

4.0 EL MODELO GLOBAL

4.1 SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

De acuerdo a los TdeR, en la **Tarea 1** se debe seleccionar un “sistema de herramientas de apoyo y sustentación que permita **manejar en forma coherente, auditable, veraz y confiable la información económica, social, ambiental y cultural recolectada**, las cuales deben captar las **variaciones espaciales y temporales** para las diversas dimensiones (ambientales, sociales y económicas) y se combinarán para proporcionar **vínculos geográficos integrados** que garanticen la consistencia cronológica”.

En los TdeR se presenta, además, una lista, no de carácter obligatorio y exclusivo, de algunos modelos que pudiesen ser empleados en la evaluación de la información:

- Modelos basados en la Dinámica de Sistemas (Forrester)
- Modelos de Sistemas Expertos
- Modelos de Apoyo a las Decisiones (DSS)
- Modelos de Lógica Difusa
- Matrices de Contabilidad Social

El Consultor, en su propuesta, mencionaba que “...corresponderá al especialista en modelos, conjuntamente con otros expertos, ampliar y/o sugerir nuevas herramientas de trabajo que serían de utilidad para el desarrollo del proyecto”, y agregaba que “...los modelos del tipo que se pretende **son objeto de desarrollo especial**; para ello se combinan diversas herramientas que se apoyan en el conocimiento de los expertos, el análisis espacial y los programas de resolución de problemas de alta complejidad. Y más adelante se agrega “...la aplicación que se desarrolle tendrá, consecuentemente, **un grado considerable de hibridización**”¹

Después de la revisión realizada por los especialistas en relación a estos conceptos, se ha concluido que:

- Algunos de los modelos planteados en los TdR poseen atributos del producto final pero ninguno de ellos permite el manejo completo de la información con los objetivos planteados
- El modelo debe suministrar una optimización espacial y temporal del uso del suelo como apoyo a la toma de decisiones.
- La índole del problema (Ordenamiento Territorial) y necesidad de integración espacial de los resultados hace necesaria la utilización de una plataforma SIG para el desarrollo
- La multiplicidad de variables involucradas y el carácter intangible de algunas, hace necesaria la utilización de un modelo de optimización simple que permita un manejo matemático compatible con herramientas computacionales convencionales
- La intangibilidad de algunas variables (en particular de tipo ambiental, social y cultural) requiere de un modelo flexible en el sentido de no supeditar la toma de decisiones con relación a una variable (rentabilidad) exclusivamente.

¹ Se han destacado en negrita los conceptos más salientes de los párrafos transcritos.

En el Cuadro 4-1 a continuación, se presentan los distintos componentes del modelo seleccionado dentro de un concepto sistémico, según el cual todos los componentes se ensamblan de modo armónico e interactivo.

CUADRO N° 4-1
CARACTERÍSTICAS DEL MODELO DESARROLLADO

Sub-Modelos	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Espacial • Análisis Temporal* • Obtención de indicadores socioeconómicos y ambientales de eficiencia • Identificación de Impacto Regional a través de la Matriz de Contabilidad Social (MCS)² • Valoración de externalidades ambientales • Identificación de intangibles y su incorporación a la toma de decisiones
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Zonificación Ecológica-Económica de FAO³ • Optimización de usos del suelo por programación lineal • Comparación de resultados a Valor Presente
Programas computacionales	<ul style="list-style-type: none"> • ArcGIS (con las extensiones de Spatial Analyst y 3D Analyst) • MSAccess • MSEXcel • Visual Basic

Fuente: Preparado por el Consultor

*El Análisis temporal incluye el aspecto dinámico.

Tal como se ha conceptualizado, el proceso consta de dos partes:

- a) **Planteo del Problema:** Optimización del uso del suelo y los recursos en la Región con restricciones de sostenibilidad, equidad y flexibilidad.
- b) **Desarrollo de la solución:** Modelo computacional dinámico, integrado y transferible.

² La Matriz de Contabilidad Social es una extensión de la Matriz Insumo-Producto (MIP) de Leotief, e incluye, además de la estructura de producción, datos sobre la distribución del ingreso y la estructura de la demanda de las instituciones.

³ César Cervantes Gálvez Ing., Consultor. Subprograma II, Convenio TCA-BID. Metodología para la Zonificación Ecológica-Económica de la Amazonia. Utilización de Sistemas de Información Geográfica. Memorias del Seminario-Taller Metodología para la Zonificación Ecológica-Económica de la Amazonia. Santafé de Bogotá, Colombia. 9 al 12 de diciembre de 1996.

La secuencia de desarrollo metodológico que se está siguiendo para tales fines es la siguiente:

1. Descripción del sistema a analizar (ambiental, social, y productivo, regional y extrarregional)
2. Desarrollo de un modelo conceptual para la integración de variables y resultados
3. Identificación y relacionamiento funcional de parámetros y variables relevantes al problema
4. Análisis de la función objetivo y sus restricciones: análisis crítico del objetivo que se persigue, describiendo los factores restrictivos para su desarrollo y sus cambios en el tiempo.
5. Planteo del modelo matemático para resolver el problema dentro del marco conceptual identificado, en términos de ecuaciones y procesos.
6. Aplicación al ámbito geográfico y temporal de referencia

4.1.1 EXPLOTACIÓN DEL MODELO PARA FINES DE OPTIMIZACIÓN ESPACIAL Y DINÁMICA

Se busca finalmente estimar medidas de cambio en el bienestar de consumidores y productores para medir los beneficios sociales que podrían obtenerse de distintos niveles de disponibilidad del suelo y agua en cada una de las actividades económicas asociadas a la Región, frente a distintos escenarios de análisis y de política.

El modelo se explorará para determinar el mejor uso del suelo (incluyendo su posibilidad como sostén de obras de abastecimiento de agua) desde el punto ambiental y económico.

La determinación del mejor uso del suelo será planteada en dos procesos. El primer proceso abarca el objetivo técnico de determinar el uso potencial, esto es el uso mayor compatible con la sostenibilidad del mismo.

El segundo proceso incluirá los reservorios que se han identificado como obras potenciales en la región para el suministro de agua con fines de generación hidroeléctrica, navegación y consumo, entre otros. Este proceso corresponde al problema de determinar el costo de oportunidad del agua, dadas las distintas demandas por el recurso hídrico por los agentes ligados a su utilización. En el mismo se trata de determinar, por un lado, la mejor asignación del agua disponible, considerando los flujos de agua existentes, entre los distintos usos y actividades posibles. Esto implica estimar una función de beneficios económicos regionales y extra-regionales posibles de obtener en cada una de las actividades consumidoras del agua.

El empleo de la Programación Lineal posibilitará la optimización de una función objetivo atendiendo a diversas restricciones preestablecidas. Dicho proceso está condicionado por variables de estado, variables de decisión, ecuaciones de restricción y funciones de cambio de estado.

La función objetivo a ser considerada será del tipo de maximización de beneficios privados o sociales; las variables de estado serán las áreas disponibles para distintos

tipos de uso, el crecimiento poblacional y la productividad y costos asociados; las variables de decisión serán los usos de cada área y los costos de cambio de uso asociados; las restricciones incluirán la obligatoriedad de satisfacer ciertas demandas (en materia de agua) y la exclusión de uso de determinadas áreas. Las funciones de cambio de estado incluirán el cambio tecnológico asociado a usos más intensivos del suelo, y el cambio climático, entre otros.

4.1.2 SELECCIÓN DE LAS VARIABLES A UTILIZAR

Cabe mencionar que en proceso de selección de la herramienta de evaluación se hace necesaria determinar las variables que se deben considerar por campo de aplicación.

Una aproximación inicial de las variables a considerar es la siguiente:

- Fauna terrestre y acuática
 - Importancia ecológica, alimenticia, deportiva, económica, o estatus de conservación
 - Hábitat, distribución, abundancia, sensibilidad.
- Hábitat y Flora
 - Biomasa, productividad
 - Estado de Conservación: grados de fragmentación, grado de protección, etc.
 - Distribución espacial
 - Nivel de importancia: ecológica, alimento, medicinal, comercial.
- Variables físicas
 - Temperatura
 - Precipitación
 - Hidrología: caudal, escorrentía, sedimentación, etc.
 - Suelos: características, aptitud agrológica, susceptibilidad a la erosión
 - Cubierta vegetal y uso del suelo
- Variables Socioeconómicas
 - Demografía
 - Calidad de vida
 - Tasas de natalidad, mortalidad y morbilidad
 - Empleo
 - Educación
 - Indicadores de productividad
 - Indicadores de Costos de Producción discriminados por tipos de insumos y factores (mano de obra y capital)
 - Producto Interno Bruto Regional

La selección final de las variables y/o parámetros a utilizar en la evaluación de la información existente está siendo determinada por los expertos en cada una de las áreas de interés en función de su aplicación en los submodelos preseleccionados.

4.1.3 VALIDACIÓN DEL MODELO

El modelo se validará a través de su capacidad de manejar las variables y parámetros identificados en un marco de resultados conocido; la calibración, se realizará sobre el escenario histórico presentado en la Matriz de Contabilidad Social del Estudio de línea de base socioeconómica llevada a un año base.

