

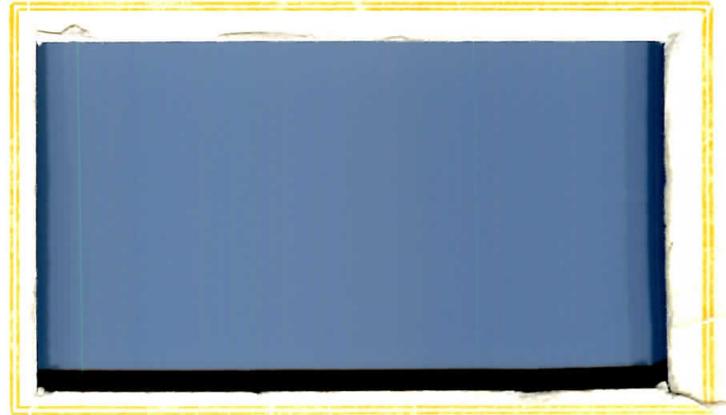
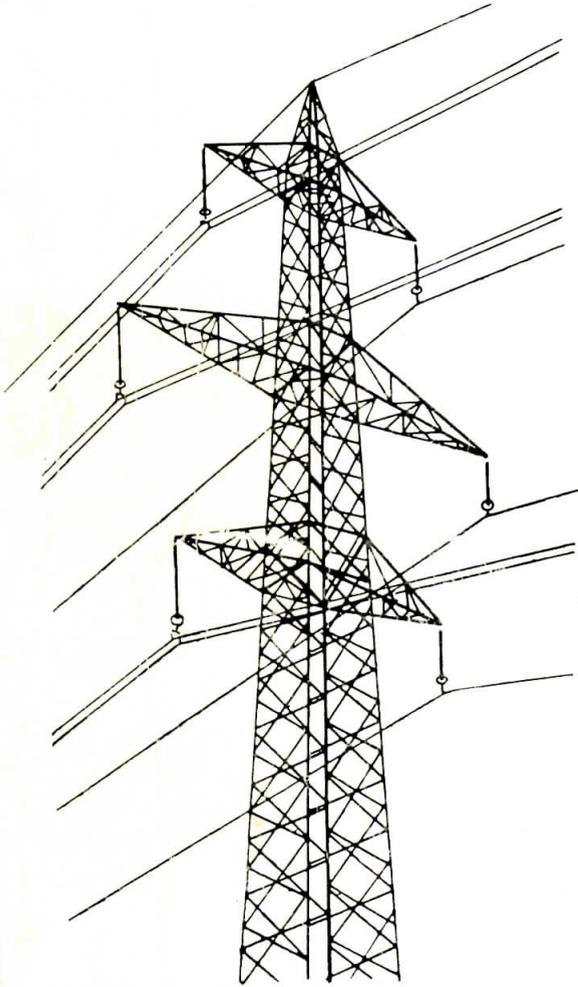
3937



REPUBLICA DEL ECUADOR  
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS  
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

INECEL

**INECEL**



621.394

Er65

DIRECCION DE PLANIFICACION

QUITO ECUADOR

621.374 1078  
Er 65

PRIMER SPISE  
LA ELECTRIFICACION Y LA ECOLOGIA  
EN ECUADOR

Autor: Ing. Antonio Eraso

COMISION DE INTEGRACION ELECTRICA REGIONAL

COMITE NACIONAL : Ecuatoriano  
AUTOR : Ing. Antonio Eraso  
EMPRESA : INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación)  
DIRECCION EJECUTIVA: Planificación  
DIRECCION OFICINA : Baquedano 222 y Reina Victoria Of. 3-A  
DIRECCION POSTAL : Casilla 565-A INECEL Quito-Ecuador  
TELEFONOS : 544-983 543-699  
IMPRESO : Quito, Abril 1985  
TITULO DEL TRABAJO: La Electrificación y la Ecología en el Ecuador.



# LA ELECTRIFICACION Y LA ECOLOGIA EN EL ECUADOR

## Contenido

	<u>Página</u>
Antepropósito	
Prólogo	1
Resumen	5
Antecedentes	7
Desarrollo	
Objetivos y Amplitud del Estudio	9
Materiales y métodos	10
Las unidades ambientales	15
Aspectos ecológicos generales en las áreas de los proyectos hidroeléctricos	20
Aspectos negativos	
Soluciones a los impactos negativos	
Aspectos positivos	
Aspectos ecológicos en las centrales térmicas	23
Aspectos positivos	
Aspectos negativos	
Soluciones a los impactos negativos	
Aspectos ecológicos en las líneas de transmisión y subestaciones	26
Impactos negativos del ambiente a las líneas de transmisión y subestaciones	
Aspectos ecológicos en las vías de acceso	28
Aspectos negativos	
Soluciones a los aspectos negativos	
Conclusiones y recomendaciones generales para las 11 cuencas prioritarias	28
Recomendaciones generales	31
Cuadro resumen de las zonas de vida y sus principales características climáticas en las 11 cuencas prioritarias	34
Mapa ecológico y cuencas hidrográficas del Ecuador	35

#### ANTEPROPOSITO

Con la finalidad de contribuir a poner en evidencia el creciente desequilibrio ambiental al que las actividades humanas en la tierra nos ha llevado, creemos que será de interés exponer algunos conceptos de variada índole extraídos de trabajos de Jean Dorst, profesor del Museo Nacional de Historia Natural de París y Vicepresidente de la Unidad Internacional para la conservación de la Naturaleza, quien principalmente en su obra "Avant que Nature Meure", basándose en los grandes temas concernientes a la Naturaleza, cuadro y sustento del hombre; cree su obligación contribuir a informar al público acerca de estos problemas.

