15. Mejoramiento y ampliación de los sistemas de Alerta temprana, gestión ambiental en cuencas de alto riesgo, incorporando no sólo programas de reforestación, sino también actividades productivas e innovadoras.
16. Creación y adaptación de redes de albergues en cantones prioritarios
17. Diseño y ejecución de planes de contingencia

18. Ampliación y actualización hasta nivel local de mapas de amenazas naturales y antropogénicas.
19. Fortalecer a los comités locales de emergencia en la labores de preparación y respuesta ante situaciones de emergencia, principalmente en plano asistencial, alojamientos temporales, evacuación preventiva y manejo de suministros de primera necesidad.
20. Es preciso diseñar y poner en marcha estrategias efectivas que permitan a la población enfrentar las contingencias naturales o no que afectan su calidad de vida bajo un esquema de alta participación comunitaria, para la generación de una cultura de la prevención que interrelacione todos los niveles de gestión del desarrollo: desde el ordenamiento territorial basados en sistemas actualizados de información geográfica y social
21. Fortalecimiento de la capacidad para la gestión del riesgo en el ámbito local procurando, en el marco de los procesos de descentralización, el desarrollo de sistemas locales de prevención y mitigación de desastres, que constituyen la base operativa del Sistema Nacional de Prevención.
22. Fortalecimiento institucional de la CNE como entidad rectora y coordinadora del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo en el área de Los Santos.
23. Establecer una planificación integral que contemple la protección de las cuencas, no solo para el abastecimiento de agua, y protección del ambiente, sino que también como una medida de Prevención y Mitigación de futuros desastres, que le garantice a las comunidades un desarrollo verdaderamente sostenible.
24. Capacitar en coordinación con el ICE, MINAE a las asociaciones, donde se promueven por medio de reuniones, foros y otros eventos que brinden mayor conocimiento a la comunidad sobre los recursos naturales y su conservación la participación de la población en lo referente a Educación Ambiental.
25. Ausencia de un plan integral de asentamientos humanos basado en un marco conceptual apropiado.
26. Falta de voluntad política para definir un plan de ordenamiento territorial con base en la capacidad de uso, que incluya el desarrollo habitacional.
27. Carencia de una concepción global del estilo de desarrollo socioeconómico y cultural del país
28. Diseños de sitio por lo general no adaptados a las condiciones naturales del terreno (topografía, geología, vegetación).

29. La participación de las comunidades en la definición de sus propios proyectos habitacionales es mínima, reduciéndose a lo sumo al aporte de mano de obra no calificada. .
30. No se tienen soluciones integrales a los problemas de los desechos líquidos y sólidos, los que se asumen como problemas del Estado o, en última instancia, de la Municipalidad. Falta de un enfoque en el que se promueva que cada individuo o familia asuma su responsabilidad, y en el que se explote la posibilidad de generar microempresas productivas alrededor del tema de los desechos.
31. Implementar un Plan de Ordenamiento Territorial de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris, donde debe garantizar los mecanismos y procedimientos del uso racional de los recursos naturales de la población permitiendo las capacidades y optimizar la producción en términos ambientales, sociales y económicos, con el fin de elevar la calidad de vida de los pobladores y aumentar el patrimonio ambiental existente para alcanzar la sostenibilidad.
32. Almacenar e integrar toda la información cartográfica e estudios técnicos de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris, con la finalidad de mantener una base de datos general, ya que la que existe actualmente se encuentra dispersa en distintas instituciones, con el objetivo de facilitar el ordenamiento territorial y con el propósito de facilitar la toma de decisiones sobre el uso ideal de la tierra en la cuenca.
33. Una propuesta integral de ordenamiento territorial, de la cuenca para análisis, discusión, aprobación e implantación comunal, mediante una consulta de amplia participación ciudadana. Esta debe incluir como mínimo, la propuesta de zonificación territorial, la reglamentación del uso de la tierra definida y un plan de viabilidad para el ordenamiento de la infraestructura.
34. Se recomienda que basados con esta información de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris se continúe con el proyecto de mayor integración de análisis por parte de la C.N.E y demás instituciones del estado.
35. No autorizar permisos de construcción por parte de las Municipalidades de Santa María de Dota, Tarrazú y San Pablo de León Cortés, en áreas de alta inestabilidad o cerca a cauces de ríos o quebradas sin los debidos permisos de parte de las instituciones del estado.
36. Las áreas identificadas como de alta amenaza por deslizamientos, inundación o que están atravesadas por fallas importantes deben ser utilizadas únicamente para zonas verdes, cultivos o zonas de protección o reforestación total.

## 14. Bibliografía

Aguilar Schramm, Alejandra. Manual de Regulaciones Jurídicas para la Gestión del Recurso Hídrico en Costa Rica. 1 edición San José, Costa Rica., CEDARENA, 2001.