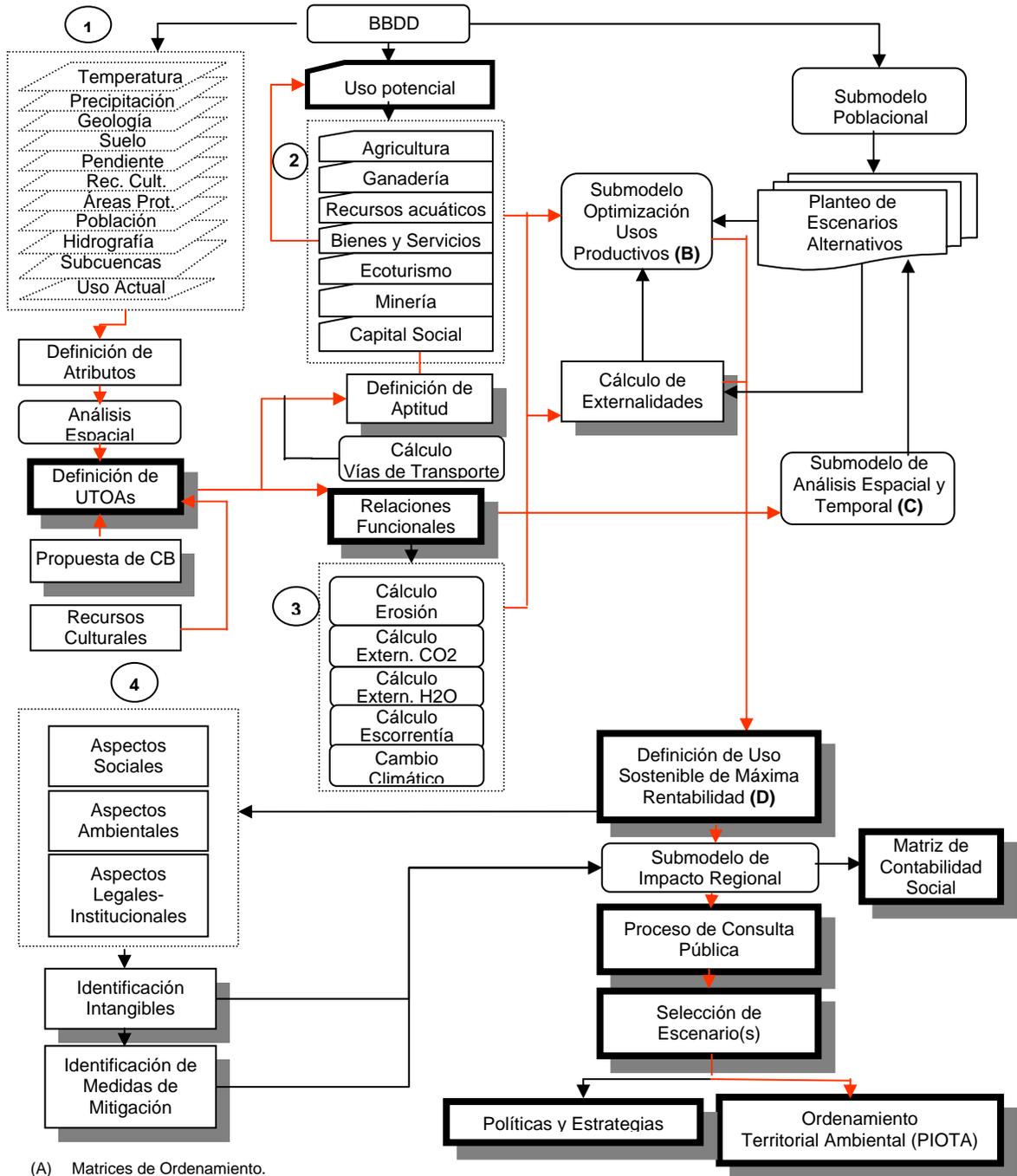
En la Figura 4.1 se presenta el diagrama que corresponde a la propuesta de modelo global de Ordenamiento Territorial Ambiental (OTA) tal como se ha conceptualizado. En el interés de lograr una mejor base conceptual que le de apoyo al modelo y que contribuya al mejor entendimiento de su conjunto y los elementos individuales en el glosario de este informe bajo el “Submodelo de población” se incorporan dos conceptos fundamentales para entender los factores que se producen en un medio social complejo.

Los elementos que constituyen el diagrama correspondiente diagrama de flujo del Modelo Global se describen a continuación:

- **Bloque 1:** Representa las capas temáticas provenientes de los Estudios de Línea de Base, tanto ambiental y cultural como socioeconómico
 - **Definición de atributos:** Las variables a tener en cuenta incluyen: pendiente, áreas protegidas, características edafológicas, cuerpos de agua, precipitación.
 - **Análisis Espacial:** Se trata del análisis a realizar mediante el SIG para establecer el uso potencial del suelo a partir de los atributos seleccionados.
 - **Definición de UTOAs:** Las Unidades Territoriales de Ordenamiento Ambiental (UTOAs) constituyen las áreas (o polígonos) resultantes de la aplicación de los atributos al sistema espacial bajo análisis. Estas unidades poseen características homogéneas en los parámetros seleccionados como atributos.
 - **Propuesta de Corredor Biológico (CB):** Propuesta de establecimiento de corredor biológico establecida como resultado del estudio de línea de base ambiental; el mismo consiste en conectar los fragmentos boscosos de más de mil hectáreas, mediante la regeneración de la cubierta boscosa a lo largo de las galerías de los principales ríos y todo el conjunto con el conectivo El Copé – El Valle.
 - **BBDD:** Bases de Datos generadas como resultado de los estudios de línea de base ambiental y socioeconómico.
 - **Recursos Culturales:** Lista de lugares donde hay recursos culturales que fueron encontrados durante los estudios de línea base ambiental y cultural. Los lugares pueden contener restos valiosos que demandarán más estudios o sus rescate e incluyen deberes y caseríos indígenas, talleres para trabajar piedra
 - **Definición de aptitud:** Se trata de la caracterización del uso de una determinada UTOA a nivel de posibilidades alternativas⁴.

⁴ Las restricciones de uso se establecen en el Uso Potencial a través de los atributos.

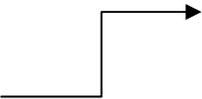
FIGURA 4.1
MODELO GLOBAL



- (A) Matrices de Ordenamiento.
- (B) Incluye la modelación espacial y temporal de los 3 escenarios. Para la optimización solo incluye los escenarios con y sin proyectos hídricos.
- (C) Series temporales.
- (D) Indicadores (ambientales, sociales, económicos)

UTOAs= Unidades Territoriales de Ordenamiento Ambiental
 CB = Corredor Biológico
 TUTs = Tipos de Utilización de la Tierra

SIMBOLOGÍA

Leyenda	Significado
	Capa Temática SIG
	Flujo Principal
	Flujo secundario
	Modelo de análisis individual
	Producto Intermedio
	Producto principal
	Resultado del Estudio
	Bloque Temático

- **Submodelo Cálculo de Vías de Transporte:** Define un “coeficiente de fricción” relacionado a la dificultad relativa de cada UTOA de acceder una vía de comunicación fluvial o vial; esta fricción se considera un atributo adicional de cada UTOA.
- **Relaciones Funcionales:** Las relaciones funcionales son las interacciones que existen entre los diferentes elementos que conforman el sistema que simula el comportamiento de la Cuenca Occidental en los aspectos de uso de tierra, actividades productivas actuales y potenciales y los factores económicos,

- sociales y ambientales. Estos elementos del modelo pueden ser endógenos (p.e. la erosión), o exógenos (p.e. el cambio climático).
- **Uso Potencial:** También conocido como Uso Mayor, representa la máxima capacidad de uso, fundamentalmente agroecológica, atendiendo a las restricciones y características establecidas en la descripción de atributos.
 - **Bloque 2:** Representa los usos productivos y sus respectivos modelos, incluyendo todas las variables características de producción e insumo. Los modelos señalados son indicativos; el análisis podría incluir otros modelos adicionales o sustitutos.
 - **Bloque 3:** Representa los modelos que se traducen en externalidades o internalidades (insumos) ambientales para el modelo de optimización de usos. Al igual que en el Bloque 2, los modelos señalados son indicativos; el análisis podría incluir otros modelos adicionales o sustitutos.
 - **Submodelo de Análisis Temporal:** Alimenta la generación de escenarios de análisis a partir de los requerimientos de corte temporal establecido (5, 10, 25 y 50 años). Asimismo, permite optimizar el uso productivo en el tiempo y establecer los horizontes de sostenibilidad de los escenarios planteados.
 - **Submodelo de Población:** A partir de los datos del estudio socioeconómico, genera series de tiempo de población que se aplican al análisis de sostenibilidad de los modelos productivos.
 - **Capital social** según el Banco Mundial, “el capital social se refiere a las instituciones, relaciones y normas que conforman la calidad y cantidad de las interacciones sociales de una sociedad”
 - **Capital humano** “Las sociedades contemporáneas dependen del conocimiento y destrezas de su población, es decir, su capital humano (José J. Brunner). Capital humano incluye “las facultades productivas, adquiridas y útiles, de todos los habitantes de un país”
 - **Planteo de Escenarios Alternativos:** Contempla las siguientes situaciones:
 - A. Escenarios sin Ordenamiento Territorial Ambiental:** Proyección (extrapolación) de las condiciones actuales (línea de base) sin intervención alguna; se aplica a cuatro ámbitos espaciales (ROCC y las tres principales subcuencas) y cuatro horizontes temporales
 - B. Escenarios con OTA:** materialización de las condiciones de uso planteadas a través del uso potencial y la definición de aptitud; se aplica a cuatro ámbitos espaciales (ROCC y las tres principales subcuencas) y cuatro horizontes temporales.
 - C. Escenarios con OTA y proyectos de abastecimiento de agua.** Se superponen tres variantes de proyectos de almacenamiento de agua a los escenarios anteriores. Se aplica a cuatro ámbitos espaciales y cuatro horizontes temporales.

- **Submodelo de Optimización de Usos Productivos:** Básicamente, este modelo decide entre los usos posibles utilizando criterios de sostenibilidad y rentabilidad.
- **Cálculo de externalidades:** Se introducen los beneficios y perjuicios ambientales, tanto a nivel del sistema espacial bajo análisis como externos, a partir de los distintos modelos de evaluación de servicios e impactos ambientales.
- **Definición del Uso Sostenible de Máxima Rentabilidad:** Combinando la rentabilidad productiva, y las externalidades e impactos ambientales, se determina el uso sostenible de cada UTOA que maximiza la rentabilidad a Valor Presente.
- **Submodelo de Impacto Regional:** A partir de la definición anterior se integrarán los resultados en una Matriz de Insumo Producto a nivel regional, que señalará las transacciones económicas internas y las exportaciones e importaciones; este instrumento constituirá una radiografía económica de los escenarios planteados.
- **Bloque 4, Identificación de Intangibles:** Los criterios de rentabilidad no son los únicos criterios de decisión a considerar; aspectos sociales de difícil cuantificación, intangibles ambientales y problemas de tipo legal-institucional serán considerados aquí. Cabe aclarar que no existe a priori una clasificación estricta entre aspectos tangibles e intangibles; en este contexto la diferencia radica en la posibilidad de expresar cada uno en términos monetarios dentro del nivel de esfuerzo⁵ compatible con los alcances del estudio.
 - **Identificación de Medidas de Mitigación:** A partir de lo anterior, se identificarán y definirán las medidas de mitigación que no puedan ser internalizadas al modelo⁶ las que serán incorporadas en el análisis comparativo a través de criterios de valoración⁷.
 - **Proceso de Consulta Pública:** Proceso tendiente a definir los pesos relativos de los criterios de rentabilidad e intangibles varios en la toma de decisiones. A partir de la ponderación de criterios, se estará en condiciones de seleccionar el escenario(s) recomendable(s).
 - **Ordenamiento Territorial Ambiental (OTA):** Aplicación espacial (y temporal) de los criterios de optimización y selección de escenarios. El OTA se traducirá en mapas de Uso Sostenible a nivel regional.
 - **Estrategia:** Documento integrado que contempla los elementos diversos necesarios para la materialización del Ordenamiento Territorial Ambiental.

⁵ A través de investigación, consulta y elaboración de modelos, el proceso de internalización de intangibles ha progresado enormemente en los últimos años. Sin embargo, la aplicación de algunas de las herramientas necesarias, como p.e. la valoración contingente, escapan al alcance de este estudio.