## PROLOGO

La conservación de la Naturaleza y la explotación racional de sus recursos implica toda una serie de problemas que en su esencia misma se remontan a la aparición del ser humano en este planeta. Así en el fuego, el hombre primitivo tenía ya a su disposición una herramienta de una potencia fuera de proporción con su pequeño desarrollo tecnológico.

Las florecientes civilizaciones de la antigüedad clásica devastaron el mundo mediterráneo y los dos grandes imperios se derrumbaron en buena parte debido a la erosión de sus tierras. Más tarde los grandes descubridores del siglo XVI acumularon destrucciones y masacres, agravadas por las de los siglos siguientes.

En los tiempos actuales el deterioro ambiental ha llegado a un punto de gravedad inigualada hasta el presente. El hombre de la civilización industrial se ha apoderado de la totalidad del globo. Asistimos a una verdadera explosión demográfica sin paralelo en la historia de la humanidad. Todos los procesos en los cuales interviene el hombre se desarrollan a una velocidad acelerada que los vuelve casi incontrolables y de consecuencias imprevisibles. El hombre actual se halla acorralado por irresolubles problemas económicos de los cuales la desnutrición crónica de gran parte de la población del mundo no es sino el más evidente. El hombre moderno dilapida sin reparos los recursos no renovables, lo que pone en peligro de provocar la ruina de la civilización actual. Los recursos renovables, es decir los que obtenemos del mundo viviente se derrochan con una prodigalidad desconcertante lo cual es aún más grave, porque eso puede poner en grave peligro la existencia misma de la humanidad ya que el hombre puede prescindir de todo menos de alimentarse. El hombre actual mantiene una confianza absoluta en las técnicas recientes. Los progresos realizados en Física y Química han incrementado la potencia de los instrumentos a su disposición en una proporción fantástica de lo que ha surgido un verdadero culto ante la técnica con la que se cree capaz de resolver todos sus problemas sin el concurso del medio ambiente en el cual aparecieron sus lejanos ancestros y en el seno del cual han vivido innumerables generaciones.

Estas preocupaciones relacionadas ciertamente con el devenir del hombre en todos sus aspectos tienen que ver, por supuesto, con los problemas del aprovechamiento de los recursos naturales los que a su vez están íntimamente ligados a muchos otros, con los cuales forman un todo y cuyo análisis permite juzgar de la gravedad del desequilibrio planetario y de la inestabilidad que impera en

la época actual.

En efecto, a pesar de todos los progresos de la técnica y de un maquinismo que se ha vuelto invasor, a pesar de la fe de la mayor parte de nuestros contemporáneos en una civilización mecánica, el hombre sigue dependiendo estrechamente de los recursos renovables y ante todo de la productividad primaria, representada por la fotosíntesis en su etapa originaria. Este hecho fundamental liga al hombre muy estrechamente al conjunto del mundo viviente del que sólo es un elemento. Más allá de las personas que se congregan en poblaciones, más allá de las especies que forman el reino animal y el reino vegetal, existe una entidad mucho más vasta, verdadero organismo del planeta entero constituido por la biosfera.

La Ecología-ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre ellos y con el medio físico en el que evolucionan, nos enseña que las comunidades biológicas (conjunto de las diversas poblaciones, vegetales y animales que viven en un habitat o ambiente determinado) tienen una vida propia funcionando como entidades definidas, regidas por leyes que determinan su evolución. Es en su seno donde se fija la energía que viene del sol cuya conversión se opera pasando por una serie de etapas a lo largo de cadenas de múltiples eslabones. En el momento actual, la unidad funcional del mundo viviente no puede ser puesta en duda. Estas vastas comunidades, que forman una delgada película en la superficie de la tierra, están regidas por leyes muy estrictas, tan rigurosas como las leyes fisiológicas que regulan el funcionamiento de los diversos órganos de que se compone un individuo.

Es en este vasto complejo natural donde ocupamos un lugar, que debemos admitir de ser integrados, a despecho de una posición espiritual única y a pesar también de un orgullo que sólo en parte es legítimo. El estudio de los males que sufrimos actualmente y el análisis de sus causas nos muestra que el hombre ha infringido gravemente ciertas leyes. Toda su acción se ha encaminado a simplificar los ecosistemas, a canalizar la producción de ellos en un sentido estrictamente antropocéntrico y a menudo a retardar el ciclo de conversión de las sustancias orgánicas.

Como resultado el hombre ha comprometido gravemente la conservación de ciertos habitats, conservación que está íntimamente ligada a su complejidad. Es así como siempre el balance global es netamente deficitario.