Bermudez Campos Oldemar. Análisis del deslizamiento del Llano de la Piedra. Universidad Autónoma de Centroamerica. San José, Costa Rica. noviembre, 1997.

Castro Jiménez Rodrigo, Diseño de un Sistema de Alerta Temprana de Crecientes en la Cuenca del Río Chirripó. UCR, Escuela de Ingeniería. julio, 1997.

Chacón José Joaquin. Estudio de Impacto Ambiental carretera Ciudad Colón-Orotina. FUNDEVI-MOPT.San José, Costa Rica. 1998.

Climent Alvaro et al. Microzonificación Sísmica. San José, Costa Rica, marzo, 2000.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. diciembre-1999.

Denyer, P. & Arias , O. Estratigrafía de la Región Central de Costa Rica. Revista Geológica América Central No. 12, San José, Costa Rica. 1991

Escobar Potes Carlos E. Solución a problemas geotécnicas en la región. III Curso sobre planeación territorial y desastres naturales. San José, Costa Rica.

Fernández A. Mario. Análisis sísmico en la parte central de Costa Rica y evaluación del hipotético Sistema de Falla Transcurrrente de Costa Rica, Universidad Nacional Autonoma de México, Tesis de Grado, México, noviembre, 1995.

Flores Campos, José A. Asistencia técnica para productos de frutales de altura de la subregión Los Santos. Centro Agrícola cantonal de Tarrazú. San José, Costa Rica. abril, 1997.

Jiménez Francisco. Conceptos, enfoques y estrategias para el manejo de cuencas hidrográficas. CATIE, Turrialba, junio, 2001.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Estudio Evaluación de Impacto Ambiental, Vol II, San José, Costa Rica, julio, 1998.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Estudio Geoeléctrico para la zona Deslizamiento San Carlos, área de embalse. C.S. Exploraciones Subterráneas Area de Geofísica, San José, Costa Rica. Agosto-2000.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Estudio Geofísico para una zona de inestabilidad geológica camino a casa máquinas. C.S. Exploraciones Subterráneas Area de Geofísica, San José, Costa Rica. Setiembre-2000.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Estudio Geoeléctrico para la ventana de acceso al túnel de conducción. C.S. Exploraciones Subterráneas Area de Geofísica, San José, Costa Rica. Octubre-2000.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Estudio de Impacto Ambiental Volúmen III, Anexos . San José Costa Rica, julio, 1998 .

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Reventazón. Proyecto de Manejo de las Areas Prioritarias. Resumen Ejecutivo, febrero 2000.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Estudio Geofísicos para los tajos Mesenga y Chepec (Materiales para lastre). C.S. Exploraciones Subterráneas Area de Geofísica, San José, Costa Rica. Agosto-2000.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Nota técnica. Análisis de Estabilidad de los taludes 6 y 7 Tajo Santa Rosa. Noviembre-2000.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Valoración de la estanqueidad del embalse y macrozonificación de la amenaza por deslizamiento del P.H Pirris, Unidad estratégica de negocios, proyectos y servicios diseño, San José, Costa Rica. junio-2000.

Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE). Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas residuales en seis plantas beneficiadoras. ITCR-CEQUIATEC, mayo-1997.

Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE). Boletín Informativo. Oficina Regional Los Santos. Año 1, Número 3, julio del 2001, Naranjo, Costa Rica.

ICE. Bases conceptuales para la gestión de cuencas, San José, Costa Rica, noviembre, 2001.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Políticas y Lineamientos Ambientales. San José. Costa Rica. 2001.

Ley 8023. Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón. San José, Costa Rica.

Nakamura, Hiroyuky. Landslides in Japan. The Japan landslide Society, April, 1996.

Pérez Gómez Alfonso. Diagnostico del Estado de conservación de los recursos naturales de la Cuenca Bajo del Río Savegre, Costa Rica.

Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Reconstrucción y transformación de Centroamérica después del Huracán Mitch: Una Visión Regional. 1999

Valverde Mora Marco. Elementos básicos para la identificación de problemas geotécnicos en proyectos habitacionales. Revista del Colegio No. 12.

Villagrán De León Juan C. Experiencias y contribuciones para la preparación ante los desastres naturales en América Central. Reforzamiento de estructuras locales y sistemas de alerta temprana temprana. RELSAT. FEMID. Guatemala.2001

Villagran De León Juan C. Aportes para la gestión de obras para la prevención de inundaciones. FEMID/GTZ. Guatemala, 2001..

II Curso Panamericano. Movimientos de Masas. Asociación Costarricense de Geotecnia, San José, Costa Rica. 6-10 de noviembre, 2000.

Zeledón Ricardo. Código Ambiental. Fondo Jurídico, San José, Costa Rica. 1999.