⁶ Medidas de mitigación tales como el manejo de suelos, cambio tecnológico, compensación por cambio de uso, etc., susceptibles de evaluación monetaria, no forman parte de este análisis; las mismas se internalizan como insumos bajo el rubro genérico de “cambio de uso” (ver Modelo de Integración Espacial).

⁷ Típicamente, criterios del tipo “alto, medio, bajo”.

Estos incluyen políticas, plazos de implementación, identificación de proyectos coadyuvantes, y otras herramientas a tener en cuenta para la implementación de un Programa de Desarrollo Sostenible Regional.

4.2 SUBMODELOS APLICADOS

4.2.1 SUBMODELO ESPACIAL

El modelo espacial es un elemento de convergencia de los aspectos ambientales, sociales y económicos y constituye la plataforma para mostrar los resultados y los efectos que han formado parte de él.

En el desarrollo del Ordenamiento Territorial Ambiental preparado para la ROCC se le dio una **proyección espacial** a las políticas de desarrollo que tienen como fin el logro de la sostenibilidad. Los instrumentos más importantes que el OTA suministró para la implementación de políticas y estrategias de desarrollo, son las siguientes:

- Zonificación en base a los agro- ecosistemas identificados y ecosistemas estratégicos.
- Determinación de áreas con ecosistemas degradados que requieran recuperación por su valor ecológico y ambiental.
- Definición de áreas para el desarrollo de usos productivos y actividades humanas en compatibilidad con su entorno.
- Pronóstico de escenarios probables y deseados en lo que hace referencia a la conservación de ecosistemas, recursos naturales y patrimonio ambiental.
- Diseño y ejecución de estrategias, planes y sistemas de gestión y control ambiental.

El ordenamiento del territorio sin la debida planificación y sin tomar en cuenta los criterios ambientales y ecológicos básicos puede llevar a la pérdida de ecosistemas naturales valiosos y generar problemas medioambientales económicos y de sostenibilidad social. Con esta aseveración se quiere decir que el desarrollo de un territorio sin la debida orientación en cuanto a las actividades económicas compatibles (escasa integración de las actividades humanas y el medio) produce graves problemas o afectaciones negativas al medio físico. Es mediante el modelo espacial que se puede plantear la situación existente y simular los globales y alternativos que resultarán en el planteamiento del Ordenamiento Territorial Ambiental, objeto de este documento.

Dejando atrás una visión excesivamente conservacionista se procura cuantificar los llamados activos del medio natural y las externalidades que éstas producen. Este aspecto hace que la regulación de las actividades que se localizan en el medio físico adquiera mayor importancia.

El modelo espacial sirve como elemento de convergencia de los aspectos sociales, ambientales y económicos siendo además la plataforma para mostrar los resultados. Los elementos que han formado parte del modelo espacial utilizado en la ROCC se describen a continuación.

El modelo espacial sirve como elemento de convergencia de los aspectos sociales, ambientales y económicos siendo además la plataforma para mostrar los resultados. A continuación se describen los elementos que han formado parte del modelo espacial.

- **Inventario de las Características de la Zona.**

A partir de los mapas existentes, la base de datos socioeconómica y ambiental de la ACP, información de la ACP relativa a los proyectos futuros en la zona, Información de la Contraloría General de la República se definieron los diferentes elementos que se han tomado en cuenta para la modelación.

- **Unidades Territoriales de Ordenamiento Ambiental (UTOA).**

También conocidas como Unidades Integradas de Tierra (UIT) permite la definición en un documento cartográfico de polígonos que representan unidades geográficas, delineadas mediante la integración de varios mapas temáticos utilizando el método de sobre posición. Cada una de las capas temáticas utilizadas debe tener la precisión geodésica y escalas suficientes para el nivel de detalle requerido en el estudio.

Según la metodología de zonificación ecológica – económica las UTOA's: "están referidas a espacios de la superficie terrestre, cuyas condiciones actuales y procesos determinantes pueden ser considerados interiormente como relativamente constantes. Este enfoque debe ser lo suficientemente dinámico para que permita captar el proceso de desarrollo antrópico, caracterizándose por incluir explícitamente los problemas espaciales o territoriales, que permitan controlar los efectos depredadores del hombre sobre el medio natural y los seres vivos restantes."⁸

Mediante estas UTOA's se pretende predecir el comportamiento de esta unidad territorial para fines específicos tales como fines productivos (agricultura, ganadería, acuicultura) y otros servicios como los ambientales y sociales.

Las UTOA's resultan ser las unidades homogéneas grandes basadas principalmente en la capacidad agroecológica, el uso actual, la ubicación de las poblaciones actuales que condiciona de alguna manera las posibilidades de desarrollo de uso productivo de las UTOA's. Sin embargo, dentro de estas UTOA's existen particularidades tales como densidades de población, recursos culturales, potenciales ecoturísticos, concesiones mineras o posibilidades de accesibilidad al mercado. Para esto cada UTOA será dividida en subunidades que permitirán definir de manera más precisa, cuando se amerite, usos alternativos dentro de la misma (p.e. áreas pobladas con usos productivos de cultivos permanentes y áreas de regeneración natural dentro de una UTOA de acuerdo a sus características).

Para la aplicación de **Uso Sostenible de Máxima Rentabilidad para el Ordenamiento de la Región Occidental** existen dos matrices importantes que han sido utilizadas:

a. **La matriz de usos productivos:** en las cuales se incluyen costos, ingresos, utilidad, empleo requerido entre otra información relevante. Estos usos productivos y las restricciones sociales y ambientales definen los tipos de utilización de la tierra (TUT's) descritos como un "conjunto de especificaciones técnicas de manejo y producción dentro de un marco social, económico, infraestructural y cultural específico (tipo de

⁸ César Cervantes Gálvez Ing., Consultor. Subprograma II, Convenio TCA-BID. Metodología para la Zonificación Ecológica-Económica de la Amazonia. Utilización de Sistemas de Información Geográfica.

cultivo, objetivos de producción, tipo de manejo, intensidad de mecanización y capital, infraestructura requerida, aspectos culturales, etc.)”. Los TUT’s se desprenden del diagnóstico que surge del análisis del uso potencial y de las realidades locales, nacionales e internacionales. Los TUT’s están contenidos en un catálogo que permiten realizar las diferentes combinaciones posibles versus la aptitud y el uso actual de los suelos (que permite definir áreas prioritarias), las cuales estarán contenidas en los campos de la base de datos para cada UTOA definida. Cada uno de los datos requeridos, los cuales provienen de los submodelos presentados en el flujograma global, están incluidos en matrices que, por sus características de combinar las unidades territoriales con los tipos de utilización de la tierra, son llamadas “**Matrices de Ordenamiento**”.

b. **La matriz descriptiva:** las cuales contienen la información georeferenciable asociada a cada UTOA. En esta hoja de cálculo se encuentra toda la información básica de las Unidades Territoriales de Ordenamiento Ambiental. Los campos son:

- Categorías de Uso (Conservación, Protección de Lagos y Riberas de ríos, Bosque de Producción, Ganadería, Agrocultivos, Conservación, Bosque de Producción, Frutales, Regeneración Natural, Conectivo Biológico y Parque Nacional).
 - Cuenca: cuenca a la que pertenece la UTOA.
 - ID_Categoría: Código asignado a cada una de las categorías de uso.
 - Accesibilidad (0-500m / 500-1500m / 1500-2500m / 2500-10000m / >10000m): Porcentaje del área de la UTOA que queda dentro de cada una de las clasificaciones de accesibilidad definidas.
 - Uso Actual (Bosques, Cultivos, Matorrales y Rastrojos, Potreros): Determina el área en hectáreas del uso actual de la UTOA. Este elemento sirve para asignar costos de conversión de uso.
 - Cantidad de Poblados: Número de poblados dentro de la UTOA
 - Habitantes: Número de personas dentro de la UTOA
 - Familias: Familias que viven en la UTOA.
 - Trabajadores: Personas con ocupación dentro de la UTOA.
 - Mano de Obra Disponible: Número de personas dentro de la UTOA con edad para trabajar.
 - Recursos Culturales
 - Recursos Turísticos
- **Inclusión de los Criterios Ambientales, Sociales y Económicos como parte del Modelo Espacial.**

El modelo espacial es integrador de los elementos ambientales, sociales y económicos produciéndose las variaciones espaciales a través del tiempo. Estas variaciones espaciales están condicionadas por el tipo de utilización de tierra (TUT’s) asignada y el área que ocupa dentro de la región. Los criterios que se mencionan a continuación condicionan las TUT’s tanto espacial como temporalmente:

- **Criterios Ambientales.**

Las UTOA’s tienen como una de las características principales la capacidad agroecológica de los suelos. Los usos productivos que compiten en el proceso de optimización económica por UTOA están condicionados a dicha capacidad

tomándose por ende en cuenta la minimización de los efectos ambientales adversos. Esto hace que en los procesos posteriores de identificación de impactos regionales y cuantificación de indicadores los valores de los indicadores ambientales sean positivos. Ejemplos concretos en este sentido son los indicadores de escorrentía, erosión-sedimentación y superficies boscosas. Las comparaciones entre los escenarios con ordenamiento y sin ordenamiento evidenciarán grandes diferencias en dichos indicadores. El haber tomado como criterio inicial la capacidad agrológica de los suelos garantiza igualmente que los tipos de utilización de la tierra recomendados estén acorde con las necesidades de baja sedimentación y capacidad reguladora de la cuenca requeridas para posibles proyectos hídricos.

- **Criterios Económicos y de Accesibilidad.**

Los elementos económicos se encuentran principalmente enmarcados en los usos productivos los cuales han sido explicados de forma particular. Es importante considerar que algunas exclusiones a nivel espacial tales como las culturales y eco turísticas se consideran también como criterios económicos ya que protegen a fuentes potenciales de ingresos que deben ser manejadas de manera sustentable. También existen otros criterios que pueden ser considerados como socioeconómicos tales como la capacidad logística para la expansión de ciertos usos productivos, los requerimientos de capacitación de acuerdo con el cambio de uso y tipos de productos. Esto permitirá proyectar temporalmente las variaciones espaciales. El mapa de accesibilidad desarrollado de acuerdo con las vías de comunicación es un elemento importante mayormente enfocado al aspecto económico (por el costo de transporte de producto. Sin embargo éste también es importante para la determinación del acceso de una UTOA y dentro de ella a las sub-unidades definidas para la proyección del uso de la tierra de la cuenca.