Es además sintomático de constatar que el hombre gasta más y más de su energía y de sus recursos para protegerse de sus propias actividades y de sus efectos perniciosos, es decir en el fondo a protegerse de si mismo.

Hay que igualmente enfatizar que el impacto del hombre en la naturaleza nunca será comparable al de ninguna especie zoológica, porque al comportamiento biológico instintivo común a todos los animales vienen a añadirse los efectos de tradiciones culturales y de creencias capaces de modificar enteramente sus acciones y reacciones simples.

El comportamiento del hombre moderno occidental tendría su explicación en las filosofías de este hemisferio que dan toda la supremacía al hombre sobre el resto de la creación a la que le considera tan sólo como un cuadro para sus actividades.

Cualquiera que fueran nuestras opiniones personales sobre la solución del problema al que el hombre de la actualidad debe hacer frente, porque aún si tuviera el derecho moral de someter el mundo únicamente para su provecho, debería hacerlo en las mejores condiciones, así pues todos los biólogos están convencidos de que eso no es posible sin acatar ciertas leyes naturales y respetando un equilibrio que no puede modificar más allá de cierto límite.

Si el problema de la conservación de la naturaleza alcanza al momento actual una gravedad extrema, hay que señalar que se halla modificado en sus fundamentos, así pues cuando a fines del siglo pasado, los naturalistas se asustaban de la magnitud de las destrucciones cuasadas por los que entonces creían que los recursos naturales eran inagotables, ellos sólo pensaban en la protección de ciertos animales y vegetales en vías de extinción y se tomaron algunas medidas que salvaron a un buen número de especies y sus habitats de la exterminación definitiva.

En la actualidad el problema ya no es del mismo orden. Si bien debemos siempre luchar por salvar los últimos vestigios del mundo salvaje, debemos más aún tratar a fondo de preservar el conjunto de los recursos naturales del mundo entero y de garantizar al hombre un ingreso que le permita sobrevivir. Preservando la existencia de la humanidad en armonía con las leyes de la naturaleza se asegurará la salvaguardia de los seres vivientes que constituyen el conjunto de la biosfera de la que ella depende estrechamente. Pero la conservación de la na-

turalaleza no se refiere únicamente a la de los seres animales y vegetales sino además a la de los recursos naturales íntegros, comenzando por el agua, el aire y sobretodo el suelo del que dependemos estrechamente para nuestra subsistencia por lo que es imprescindible respetar y administrar el conjunto de este capital a fin de obtener los mejores beneficios durante el mayor tiempo posible.

## RESUMEN

Ante la necesidad de contar con estudios ecológicos relacionados con el aprovechamiento energético de los recursos naturales y ante la circunstancia de que la electrificación del país se efectuará prioritariamente en base a centrales hidroeléctricas que requieren de una disponibilidad constante de recursos hídricos en cantidad y calidad y de mantenerse en un entorno ecológico equilibrado que asegure tales características, INECEL ha emprendido en la labor de conformar grupos de trabajo para analizar los efectos ambientales de la electrificación en el Ecuador.

Es así como el "Estudio Ecológico de 11 Cuencas Prioritarias" constituye un primer trabajo de gran amplitud contratado por la Institución para alcanzar los fines propuestos mediante los siguientes objetivos:

1. En base al sistema de estudio de las formaciones vegetales del ecólogo Dr. Leslie Holdridge: identificar, describir y analizar las unidades ambientales y sus condiciones como marco en el que se desarrollarían los proyectos indicados.
2. Determinar los impactos ecológicos que las obras de electrificación producirían.
3. Establecer las medidas conducentes a minimizar los efectos negativos y a exaltar los positivos en beneficio de la colectividad.
4. Propender a que los recursos hídricos y los ecosistemas que los mantienen sean utilizados en armonía con las leyes de conservación y recuperación de la Naturaleza lo que redundará en beneficio de las obras de electrificación y demás sectores de la economía.

Este trabajo enfoca cuatro aspectos fundamentales: el medio ambiente en las cuencas hidrográficas y el desarrollo de proyectos hidroeléctricos; los aspectos ecológicos en las centrales térmicas; los aspectos ecológicos en las líneas de transmisión y subestaciones; y los aspectos ecológicos en las vías de acceso

En el primer caso se ha seguido los pasos siguientes: en base al sistema establecido por Leslie Holdridge para el estudio de las formaciones vegetales del mundo, se ha identificado y descrito las unidades ambientales componentes de cada una de las 11 cuencas estudiadas tomando en cuenta, dentro de cada unidad,

lo relativo a ubicación geográfica, principales características climáticas, topografía y suelos, vegetación, fauna, uso actual y recomendaciones para un racional aprovechamiento de estos recursos.

Al final del estudio de cada cuenca se ha efectuado la "descripción del modelo conceptual" donde se sintetiza las interacciones e intercambios de energía que se presentan en los ecosistemas y las posibles influencias en las obras de electrificación.

A continuación se enumeran y analizan los impactos ambientales positivos y negativos más importantes para terminar con las respectivas recomendaciones tendientes al buen manejo integral de la cuenca y a su recuperación.