- **Criterios Sociales y de Accesibilidad.**

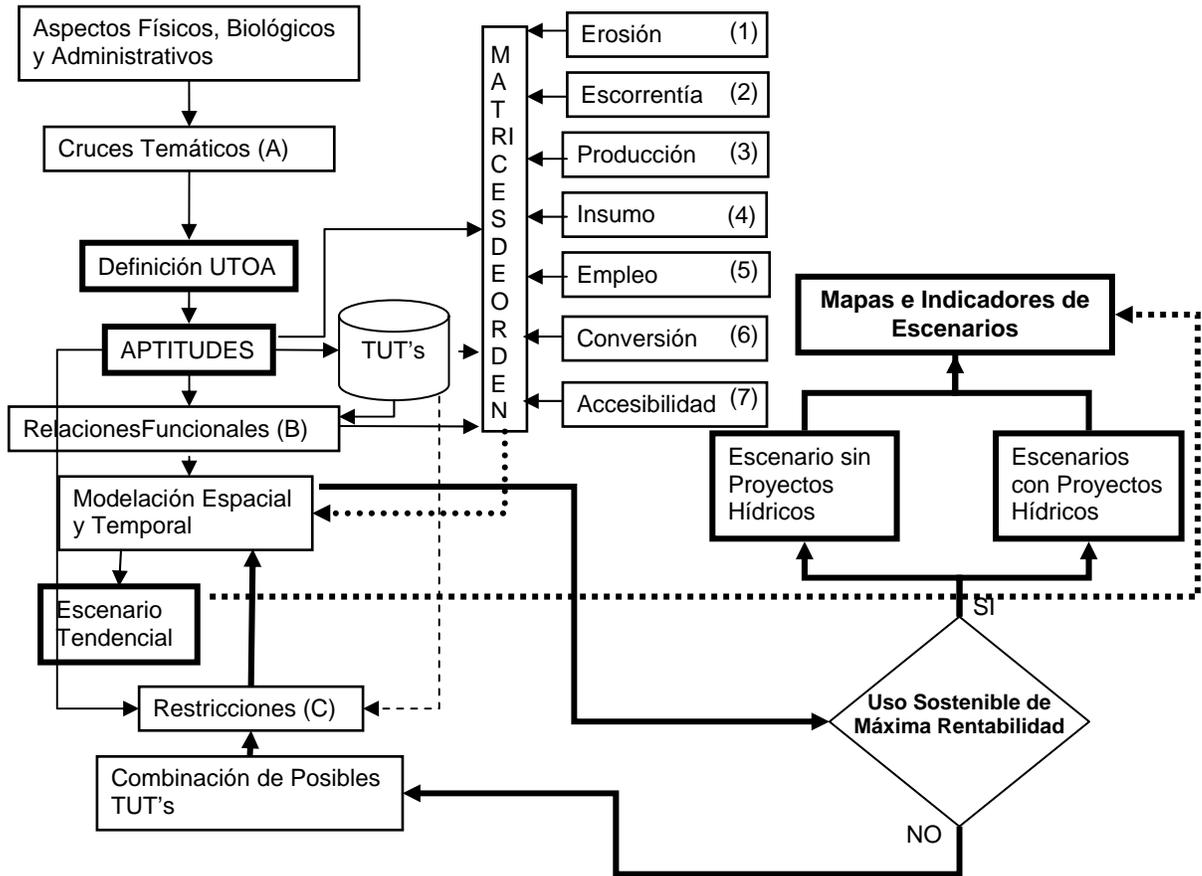
De acuerdo a la distribución, densidad de población y la accesibilidad se han definido las UTOA's que tendrán potencialmente mayor prioridad de ser desarrolladas con usos productivos que estén acorde con las consideraciones ambientales. El desarrollo de estas UTOA's permitirá inclusive la generación de nodos de desarrollo con todas las facilidades requeridas tales como vías de comunicación, escuelas, electricidad, hospitales, servicios, etc. Las proyecciones de población por subcuenca han sido incluidas en el modelo y las consideraciones relacionadas con dónde están ubicadas las mayores poblaciones sirvieron de elemento para determinar en zonas con capacidad agrológica similar cuales eran mejores para cultivos permanentes y cuales para bosques de producción (ubicándose las áreas para cultivos permanentes cerca de las poblaciones existentes).

- **El Modelo Espacial como Insumo al proceso de Optimización y a las Evaluaciones de Impacto Regional y Comparación de Escenarios.**

El modelo sirve a su vez para alimentar a otros submodelos que permitirán obtener indicadores para evaluar los impactos regionales y a su vez que sirvan de medio para comparar los escenarios.

Tal cual se desprende del Figura 4.2 – Proceso de Optimización, existen aspectos físicos, biológicos y administrativos derivados a partir del Sistema de Información Geográfica. El desarrollo de cruces temáticos permitió la definición de las UTOA's y la definición de restricciones de usos productivos de acuerdo a la erosión y escorrentía (según el mapa de capacidad agroecológica), la accesibilidad y la priorización de las UTOAS de acuerdo a las actividades que se desarrollan en la actualidad (llamado conversión en el diagrama).

DIAGRAMA 4.2
PROCESO DE OPTIMIZACIÓN



Fuente: Elaborado por el Consorcio TLBG/UP

En los aspectos económicos, el impacto regional y la comparación de escenarios se realizó a través de la Matriz de Contabilidad Social (MCS), utilizando, las proyecciones de población, el uso de la tierra y los rendimientos actuales debidamente optimizados, lo cual permitió alimentar las matrices con los cortes temporales establecidos.

En el aspecto social, pese a contar con las proyecciones de población la ubicación espacial de la misma dentro de la cuenca dependerá de los sitios cercanos a los usos productivos de mayor impacto en cuanto a empleo y a la generación de actividades en los sectores secundarios y terciarios. Esta situación producirá puntos de concentración

de población que a su vez requerirán de servicios adicionales de salud, saneamiento, accesibilidad, electricidad entre otros.

Los aspectos ambientales están representados por la cobertura boscosa además de los relacionados con la protección del suelo y del agua (coeficientes de erosión y escorrentía). Es importante resaltar que los costos de las medidas de mitigación no deben ser altos en los escenarios con el territorio ordenado ya que se ha procurado que los usos productivos estén acorde a la capacidad agroecológica de los suelos.

Todos los aspectos descritos se encuentran en la Figura 4.3 (**Modelo Causal**) el cual es la base para la definición de indicadores y la comparación de escenarios. El modelo espacial permite cuantificar gran parte de dichos indicadores

4.2.2 SUBMODELO DE OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA

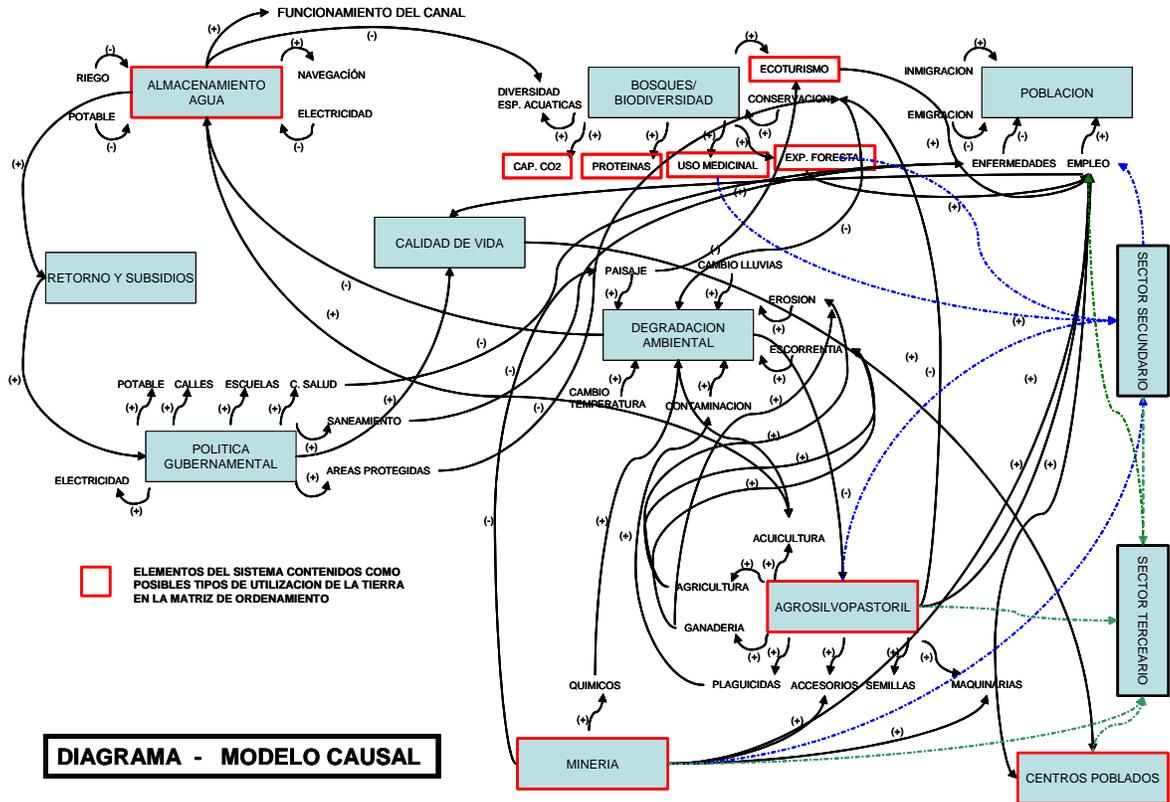
El área de estudio es la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. La misma se dividió en 110 **espacios territoriales llamados UTOAS**, para llevar a cabo un proceso de optimización que involucra la elección de los productos en cada área, entre **44 actividades disponibles** (como agrícolas, ganadería, bosques de producción, pesca y otros).

Esta elección considera sólo aquellas actividades que son ambiental y económicamente factibles en cada UTOA. Para determinar la factibilidad de los productos se llevaron a cabo consultas con diversos especialistas del área agropecuaria, ambiental y económica. El proceso de optimización se lleva a cabo primero para cada UTOA y finalmente para toda el área de estudio.

Entre las consideraciones del modelo se encuentran las siguientes:

- Se asumió la existencia de un presupuesto por UTOA para cubrir los costos de las actividades de producción. Así, el total de costos de inversión en las actividades en cada UTOA debe ser inferior o a lo más igual al presupuesto asignado a la misma. Se corre el modelo con diversas alternativas de presupuestos. Por ejemplo, otorgando financiamiento por hectáreas de 300, 500 y 700 dólares, o hasta de 35 mil dólares por familia, considerando el promedio de trabajadores.
- Las restricciones consideran además una cantidad mínima de terreno que cada familia utiliza para su subsistencia y no son consideradas en el problema de optimización. Esto tienen como finalidad que el modelo entregue resultados realistas y considere sólo los terrenos que son posibles de destinar a alguna producción en cada UTOA. Esto, claro está, cambian las hectáreas disponibles para el proceso de optimización de la producción.
- También se consideran otros aspectos como el incremento de la familia y de los trabajadores disponibles en el área debido al financiamiento.

FIGURA N° 4.3
MODELO CAUSAL



Fuente: Elaborado por el Consorcio TLBG/UP

a. Alcance del proceso de optimización

El resultado del procesos de optimización muestra el mejor uso, económica y ambientalmente factible de los territorios analizados en cada UTOA. Lograr esta producción no es un cambio inmediato y se cree que se podría alcanzar este escenario optimizado en un plazo de diez o más años. Esto debido a que primero se tendrá que convencer a los agricultores de que productos les conviene producir; posteriormente obtener el financiamiento necesario; capacitarlos tecnológicamente; y llevar a cabo otros cambios para alcanzar la producción que resulte del proceso de optimización.

o Función objetivo

La función objetivo a optimizar corresponde a la utilidad neta por cada UTOA. Para construirla se asume una productividad por hectárea para cada producto, un precio por producto en el mercado, y un costo de producción por hectárea. Así, la utilidad neta considerará los ingresos menos los costos por hectárea de cada producto, multiplicado por el total de hectáreas que se dedican a la producción de cada uno de ellos.

También se consideró en la función objetivo el costo de transporte de los productos de cada UTOA al punto de venta. Esta variable se incluyó para ver si cambian las decisiones de producción por los costos de transporte para la venta del producto de una UTOA al punto de comercialización.

Los costos de transporte consideran un valor que depende de la distancia de cada UTOA al punto de venta del producto.

b. Restricciones consideradas en el modelo

El modelo considera las siguientes restricciones:

- **La factibilidad económica y ambiental del producto en cada UTOA:** Esto es captado por una variable binaria que toma el valor 1 cuando el producto es factible ambiental y económicamente en la UTOA considerada y 0 en caso contrario. El valor de esta variable para cada producto en cada UTOA fue determinado por acuerdo de diversos especialistas.
- **Disponibilidad de suelo:** Considera la cantidad de hectáreas disponibles para llevar a cabo el proceso de producción de las distintas actividades (agrícolas, pecuarios, pesca, avícola, bosque de producción, etc.). Esta restricción permite que el total de hectáreas destinada a la producción no sea mayor a las hectáreas disponibles en cada UTOA.
- **Presupuesto disponible (en dólares):** Considera la cantidad de presupuesto disponible para la producción en cada UTOA. Permite que los costos necesarios para llevar a cabo la producción sea posible de cubrir con el presupuesto asignado a esta unidad territorial. El presupuesto necesario por producto se asume igual al costo total de producción. Se corrió el modelo con distintos valores de presupuestos por hectáreas y también considerando el número promedio de trabajadores por familia.
- **Mano de obra disponible (en días hombres).** Esta restricción dice la relación con la disponibilidad de fuerza de trabajo en cada área y de la fuerza de trabajo requerida para el desarrollo de las distintas actividades en cada UTOA. Se asume 234 días por cada hombre disponible para el período de análisis.
- **Tope de producción.** La producción de algunos productos son limitados considerando la **demanda del mercado y el potencial de exportación**. Se limita la cantidad de producción para el total de las áreas consideradas en el análisis, según datos históricos.

La formulación matemática del modelo que considera la optimización para toda el área de análisis toma la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \sum_{i=1}^{110} \sum_{j=1}^{44} (P_j - C_j - T_{ij}) q_j H_{ij} Z_{ij} \\
 & \text{s.a.} \quad (1) \sum_{j=1}^{44} H_{ij} \leq HH_i, \forall i = 1, \dots, 110 \\
 & \quad \quad (2) \sum_{j=1}^{44} L_j q_j H_{ij} \leq LL_i, \forall i = 1, \dots, 110 \\
 & \quad \quad (3) \sum_{j=1}^{44} C_j q_j H_{ij} \leq CC_i, \forall i = 1, \dots, 110
 \end{aligned}$$

Donde:

- P_j = Ganancia del producto j.
- C_j = Costo de producción del producto j.
- T_{ij} = Costo de transporte del producto j desde la UTOA i al punto de venta.
- Q_j = Producción por Hectárea del producto j.
- H_{ij} = Hectáreas de la UTOA i destinadas a la elaboración del producto j.
- Z_{ij} = Variable binaria que toma el valor 1 cuando el producto j es factible en la UTOA i, o cero en caso contrario.
- HH_i = Hectáreas disponibles en la UTOA i.
- LL_i = Días hombre disponibles en la UTOA i.
- CC_i = Presupuesto disponible en la UTOA i.

Las 110 restricciones del tipo (1) aseguran que el total de hectáreas destinadas a la elaboración de productos en cada UTOA no sea superior a las hectáreas disponibles en cada caso.

Las 110 restricciones del tipo (2) aseguran que el total de días hombre utilizadas en cada UTOA no sean superiores a las horas hombres disponibles.

Las 110 restricciones del tipo (3) aseguran que el total de presupuesto requerido para la producción no sea superior al presupuesto disponible en cada UTOA.

B. Escenarios de Análisis:

Los escenarios considerados en el análisis son los siguientes:

1. El primer escenario determina la cantidad actual de producción considerando rentabilidad en el área de estudio.
2. El segundo escenario considera la optimización de la producción en cada UTOA y en el total de las 110 UTOAS, considerando una serie de restricciones que se explicarán posteriormente. Este escenario entrega el modelo **optimizado en la situación sin proyecto de abastecimiento de agua.**

3. El tercer escenario es el **optimizado con el proyecto de abastecimiento de agua**. Este escenario lleva dos opciones de represas. Lo único que cambia en relación con el escenario 2 son las hectáreas disponibles para destinar a la elaboración de los distintos productos o actividades productivas. Se utilizan los mismos supuestos y restricciones del escenario 2 mencionadas anteriormente.

Así, considerando los distintos valores asignados a las restricciones, se corrieron los siguientes escenarios

4.2.2.1 ANÁLISIS DE ESCENARIOS

4.2.2.1.1 ESCENARIO 1: SITUACIÓN ACTUAL

- a. Producción actual a precio de venta en el área de estudio.

4.2.2.1.2 ESCENARIO 2: SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA

Los elementos considerados dentro de este escenario se describen a continuación.

- a. Se le otorgan cinco hectáreas de subsistencia a cada familia
 - o 300 dólares de presupuesto por hectárea
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea
- b. Se le otorgan cinco hectáreas de subsistencia a cada familia
 - o 35 mil dólares de financiamiento por familia.
- c. Se le otorgan cinco hectáreas de subsistencia a cada familia
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea, pero crece mano de obra disponible en 15%.
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea, pero crece mano de obra disponible en 15%.
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea, pero crece mano de obra disponible en 30%.
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea, pero crece mano de obra disponible en 30%.
- d. Se da la opción 5 hectáreas de subsistencia a cada familia. Aumentan las familias y los trabajadores disponibles. Se incrementa también las familias y los trabajadores en las UTOAS donde éstos no tienen presencia. Para su variación se considera el promedio de las familias y trabajadores existentes.
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea. Se incrementan los trabajadores en 20%.
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea. Se incrementan los trabajadores en 40%.
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea. Se incrementan los trabajadores en 20%.
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea. Se incrementan los trabajadores en 40%.

- e. Se da la opción solo doce hectáreas de subsistencia a cada familia. Aumentan las familias y los trabajadores disponibles. Se incrementan también las familias y los trabajadores en las UTOAS donde éstos no tienen presencia. Para su variación se considera el promedio de las familias y trabajadores existentes.
 - o 10 mil dólares por familia: Se incrementan las familias y los trabajadores en 20%.
 - o 10 mil dólares por familia: Se incrementan las familias y los trabajadores en 20%.
 - o 15 mil dólares por familia: Se incrementan las familias y los disponibles en 40%.
 - o 15 mil dólares por familia: Se incrementan las familias y los disponibles en 40%.
- f. Se le otorga solo doce hectáreas de subsistencia a cada familia. Cuando no alcanzó la tierra para las familias en algunas UTOA éstas se trasladan a otras UTOAS donde hay hectáreas disponibles.
 - o Presupuesto de 500 dólares por hectáreas.
 - o Presupuesto de 500 dólares por hectáreas. Aumentan familias y trabajadores en 20%
 - o Presupuesto de 500 dólares por hectáreas. Aumentan familias y trabajadores en 40%
- g. Se consideran los costos de comercialización de los productos del la UTOA al punto de venta (consto de transporte). Se le otorga solo cinco hectáreas de subsistencia a cada familia.
 - o Se asignan 300 dólares de presupuesto por hectárea.
 - o Se asignan 500 dólares de presupuesto por hectárea. Se consideran los costos de transporte de comercialización
 - o Se asignan 700 dólares de presupuesto por hectárea.

4.2.2.1.3 ESCENARIO 3: OPTIMIZACIÓN CON EL PROYECTO DE LAS REPRESAS

Este escenario se corrió tomando en consideración la posibilidad de que se ejecuten los proyectos de almacenamiento de agua que tiene mayor impacto, los cuales podrían hacer uso de aproximadamente 4 mil 698 hectáreas. Las UTOAS totales afectadas con las opciones de almacenamiento de agua y su superficie total se presentan en el Cuadro 4.2:

CUADRO N° 4.2
UTOA's AFECTADAS POR LAS OPCIONES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
Y
SUPERFICIE TOTAL EN LA ROCC

UTOAS	Superficie asociada a los proyectos de almacenamiento de agua (hectáreas)
2	268
3	221
6	897
7	897

9	1540
22	150
110	725
Total	4698

FUENTE: Consorcio TLBG/ UP

Los elementos considerados en este escenario se listan a continuación:

- a. Se le otorgan cinco hectáreas de subsistencia a cada familia
 - o 300 dólares de presupuesto por hectárea
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea
- b. Se le otorgan diez hectáreas de subsistencia a cada familia
 - o 300 dólares de presupuesto por hectárea
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea
- c. Se le otorgan cinco hectáreas de subsistencia a cada familia
 - o 30 mil dólares de financiamiento por familia, considerando el promedio de trabajadores por unidad familiar.
- d. Se le otorgan diez hectáreas de subsistencia a cada familia
 - o 30 mil dólares de financiamiento por familia, considerando el promedio de trabajadores por unidad familiar.
- e. Se le otorgan cinco hectáreas de subsistencia a cada familia
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea, pero crece mano de obra disponible en 15%.
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea, pero crece mano de obra disponible en 15%.
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea, pero crece mano de obra disponible en 30%.
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea, pero crece mano de obra disponible en 30%.
- f. Se le otorgan doce hectáreas de subsistencia a cada familia
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea, pero incrementa las familia en 20%.
 - o 500 dólares de presupuesto por hectárea, pero incrementa las familia en 40%.
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea, pero incrementan las familias en 20%.
 - o 700 dólares de presupuesto por hectárea, pero incrementan las familias en 40%.

4.2.3 SUBMODELO POBLACIONAL

El Submodelo de población se desarrolla en el capítulo 9.0.

4.2.4 SUBMODELO HIDROLÓGICO Y DE SEDIMENTOLOGÍA

El objetivo del modelo hidrológico es proporcionar una herramienta para simular la respuesta de la cuenca en términos de la generación de caudales para diferentes escenarios de uso de tierra.