La segunda parte o sea la relativa a los aspectos ecológicos en las centrales térmicas enfoca lo positivo, representado por la generación eléctrica como fuente de actividades productivas y de bienestar para la población y lo negativo como: la contaminación térmica, química, acústica y atmosférica, dándose al mismo tiempo algunas soluciones para atenuar esos impactos.

La tercera parte se refiere a los aspectos ecológicos en las líneas de transmisión y subestaciones, obras que por sus características, a más de no armonizar con el ambiente natural no presentan impactos negativos de consideración, más al contrario, existen agentes externos que ponen en peligro su integridad.

La cuarta parte, relativa al medio ambiente y las vías de acceso da a conocer que al mismo tiempo de brindar los beneficios inherentes a una vía de comunicación, esta clase de obras al no construirse y mantenerse adecuadamente, puede ser el origen de una degradación acelerada de la zona que atraviesa.

Se indican algunas medidas para detener los efectos negativos de estas obras especialmente relacionadas con la conservación de suelos.

El estudio finaliza con las conclusiones y recomendaciones generales.

## ANTECEDENTES.

En todas las épocas el hombre en su afán de encontrar mejores formas de vivir ha venido cambiando las condiciones naturales del medio en que vive a tal punto que en no pocos casos, la ruptura de ese delicado equilibrio ecológico ha originado consecuencias indeseables y hasta verdaderamente perjudiciales como lo señalan algunos ejemplos de proyectos que aparentemente se hallaban bien concebidos y que más tarde, con el paso del tiempo, han presentado graves alteraciones a veces irreversibles del medio ambiente.

El caso más conocido es tal vez el de la represa de Asuan en Egipto, proyecto que al embalsar las aguas del río Nilo impide que se produzcan las periódicas inundaciones que anteriormente fertilizaban en grandes extensiones y de una manera natural las márgenes del río por lo que ahora se requiere de la compra de grandes cantidades de los cada vez más caros abonos químicos, además la enorme presión del agua del embalse ha producido infiltraciones y luego afloramientos de sales que causan graves perjuicios a las áreas agrícolas. Del mismo modo, la retención del limo en la represa ha originado una gran disminución de la pesca en las aguas del delta del Nilo, además en las aguas del embalse se ha desarrollado una plaga de caracoles vector de la bilanziasis que afecta gravemente al campesinado y a la ganadería.

El INECEL consciente de que el sistema de desarrollo del país ha marginado de sus beneficios a las grandes mayorías poblacionales complicando al mismo tiempo los problemas socioeconómicos y originando un progresivo deterioro ambiental que conduce a la pérdida de los más valiosos recursos naturales como el agua, el suelo y la vegetación y de que las obras de electrificación que tiene a su cargo pueden ser fuentes de polución térmica, acústica y química en el caso de las centrales térmicas y de transgresiones de los sistemas acuáticos y del uso de la tierra en el caso de centrales hidroeléctricas; la Institución ha creado grupos de estudio tanto a nivel global de planificación como a nivel de aprovechamiento para la ejecución de acciones específicas de manejo, conservación y recuperación de cuencas como la del Paute, donde se halla ya operando el mayor proyecto hidroeléctrico del Ecuador, para lo cual se ha conformado la Unidad de Manejo y conservación de la Cuenca del Río Paute (UMACPA) con la participación del MAG, CREA, INERHI e INECEL.

Tomando en cuenta que cada vez hay mayor interés por desarrollar proyectos de generación hidroeléctrica, en razón de las ventajas económicas que presentan al

reemplazar a las centrales térmicas que consumen derivados del petróleo de costo creciente y debido a que se aprovecharía los vastos recursos hídricos que el país posee para generar energía relativamente limpia, es necesario sin embargo, dar a conocer que estos proyectos siendo de gran magnitud podrían ocasionar así mismo impactos negativos tal vez irreversibles en el ambiente natural o en la seguridad humana.

Para llegar a una explotación inteligente de los recursos naturales como base de un desarrollo equilibrado y constante del país es indispensable el concurso de todas las entidades públicas y privadas relacionadas específicamente con el aprovechamiento de cada sector de dichos recursos a fin de enfocar globalmente en base a una planificación integral la problemática y optimizar los beneficios lo que, como en el caso que nos ocupa que es el del uso de los recursos hídricos, daría lugar a una ampliación significativa de la frontera agrícola, abastecimiento adecuado de agua para la industria y el consumo doméstico, control de inundaciones, control de la erosión, generación de electricidad, desarrollo de la piscicultura y formación de áreas de recreación.

*V. D. ...*  
En lo que a INECEL corresponde, a nivel de planificación se ha realizado el "Estudio Ecológico de 11 cuencas prioritarias" como fundamento para analizar los efectos ambientales de la electrificación en el Ecuador y contar con criterios de base que permitan minimizar los impactos negativos y aprovechar amplificando los impactos positivos de este proceso que está directamente relacionado, y aún más, depende estrechamente del buen manejo y conservación de los recursos naturales renovables.

## OBJETIVOS Y AMPLITUD DEL ESTUDIO

Con la finalidad de que la electrificación se desarrolle bajo los principios de un aprovechamiento racional de la Naturaleza, se ha establecido en este trabajo los siguientes objetivos principales:

1. Efectuar un reconocimiento general de las 11 cuencas hidrográficas determinadas como prioritarias y de sus principales características ecológicas para disponer de la mayor información posible sobre el origen y la naturaleza de los problemas ambientales que incidirían en los proyectos de electrificación o que estos causarían en el medio ambiente.
2. Detectar las alteraciones ecológicas de mayor impacto que: la construcción de embalses, las centrales térmicas, las líneas de transmisión y subestaciones y las vías de acceso podrían ocasionar en el entorno.
3. Sugerir estrategias generales de manejo y protección ambiental para controlar los potenciales impactos negativos medio ambientales y sanitarios más importantes, que guiarían el desarrollo de los futuros proyectos hidroeléctricos integrantes del Plan Maestro de Electrificación.

## AMPLITUD

*11*  
*Nuestro*  
El estudio ecológico comprende *de manera general* las 11 cuencas hidrográficas siguientes: Mira, Esmeraldas, Guayas, Cañar, Jubones, Puyango y Catamayo que se desaguan al océano Pacífico y Napo, Pastaza, Santiago y Mayo que se dirigen al Atlántico. La carta geográfica adjunta nos indica la ubicación de las mencionadas cuencas hidrográficas en el territorio nacional.

*NO*  
En lo relativo a las centrales térmicas y sistemas de transmisión—que en nuestro medio presentan menor incidencia negativa ambiental en comparación con los proyectos hidroeléctricos—se plantean algunas consideraciones de orden general. En cuanto a las vías de acceso, aparentemente no causarían mayor impacto negativo pero en la realidad se convierten en el origen de una erosión acelerada cuando atraviezan zonas de pendiente pronunciada y de alta pluvialidad, y más aún cuando facilitan la desordenada y destructiva colonización espontánea.

## MATERIALES Y METODOS

S / El estudio ecológico de las cuencas hidrográficas se ha fundamentado en el sistema del ecólogo Dr. Leslie Holdridge quien utiliza los principales factores que conforman el clima como son la biotemperatura, la precipitación pluvial, la evapotranspiración potencial que viene a ser la combinación de los dos primeros y la vegetación, para elaborar su mapa ecológico con cuyo objetivo además dicho autor, ha tomado en consideración la fisionomía de la vegetación de cada zona y la presencia de plantas indicadoras.

S / Para la realización de este estudio, a medida de lo posible, se ha verificado lo anteriormente indicado mediante observaciones directas en las cuencas y por medio de las estadísticas meteorológicas existentes.

S / El mapa ecológico es por lo tanto la representación gráfica de los diversos tipos de clima de una región, los que pueden también ser denominados Formaciones Ecológicas, zonas de vida o Unidades Ambientales.

El clima actúa directamente en la fisiología de la vegetación dándole su aspecto típico según las características de aquel, por lo que puede afirmarse que las comunidades vegetales al captar íntegramente todos los factores climáticos y manifestarse físicamente ante ellos, son indicadoras del clima predominante en un área determinada en condiciones más o menos normales de suelos.

S / Los principales factores del clima, que Holdridge ha tomado en cuenta, como se indicó, para la elaboración de la carta ecológica son la biotemperatura, la precipitación pluvial, y la evapotranspiración potencial.

S / La biotemperatura es el intervalo de frío y calor dentro del cual es posible la supervivencia de las especies vegetales propias de cada rango de temperatura comprendidos entre unos pocos grados bajo cero y un máximo de 40 a 45°C.

S / La precipitación pluvial es la cantidad de agua lluvia caída en un área determinada expresada promedialmente en milímetros<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> al mes o al año a la cual en conjunción con la temperatura las plantas son altamente sensibles.

S / La evapotranspiración potencial es la cantidad total de agua que se evaporaría del suelo y de toda superficie húmeda, más la que transpiraría la vegetación si las disponibilidades de agua fueran suficientes para un grado de temperatura

determinado. La evapotranspiración actúa en relación directa con la temperatura ambiental. /

/ La evapotranspiración potencial mensual se obtiene multiplicando las biotemperaturas medias mensuales por las constantes 5.0 en los meses de 31 días, por 4.84 en los de 30 días y por 4.56 en Febrero. La evapotranspiración potencial del año viene a ser el total de la suma de los 12 meses o simplemente es el producto de la temperatura media anual por la constante 58.93, valor que al compararlo con la precipitación media anual indica la existencia de déficit o exceso de agua. /

#### / - Interpretación del diagrama de Holdridge

El diagrama ideado por Holdridge para establecer las unidades ambientales, está basado principalmente en los tres parámetros enunciados, presenta sistemáticamente los valores cuantitativos del clima y las características de la formación vegetal que debería existir en cada una de ella en condiciones más o menos normales de suelos. (ver cuadro adjunto).

Los exágonos corresponden a las unidades de más alta categoría en la clasificación de las comunidades de asociaciones vegetales a las cuales las llama "zona de vida o unidades ambientales".

La reducción de temperatura; tanto en latitud desde la línea ecuatorial a los polos, como en altitud desde la orilla del mar hasta las altas cumbres, (como ocurre en nuestro país) se hace progresivamente, fenómeno que se presenta en el bosquejo en forma "bidimensional" (altitud y temperatura).