Consistente con el objetivo, el análisis del potencial hídrico de los diferentes escenarios se lleva a cabo utilizando un modelo que tiene como principal insumo los coeficientes de escorrentía de cada uno de las diferentes tipos de cobertura de suelo. El principal atributo del modelo es estar orientado a reproducir los caudales mínimos registrados para las cuencas, los cuales ocurren en el mes de marzo.

El modelo en si genera caudales en base a los datos de precipitación mensual y factores de escorrentía asociados al área ocupada por las diferentes cubiertas del suelo. El modelo es una utilización “a groso” de principios hidrológicos para la generación de caudales en la cual precipitación se descompone en flujos superficiales y subsuperficiales en base a factores asociados con la cobertura de suelo.

- **Bases Conceptuales**

El patrón de los caudales mensuales registrados en las estaciones de aforo (documentados en los estudios de factibilidad de los proyectos Río Indio y Río Toabre) es proporcional al “Coeficiente de Escorrentía” de las cuencas en las condiciones actuales. El caudal mínimo se asume equivalente al flujo subsuperficial que proporciona el caudal base. El Cuadro 4.3. Contiene los caudales reportados en los estudios de factibilidad, obsérvese que el caudal mínimo se registra en el mes de marzo.

CUADRO N° 4.3
CAUDALES EN m³/SEG.

Río	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Indio	16.5	8.3	5.4	6.2	15.8	26.9	27.3	32.5	37.3	49.3	48.9	35.2	35.8
Toabre	27.9	14	9.1	12.2	28.6	41.6	42.4	52.4	59.2	70.4	74.2	56.7	40.72

El volumen de las abstracciones se estima en base a la diferencia entre el volumen de escorrentía potencial que se generaría como resultado de la precipitación total y el volumen reportado en los estudios de factibilidad. Las abstracciones son equivalentes al volumen de agua que se retiene, infiltra, evapora o de otra forma no contribuye directamente a la escorrentía superficial (caudal). Parte de las abstracciones se transforman en el caudal base registrado durante la estación seca.

La simulación hidrológica de los caudales generados en las cuencas asume una relación entre la precipitación y el factor de escorrentía de las diferentes tipos de cobertura. Para este fin los atributos físicos de las cuencas juegan un papel sumamente importante y la representación paramétrica de cada tipo de cobertura es la variable de mayor sensibilidad.

El ejercicio consiste en aplicar los valores de la precipitación mensual a una combinación de valores de Coeficientes de Escorrentía que subdivididos en corriente sub- superficial y escorrentía directa reproducen la magnitud de los caudales aforados para las cuencas.

La selección y subdivisión de los Coeficientes de Escorrentía se logra a través de un proceso iterativo en el cual la experiencia práctica del modelador juega un papel importante. El Cuadro 4.4 contiene el rango los valores de los factores de escorrentía utilizados para el análisis hidrológico.

El coeficiente de escorrentía refleja las condiciones hidrológicas de la cuenca y permite anticipar el comportamiento de esta en términos de la fracción de la precipitación que se transformaría en corriente superficial y sub- superficial dado cambios en la cobertura de la misma.

CUADRO N° 4.4
RANGO DE LOS COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA

Coeficientes de Escorrentía	Rango
Bosques con pendientes < 8%	0.22 - 0.31
Bosques con pendientes > 8%	0.32 - 0.4
Matorral-Rastrojo < 8%	0.25 - 0.33
Matorral-Rastrojo > 8%	0.34 - 0.40
Pastos < 8%	0.25 - 0.33
Pastos > 8%	0.34 - 0.40
Tierras Agrícolas < 8%	0.31 - 0.38
Tierras Agrícolas > 8%	0.39 - 0.42
Suelos Desnudos < 8%	0.32 - 0.40
Suelos Desnudos > 8%	0.40 - 0.43

Rangos obtenidos y adaptados de Cuadro 15.1.1, pagina 498 en el texto "Applied Hydrology" Ven Te Chow, David R. Maidment y Larry W. Mays, McGraw-Hill, 1988.

El algoritmo de la expresión utilizada para la simulación de la generación de la escorrentía superficial en términos de caudales mensuales es el siguiente:

$$Q_j = q_{\text{escorrentía directa } j} + q_{\text{subsuperficial}} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

Q_j = Caudal estimado para el mes j ;

j toma valores de 1 a 12; $j = 1$ corresponde al mes de enero; $j = 2$ corresponde al mes febrero y así sucesivamente hasta llegar a $j = 12$ el cual corresponde al mes de diciembre.

$$q_{\text{escorrentía directa } j} = \text{Ajuste Mensual en base a Caudal Aforado} * \text{Escorrentía Superficial del Área Total de la Cuenca} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

Ajuste Mensual en base a Caudal Aforado = Factor de Ajuste para obtener el coeficiente de escorrentía para el mes j a través de los caudales aforados.

Escorrentía Superficial del Área Total de la Cuenca = $Precipitación_j * \sum (\text{Coeficiente de Escorrentía para cada uso de tierra } i * \text{Área correspondiente a cada uso de tierra } i)$

$$q_{\text{subsuperficial } j} = \text{Promedio Anual de Flujo Subsuperficial} * \text{Ajuste Mensual en base a Caudal Aforado} * \text{Coeficiente de Escorrentía Uso Actual} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

Promedio Anual de Flujo Subsuperficial = $(Precipitación_j * \sum (\text{Coeficiente de Escorrentía Subsuperficial para cada uso de tierra } i * \text{Área correspondiente a cada uso de tierra } i))/12$

i = variable correspondiente a cada uso de tierra en la cuenca

Ajuste Mensual en base a Caudal Aforado = Factor de Ajuste para obtener el coeficiente de escorrentía para el mes j a través de los caudales aforados.

Coeficiente de Escorrentía Uso Actual = $(\sum (\text{Coeficiente de Escorrentía Subsuperficial para cada uso de tierra } i * \text{Área correspondiente a cada uso de tierra } i) / \text{Área Total}) * \text{Ajuste Mensual en base a Caudal Aforado}$

- **Procedimiento para la Estimación de Caudales**

- a. **Paso 1**

El primer paso para estudiar la capacidad hídrica de las cuencas es estimar los parámetros que producen los caudales aforados bajo las condiciones actuales. Para este fin se estimó la relación entre el Caudal Aforado y el Caudal Total Potencial que las

cuencas drenarían si no hubiera abstracciones, esta relación produce un índice denominado “Coeficiente de Escorrentía Aforado”. Columna L en la Planilla de Calculo 1 se origina de la relación Columna G / Columna E y muestra que para el mes de enero que el caudal aforado es 0,84 del caudal potencial. El promedio del Coeficiente de Escorrentía Aforado para todo el año es 0,66 (ver celda L 18 en Columna L).

b. Paso 2

El siguiente paso es asignar valores de coeficientes de escorrentía a cada área con diferente uso de tierra dentro de la cuenca. Al mismo tiempo se subdivide el valor del coeficiente de escorrentía en escorrentía directa y escorrentía subsuperficial. Ver en Planilla 1 bloque de cálculo entre celdas E 24 y K 32. Obsérvese que promedios ponderados fueron estimados para la escorrentía directa y la subsuperficial.

c. Paso 3

El coeficiente de escorrentía para la cuenca de acuerdo con el uso de la tierra actual estimado en paso 2 se transforma en el “Coeficiente de Escorrentía para el Uso de Tierra Actual” (Columna N en Planilla 1) de la siguiente manera:

1. Se multiplica el Ajuste Mensual del Coeficiente de Escorrentía Aforado por el valor ponderado del coeficiente de escorrentía estimado para la cuenca ($M6 \cdot I32$ o su equivalente $2,79 \cdot 0,32$ que resulta en 0,90).
2. Nótese que el Ajuste Mensual del Coeficiente de Escorrentía Aforado resulta de normalizar el valor del Coeficiente de Escorrentía Aforado, lo cual se logra dividiendo cada valor mensual de la escorrentía aforada entre el valor estimado para el mes de mayo (ver Columna L, $L6 / L10$ o su equivalente $0,84 / 0,30$ que resulta en 2,79). El valor de la escorrentía para el mes de mayo se considera representativo de la cuenca en condiciones de transición entre el periodo seco y el periodo lluvioso.

El promedio del Coeficiente de Escorrentía para el Uso de Tierra Actual para todo el año es 0,71 (ver celda N° 18 en Columna N).

d. Paso 4

Se estima el Caudal Mensual de Escorrentía directa (Columna I) multiplicando la suma de los aportes de cada uso de tierra por el Ajuste Mensual del Coeficiente de Escorrentía Aforado. En el caso del mes de enero este corresponde a la multiplicación de las casillas K 37 por M 6 o $11\,799\,741,79 \cdot 2,79$ equivalente a $32\,951\,318,32$).

e. Paso 5

Se estima el Caudal Mensual de Escorrentía Sub- superficial (Columna H) multiplicando la suma del aporte promedio anual de la escorrentía sub- superficial por el Ajuste Mensual del Coeficiente de Escorrentía y por el Coeficiente de Escorrentía para el Uso de Tierra Actual, o sea $F\,52 \cdot M\,6 \cdot N\,6$ ($9\,857\,033,23 \cdot 2,79 \cdot 0,90$ equivalente a $24\,964\,161,79$) para el mes de enero.

f. Paso 6

Se suma los valores de las escorrentía directa y sub- superficial obtenidos en Pasos 4 y 5, ver Columna J y se obtiene el estimado del caudal mensual de acuerdo con el modelo.

g. Paso 7

Se comparan los caudales aforados a los caudales estimados, ver bloque de casillas entre B 56 y C 68. Se procede ajustar la diferencia entre los caudales Estimados y Aforados distribuyendo esta de manera uniforme entre todos los meses. Tres iteraciones fueron realizadas hasta que la diferencia (error) en porcentaje del flujo aforado es prácticamente cero.

h. Paso 8

Se grafican los caudales aforados y los estimados.