En la columna de la izquierda del diagrama se puede leer la escala con los nombres y los límites correspondientes de biotemperatura de cada región latitudinal y de su piso basal, representando de esta forma las posiciones climáticas de las zonas de vida. Así: de 24 grados en adelante: clima tropical; entre 12 y 24 grados: clima templado subtropical, de 6 grados a 12: templado frío, de 3 a 6 grados: Boreal; de 1.5 a 3 grados: clima subpolar y de 0 grados a 1.5: clima polar.

Altitudinalmente, o sea en la columna de la derecha se lee el nombre y los límites correspondientes de bio-temperatura media anual de cada piso altitudinal;

así: más de 24 grados clima tropical; entre 18 y 24 grados clima premontano, entre 12 y 18 grados: clima Montano Bajo, entre 6 y 12 grados Montano, entre 3 y 6 grados clima sub-Alpino, entre 1.5 y 3 grados clima Alpino y menos de 1.5 grados clima Nival.

Los pisos altitudinales en una serie completa; solamente se encuentran en la "Región Latitudinal" Tropical. El piso basal corresponde a la faja tropical, su temperatura media es de 30 grados C., a partir de este punto la temperatura disminuye en proporción directa a la altitud en 5 grados C, aproximadamente por cada mil metros que se asciende.

Las líneas de precipitación se encuentran en el diagrama sobre la escala de biotemperatura en un ángulo de 60 grados hacia la derecha. Los valores de precipitación se encuentran duplicados logarítmicamente de izquierda a derecha, así 250, 500, 2000, 4000 y 8000.

Habíamos indicado que la evapotranspiración potencial es la cantidad de agua que sería evaporada desde el suelo y toda superficie húmeda y transpirada por la cubierta vegetal bajo condiciones óptimas de humedad en el suelo.

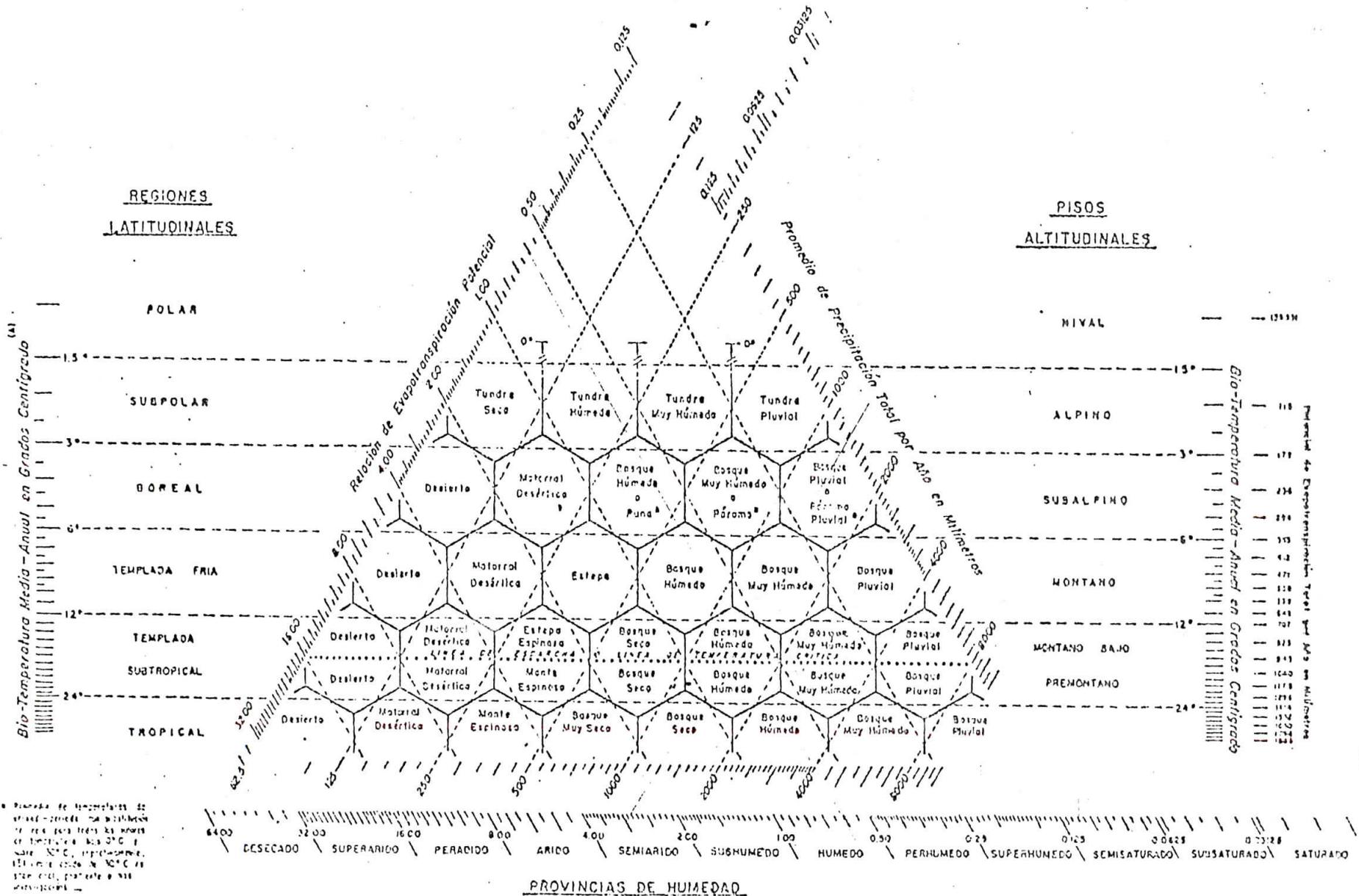
La relación de evapotranspiración potencial es igual al potencial de evaporación y transpiración total anual dividida para la precipitación, esta relación tendrá el valor de 1.0 cuando la precipitación sea igual al potencial de evapotranspiración. Las líneas divisorias de la escala de este parámetro se encuentran formando un ángulo de 60 grados hacia la izquierda de las líneas de temperatura. Estas líneas delimitan las "Provincias de Humedad" las cuales demuestran la relación entre biotemperatura y precipitación en todas las Regiones Latitudinales y Pisos Altitudinales, los nombres de éstas se encuentran localizados en la parte inferior de la siguiente manera: de 64 a 32 desecado, de 32 a 16 superárido, de 16 a 8 perárido, de 8.0 a 4.0 árido, de 4.0 a 2.0 semiárido, de 2.0 a 1.0 subhúmedo, de 1.0 a 0.50 húmedo, de 0.50 a 0.25 perhúmedo, de 0.25 a 0.125 superhúmedo, de 0.125 a 0.0625 semisaturado y de 0.0625 a 0.03125 sub-saturado y menos de 0.3125 saturado.

- Símbolos utilizados

Para determinar cada zona de vida, se utilizan símbolos, los mismos que, se refieren a la designación específica de la vegetación natural y original de la

# DIAGRAMA PARA LA CLASIFICACION DE ZONAS DE VIDA O FORMACIONES VEGETALES DEL MUNDO

POR L. R. HOLDRIDGE



101 - Provincia de Humedades de un área - medida en milímetros de agua por hora los meses de temperatura más 27°C. El valor 20°C, representa una temperatura media de 10°C en un año, por tanto a 100 milímetros de agua por hora.

102 - En la escala de temperatura

asociación climática y al piso altitudinal, al que pertenece. Se escribe con minúsculas en el primer caso (bh) y con mayúsculas en el segundo (MB), separados por un guión. Ejemplo bh-MB (bosque húmedo-Montano Bajo).

- Determinación de las zonas de vida en el diagrama

Con los parámetros de temperatura y precipitación se puede determinar la zona de vida a la que pertenece un lugar determinado, así: el punto de biotemperatura se obtiene colocando una regla en el punto de la escala que se desea, por ejemplo 12.9 grados C, y se traza una línea paralela a los pisos altitudinales. Luego se utiliza la escala de precipitación que se encuentra en la parte inferior y se procede a realizar la misma labor, ejemplo: 1.535 mm, esta línea irá paralela a los pisos altitudinales. El punto de unión de las dos líneas determina la localización de la zona de vida.

- Mapas de isotermas e isoyetas

Como se indicó para la elaboración de su mapa ecológico Holdridge se basa fundamentalmente en los elementos del clima más representativos y fáciles de cuantificar como son la temperatura y la precipitación cuyos mapas en lo referente al de isotermas se realizó en base al análisis de que al subir en altitud s.n.m. la temperatura baja. Siguiendo este principio se procedió a la elaboración del Mapa de Isotermas. Así: se determinó para cada una de las curvas del nivel del mapa base la temperatura correspondiente de acuerdo a los datos indicados. (Aproximadamente menos 5°C por cada mil metros que se asciende a partir del nivel del mar).

Para la aplicación del "sistema Holdridge", es necesario, solamente dibujar las líneas de isotermas correspondientes a 24 grados, 12 grados, 6 grados, 3 grados y 1.50 grados.

Para la elaboración del mapa de Isoyetas que representa la pluviosidad de las diferentes cuencas, se ubicó los valores de lluvia media anual de todas las estaciones meteorológicas sobre el "mapa base" de acuerdo a su latitud y longitud y luego por triangulación se interpoló las precipitaciones de cada una de las estaciones, determinando las líneas de isoyetas necesarias para el estudio, esto es: 250, 500, 1000, 2000, 4000 mm.

- El mapa ecológico

Una vez elaborados los mapas de Isotermas e Isoyetas, mediante transparencia se unen los dos y en los espacios comprendidos entre las líneas de precipitación y las de temperatura se determinan las zonas de vida. Ejemplo: el espacio que se encuentra entre las líneas de precipitación de 500 a 1000 mm y de 12° a 18°C de temperatura, corresponde a bosque seco Montano bajo (bs-MB). Del mismo modo se procede para las diferentes zonas de vida existentes en cada cuenca hidrográfica.

La función fundamental del mapa ecológico es la de servir de guía para la planificación del aprovechamiento racional de los recursos naturales especialmente de los renovables que deben ser utilizados como fuente de trabajo y riqueza actual y futura.