• Análisis de Resultados

El procedimiento para la estimación de caudales descrito anteriormente fue utilizado para evaluar la generación de caudales para las siguientes tres condiciones extremas de uso de tierra en las cuencas de los Ríos Indio y Toabré (Cuadro 4.5):

CUADRO N° 4.5
COMPARACIÓN DE CAUDALES (m³/SEG.) ESTIMADOS PARA TRES DIFERENTES
USOS TIERRA

Mes	Cuenca Río	Aforado	Uso Actual Estimado	98 % Uso Pastizal y Rastrojo	98% Uso Agrícola	98% Uso Bosques
Marzo	Indio	5.4	6.6	6.19	7.1	7.89
Marzo	Toabre	9.1	11.32	10.76	12.42	13.93

Si se subtrae la diferencia entre los caudales aforados y los estimados para el uso actual los caudales para los tres diferentes usos de tierra son los siguientes (Cuadro 4.6):

CUADRO N° 4.6
COMPARACIÓN DE CAUDALES (m³/SEG.) RELATIVOS PARA TRES DIFERENTES
USOS TIERRA

Mes	Cuenca Río	Aforado	Uso Actual	98 % Uso Pastizal y Rastrojo	98% Uso Agrícola	98% Uso Bosques
Marzo	Indio	5.4	5.4	4.98	5.90	6.68
Marzo	Toabre	9.1	9.1	8.54	10.20	11.71

Obsérvese que si la cobertura de las cuencas se cambia del uso actual a pastizal y rastrojo el caudal promedio durante el mes de marzo disminuiría en aproximadamente 6 u 8 por ciento. Si la cobertura cambia a Agrícola el caudal incrementaría de un 18 o 19 por ciento y si la cobertura se cambia a bosques el caudal en el mes de marzo incrementaría de un 34 a un 37 por ciento.

- **SEDIMENTOLOGIA**

El objetivo del análisis es proporcionar una interpretación cuantitativa de la erosión que ocurriría como resultado de los escenarios de desarrollo. Lo cual serviría para ilustrar el riesgo de pérdida de suelos y la tasa de colmatación de reservorios. El procedimiento se basa en el Índice de Fournier (IF) a través del cual se estima el potencial erosivo de la precipitación. El Índice de Fournier es ampliamente utilizado para simular la respuesta de cuencas en términos de la generación de sedimentos para diferentes escenarios de uso de tierra. El procedimiento utilizado tiene como principales insumos la precipitación mensual más alta y la precipitación anual y las características orográficas y cobertura del suelo.

- **Bases Conceptuales**

Erosión ocurre cuando la intensidad de la precipitación excede la capacidad de campo del suelo dando lugar a la generación de escorrentía superficial. La escorrentía arrastra partículas de suelo y forma canales que facilitan el flujo de las corrientes. Redistribución de las partículas de suelo ocurre en el proceso, ya que partículas se redepositan en depresiones o son interceptadas en accidentes topográficos.

Las tasa a la que erosión ocurre depende de factores físicos como la precipitación y el tipo de recubrimiento vegetal de la superficie del suelo.

La cantidad de sedimentos arrastrados por la escorrentía depende de la intensidad de la lluvia, de la característica geológica del suelo y de la pendiente del terreno entre otros factores.

Varios métodos han sido desarrollados para la estimación de la erosión, uno de los cuales se basa en el Índice de Fournier.

$$IF = p_{\max}^2 / P$$

Donde:

p_{\max} = Precipitación máxima
P = Precipitación promedio anual

El IF permite estimar la degradación específica a partir de las características orográficas de la cuenca.

La cobertura vegetal disminuye el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo y como resultado de esta existe un grado de protección a la erosión. Este es el caso debido a que la vegetación intercepta las gotas de lluvia y la velocidad terminal de las gotas disminuye considerablemente. Lo que a su vez reduce la severidad del desajuste de los granos de la matriz de suelo y el desalojo de estos. Obsérvese que la magnitud del IF

es proporcional a la intensidad de la lluvia y que la cobertura vegetal tiene características atenuantes en lo que se refiere a la erosión de suelos.

El Coeficiente de Protección de la vegetación en las cuencas se estima a través del promedio pesado del índice de cada tipo de cobertura vegetal y condiciones orográficas.

En el Cuadro 4.7 presenta la estimación del Coeficiente de Protección de la cuenca del Río Indio.

Obsérvese que la canopia vegetal en la cuenca del Río Indio disminuye el impacto potencial de la energía en las gotas de lluvia en aproximadamente 66 por ciento.

CUADRO N° 4.7
COEFICIENTE DE PROTECCIÓN PARA LA CUENCA DEL RÍO INDIO

Cubierta Vegetal	Hectáreas	Coeficiente de Protección
Agrícola <8%	426,00	0,50
Agrícola >8%	260,22	0,50
Bosque <500m, <8%	5 440,59	0,85
Bosque <500m, >8%	2 326,89	0,85
Bosque >500m <1000m, <8%	177,09	0,85
Bosque >500m <1000m, >8%	1 991,25	0,85
Bosque >1000m, <8%	10,30	0,85
Bosque >1000m, >8%	63,93	0,85
Pastizal <8%	3 893,35	0,45
Pastizal >8%	1 796,64	0,45
Rastrojo <8%	13 450,48	0,65
Rastrojo >8%	8 909,49	0,65
Total	38 746.23	0.67

FUENTE: Preparado por el Consorcio TLBG/ UP

En la estimación del volumen de sedimentos que se origina de la erosión interviene el Factor de Cedencia, el cual tiene como principal atributo tomar en consideración que parte de las partículas de suelo se redepositan dentro de la cuenca.

El algoritmo de la expresión utilizada para la simulación de la erosión en términos de las toneladas de sedimentos por año es el siguiente:

$$IF = p^2_{max} / P \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

IF = Índice de Fournier, el cual provee la degradación específica del suelo debido a las características del patrón de la precipitación en la cuenca.
p_{max} = Precipitación máxima
P = Precipitación promedio anual

$$\text{Degradación Específica} = (IF * 26.471) - 1058.8 \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

Degradación Específica = Degradación específica en base a las características orográficas de la cuenca. En el caso de las cuencas de la región occidental del canal estas corresponden a cuencas de relieve poco acentuado y valores de p_{2max}/P mayor a 20 para las cuales la expresión (5) es utilizada.

$$\text{Erosión Específica} = \text{Degradación Específica} * (1 - \text{Coeficiente de Protección}) \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{Sedimentación por año} = \text{Erosión Específica} * \text{Área de la Cuenca} * \text{Factor de Cedencia} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

$$\text{Factor de Cedencia (FC)} = 1.19 * (\text{Área de la Cuenca})^{-0.3} \dots \dots \dots (8)$$

El procedimiento utilizado es el mismo que anteriormente se empleo para el cálculo de las estimaciones sedimentológicas de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá.

- **Estimación de Sedimentos**

Para la estimación de los sedimentos generados en las cuencas de los Ríos Indio y Toabré se utilizaron planillas de cálculo en el formato Excel, las cuales se reproducen en Planillas de Cálculo 3 y 4.

- **Análisis de Resultados**

Los resultados del procedimiento de generación de sedimentos descrito anteriormente fueron comparados con los resultados reportados en los informes de los Estudios de Factibilidad de las cuencas de los Ríos Indio y Toabre. También se estimaron la producción de sedimentos para las diferentes UTOAs que se visualizan para los diferentes escenarios de desarrollo, ver Cuadros 4.7 a 4.10.

CUADRO N° 4.8
COMPARACIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE SEDIMENTOS PARA LA
CUENCA DEL RÍO INDIO

Estudio	Cuenca Río	Sedimentación Especifica, ton/km ² /año	Sedimentación Anual ton/año
Harza	Indio	1,680	650,936
Berger considerando FC	Indio	262	101,547
Berger sin considerar FC	Indio	1,315	510,022

CUADRO N° 4.9
COMPARACIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE SEDIMENTOS PARA LA
CUENCA DEL RÍO TOABRE

Estudio	Cuenca Río	Sedimentación Especifica, ton/km ² /año	Sedimentación Anual ton/año
Coyne	Toabre	1,363	1,004,871
Berger considerando FC	Toabre	240	177,069
Berger sin considerar FC	Toabre	1,205	889,333

CUADRO N° 4.10
TASAS DE GENERACIÓN DE SEDIMENTOS PARA UTOAS EN LA CUENCA DEL
RÍO INDIO

UTOA	Erosión Especifica, m ³ /km ² /año	Perdida de Suelo en UTOA, m ³ /año	Perdida de Espesor de Suelo en UTOA m/año
Agrícola	1,660	415	0.00166
Bosque	498	124	0.00049
Pastizal	1,826	456	0.001826
Rastrojo	1,162	290	0.001162

CUADRO N° 4.11
TASAS DE GENERACIÓN DE SEDIMENTOS PARA UTOAS EN LA CUENCA DEL
RÍO TOABRE

UTOA	Erosión Específica, m ³ /km ² /año	Perdida de Suelo en UTOA, m ³ /año	Perdida de Espesor de Suelo en UTOA m/año
Agrícola	1,949	487	0.001949
Bosque	584	146	0.000584
Pastizal	2,143	535	0.002143
Rastrojo	1,340	335	0.001340

4.2.5 SUBMODELO DE IMPACTO REGIONAL

Como base para la medición de los impactos regionales se elaboró la Matriz de Contabilidad Social (MCS). Para el escenario base y los cortes temporales establecidos en los TdR's.

A. Matriz de contabilidad social

La Matriz de Contabilidad Social (MCS) es una herramienta de análisis que permite estudiar, bajo un enfoque cuantitativo, la estructura económica de una entidad determinada independientemente del tamaño que ésta sea (Ej Cuencas Hidrográficas).

Al final de cuentas, es una presentación del sistema de cuentas nacionales en forma matricial, que incorpora los grados de detalle que puedan ser de interés especial.

La MCS posibilita la evaluación de los efectos que sobre dicha estructura provocan diversos cambios exógenos como aquellos relacionados con las reformas en materia de política económica (reordenamiento de usos del suelo, planes de inversión, eliminación de subsidios, entre otros), representa de manera contable todos los flujos del sistema económico de la unidad en estudio durante un periodo determinado, que generalmente se refiere a un año.

Una MCS se diferencia de una Matriz de Insumo Producto, debido a que e incluye, además de la estructura de producción, datos sobre la distribución del ingreso y la estructura de la demanda de las instituciones. La MCS es una base de datos que permite analizar los aspectos distributivos de la economía, pues presenta la incorporación del valor agregado por los factores de la producción, la distribución de los pagos a los propietarios de esos factores y la forma en que estos últimos destinan su ingreso a la adquisición de bienes y servicios, transfiriéndolo a las actividades de producción. Además, incorpora las transacciones que involucran tanto a los sectores internos como a los externos de la economía.

B. Matriz Insumo Producto (MIP)

La Matriz de Insumo Producto, es un registro ordenado de las transacciones entre los sectores productivos orientadas a la satisfacción de bienes para la demanda final, así como de bienes intermedios que se compran y venden entre sí. Ella permite conocer la interrelación entre los diversos sectores productivos y los impactos directos e indirectos que tiene sobre estos un incremento en la demanda final. Así mismo la MIP permite cuantificar el incremento de la producción de todos los sectores, derivado del aumento de uno de ellos en particular.

La Matriz de Insumo-Producto (MIP) es un componente de la MCS, definida por la intersección de las columnas y filas de las cuentas de actividades y ubicada en el lado superior izquierdo de la MCS. Esto es, por ejemplo, que en la celda en donde se cruza la fila agricultura básica (digamos maíz) con la columna agricultura básica, la MIP registra el uso de maíz como semilla para la producción de maíz, y la celda en donde se cruza la misma fila con la columna ganadería registra el uso o compra de maíz para el alimento del ganado.

4.2.5.1 La MCS de la Región Occidental de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá

La Matriz de Contabilidad Social (MCS) de la Región Occidental de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, constituye una matriz agregada conformada por cinco cuentas agrupadas en tres sub matrices. Estas cuentas y sub matrices son:

- **Sub matriz de Relaciones intersectoriales.** (Cuenta de Producción)

Se trata de una Tabla de transacciones intersectoriales o cuadro de doble entrada (filas y columnas), organizada en 12 sectores o ramas de actividad. En las filas, figuran las ventas que los sectores realizan para el consumo intermedio y en las columnas las compras que se realizan con este propósito. En síntesis, las ventas que realiza cada una de las ramas de actividad constituyen las compras que hacen las otras ramas de actividad que son necesarias para elaborar su producción

- **Sub matriz de demanda final** (Cuenta de utilización del Ingreso + acumulación + exportaciones)

Los bienes que no sufren una transformación y van dirigidos al consumo definitivo son aquellos asignados a la demanda final. Los bienes finales comprenden el consumo de los hogares, el consumo del gobierno, la formación bruta de capital, la variación de las existencias y las exportaciones.

La suma de ambos destinos (intermedio y final) de los bienes y servicios de cada sector representa su valor de producción.

- **Sub matriz de Valor Agregado** (Cuenta de Generación del Ingreso)

En ella se muestra como se genera y distribuye el valor agregado entre los factores de trabajo y capital y el gobierno (vía impuestos).

- **Matriz de coeficientes técnicos directos**

Esta matriz es una derivación simple de la tabla de transacciones intersectoriales. Se obtiene dividiendo los componentes del consumo intermedio y valor agregado de cada sector por su correspondiente valor de producción. Expresa los requerimientos directos de insumos o valor agregado del sector o rama de actividad. Ella genera los coeficientes técnicos de directos de insumos nacionales (a_{ij}) o importados (m_{ij}) y los coeficientes técnicos directos del valor agregado bruto (v_j). La sumatoria de estos coeficientes técnicos debe ser igual a 1, es decir:

$$A_{ij} + m_{ij} + v_j = 1$$

Esta matriz, brinda una visión de la estructura de la economía del área en estudio y de las estructuras de costos sectoriales.

4.2.5.2 METODOLOGÍA PARA LA PROYECCIÓN DE ESCENARIOS

Tomando en consideración que la matriz de coeficientes técnicos directos, no permite determinar las repercusiones totales en los niveles de producción ante cambios en la demanda final, para poder obtener los requerimientos totales que provocan los aumentos en la demanda final en los distintos sectores fue necesario aplicar un procedimiento matemático que transformó la matriz de coeficientes técnicos en otra matriz de coeficientes técnicos directos e indirectos.

- **Matriz de coeficientes técnicos directos e indirectos**

Para calcular la Matriz de coeficientes técnicos directos e indirectos se ejecutó el proceso de inversión de matrices. Para realizar este proceso se desarrollaron las siguientes operaciones:

- Obtener la matriz $(I-A)$, o sea la diferencia entre la matriz de identidad y la matriz de coeficientes técnicos directos.
- Calcular la matriz $(I-A)^{-1}$, es decir, la matriz que genera los coeficientes técnicos directos e indirectos.

Una vez calculados los coeficientes técnicos directos e indirectos, se proyectaron los incrementos en la producción y en la demanda final, para tal fin se siguieron los siguientes pasos:

1. Los incrementos obtenidos en el modelo de optimización se multiplican por los coeficientes técnicos directos.
2. Con los nuevos valores se obtiene una nueva matriz con los incrementos en las transacciones intersectoriales.
3. Estos nuevos valores se multiplican por los coeficientes técnicos indirectos y se obtienen las nuevas distribuciones de consumos intermedios, valor agregado y demandas finales.

4. Con esta nueva matriz se calculan coeficientes económicos que son de interés del estudio.
5. Con la matriz se determina el mecanismo de medición de los indicadores señalados.

A. Cuadro de Resultados e Indicadores Económicos.

Como parte del análisis económico- financiero se elaboró un cuadro resumen de los indicadores económicos (indicadores macroeconómicos, microeconómicos y sectoriales) que son básicos para un análisis de política económica y que reflejarán los impactos del modelo de optimización.

- Indicadores macroeconómicos.
- Indicadores microeconómicos.
- Indicadores sectoriales.

Estos indicadores se presentaron tanto para el año base como para los escenarios. En el Cuadro 4.11 se presentan algunos de los indicadores que pueden ser generados por la MCS y los coeficientes que surgen de estas relaciones.

CUADRO N° 4.12
INDICADORES Y COEFICIENTES ECONÓMICOS

Indicadores económicos	Coeficientes Económicos
Valor bruto de la producción	% de inversión dentro del PIBR
Producto Interno Bruto Regional	% de las exportaciones/PIBR
Ingreso Regional	% de autoconsumo/consumo de hogares
Valor agregado	% de autoconsumo/consumo final
Consumo intermedio	% de participación del gasto público/PIBR
Consumo final	% de salarios /Ingreso Regional
Consumo de los Hogares	
Ingreso de los Hogares	
Inversión	

4.3 MODELO PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA

El modelo utilizado en el proceso de sistematización de la información generada consistió en la inclusión de todos los datos necesarios provenientes de los proyectos de línea base desarrollados anteriormente en la ROCC e información específica requerida para el análisis de escenarios (p.e. productos, rendimientos, etc.) e integrarlos junto a los resultados obtenidos de cada uno de los submodelos desarrollados para el proyecto.

La Figura 3.4, muestra el diagrama del sistema de información para el OTA en el cual los objetos son los aspectos ambientales, económicos y sociales.

Gran parte del almacenamiento de los datos fue desarrollado como parte de la base de datos de los estudios socioeconómicos, ambientales y culturales.

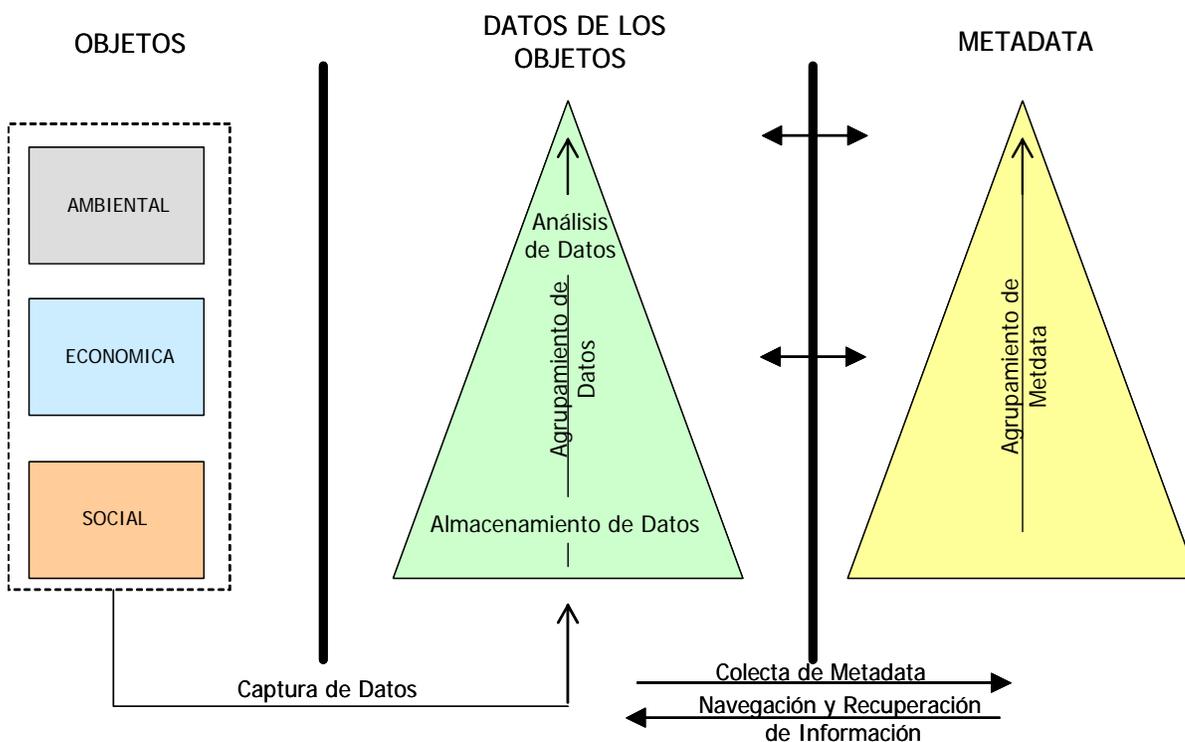
Se ha realizado una base de datos en MS Access la cual será descrita como parte del diccionario de datos que será generado para este producto⁹. Las relaciones entre las entidades se han realizado de acuerdo a las necesidades de cada uno de los reportes¹⁰.

El modelo de sistematización también cuenta con dos submodelos dirigidos a proporcionar facilidades para:

- **La consulta de Impactos y sus Indicadores.**
- **La consulta para el Uso Potencial por Microcuenca**

Las consultas pueden ser realizadas para dos reportes generados¹¹. Cada una de estas entidades está relacionada espacialmente por medio de un indicador que le permite relacionarse con entidades espaciales como las subcuencas, UTOAS, microcuencas y poblados.

FIGURA 4.4
SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL AMBIENTAL DE LA CUENCA OCCIDENTAL DEL CANAL DE PANAMÁ.



⁹ Como fue mencionado gran parte de los datos fueron utilizados de las bases de datos de los estudios socioeconómicos, ambientales y culturales por lo que ya se cuenta con la descripción de los mismos.

¹⁰ Las tablas que componen este informe son los reportes generados en MS Access

¹¹ Además existen consultas intermedias utilizadas como insumo para los submodelos.

La base de datos servirá de herramienta vital para la implementación del Ordenamiento Territorial Ambiental. A manera de ejemplo se procede a describir una de las aplicaciones consideradas: A partir de todo el proceso que se describe en los capítulos siguientes se determinan los posibles productos en cada una de las microcuencas, su uso potencial dominante y su escala dentro de la priorización realizada utilizando el método de pares jerarquizados. La unidad ejecutora podrá realizar las consultas públicas a los poblados dentro de las microcuencas que seleccione, sondear los productos establecidos por el estudio, evaluar nuevos productos sugeridos por los habitantes y revisar dichos productos de acuerdo con el uso potencial definido y finalmente, integrando la información proveniente del estudio de tenencia de la tierra, realizar el ordenamiento territorial a nivel de microcuencas en una escala más detallada. Se podrán integrar nuevos productos en la base de datos y ser sugeridos posteriormente en microcuencas con uso potencial similar.