Es indispensable por tanto conocer bien los elementos constitutivos del medio ambiente natural de cada unidad ambiental: topografía, suelos, altitud, temperatura, insolación, pluvialidad, evapotranspiración, etc. para establecer la verdadera vocación que por naturaleza le corresponde y realizar un planeamiento cuidadoso de aprovechamiento y manejo que asegure la preservación, conservación e incremento de esos recursos.

#### LAS UNIDADES AMBIENTALES

En base a lo anteriormente explicado, podría definirse como unidad ambiental o zona de vida a una circunscripción de territorio de límites difusos cuyas características ambientales son relativamente homogéneas.

La unidad ambiental se representa por siglas basadas en el nombre de cada uno de ellos, en letras minúsculas para la designación específica y en mayúsculas para denotar el piso altitudinal en el que se ubica, por ejemplo bs-T se refiere al bosque seco tropical cuya vegetación típica original en Ecuador estaría constituida por especies forestales muy valiosas como "guayacán, amarillo, bálsamo, sándalo, roble, Fernán Sánchez" etc. La precipitación media anual varía entre 1000 y 2000 mm y la temperatura media anual es superior a 24°C de ahí que está catalogada como tropical.

La importancia del conocimiento de las unidades ambientales resulta por tanto evidente como base de cualquier estudio ecológico destinado a establecer un -

diagnóstico ambiental con miras a planificar para salvaguardar las obras de desarrollo y el entorno en donde se realicen, con mayor razón en el caso de los proyectos hidroeléctricos cuya durabilidad está directamente relacionada con la buena conservación y manejo de los recursos naturales agua, suelo y bosques.

- Las unidades ambientales en las cuencas hidrográficas.

La dilatada descripción de todas las unidades ambientales por resultar ajena a las características de este trabajo no es posible realizar por lo que se adjunta un cuadro que las resume por cuencas hidrográficas y en donde además se indica las principales manifestaciones climáticas a las cuales responde la vegetación.

#### Análisis de las Unidades Ambientales

Una vez identificadas las diferentes unidades ambientales, en mapas para cada una de las cuencas <sup>que estudio</sup> estudiadas se procedió a realizar un diagnóstico y su análisis por medio de "Modelos conceptuales" basados en las leyes de flujo de energía presentes en un ecosistema.

Se elaboró un modelo conceptual para cada cuenca y en ellas se insertó las actividades humanas permitiendo de esta manera apreciar los impactos positivos y negativos.

Cada "modelo conceptual" está representado por símbolos, los círculos representan a las fuentes de energía que entran a un ecosistema desde el exterior como sol, viento, lluvia, los flujos de entrada y salida se indican mediante flechas. El símbolo que recuerda un depósito de agua se emplea para indicar la reserva de nutrientes, el símbolo en forma circular representa las unidades ambientales y los subsistemas, los exágonos representan los consumidores.

Cada subsistema y/o unidades ambientales ofrece bienes y servicios que de acuerdo a su acción provocan impactos positivos o impactos negativos. En una matriz se indica en términos generales los impactos que las diferentes presas podrían ocasionar a las unidades ambientales y los impactos que las unidades ambientales podrían ocasionar a las presas.

En vía de ejemplo se presenta a continuación la descripción del modelo conceptual de una de las 11 cuencas, en este caso la del río Cañar donde además se de terminan los principales impactos positivos, negativos y las recomendaciones pa ra un mejor uso de esa cuenca.

## Descripción del Modelo Conceptual de la Cuenca del Cañar

Este modelo considera tres subsistemas, en el primero se toma en cuenta a las unidades ambientales que se encuentran sobre los futuros embalses o donde éstos se hallarían, así: bosque pluvial Subalpino (bp-SA), estepa Montano (e-M), bosque húmedo Montano (bh-M), bosque muy húmedo Montano (bmh-M), bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), bosque seco Montano Bajo (bs-MB), estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB) y bosque húmedo Premontano (bh-PM).

El segundo subsistema, el de las "presas" comprende la presa de Pacay que se encuentra ubicada en la unidad ambiental bosque seco Montano Bajo (bs-MB) y la presa de Tisay que se encuentra en la unidad ambiental bosque húmedo Premontano (bh-PM).

El tercer subsistema, ubicado "aguas abajo de las presas" comprende dos unidades ambientales: bosque seco premontano (bs-PM) y bosque muy seco Tropical (bms T).

### \* Impactos

Las unidades ambientales de los tres subsistemas: "aguas arriba de la presa", "las presas" y "aguas abajo de las presas", reciben energía procedente de la luz solar, de las precipitaciones y del manejo y tecnología (1) (2) y (3). Las unidades ambientales ubicadas en el subsistema aguas arriba proveen a la población productos agrícolas, ganaderos y otros bienes y servicios como leña, plantas medicinales, pero esa actividad de "laboreo" provoca perturbaciones por su mala conducción como el pastoreo extensivo y la agricultura en lugares no aptos para tal actividad. Estas perturbaciones se traducen en un mal escurrimiento de las aguas (8), las que aumentan su velocidad al no encontrar vegetación y otros elementos que las detenga y a su paso van arrastrando suelo mineral y orgánico (9) el mismo que será depositado en gran parte en los futuros embalses. Los ecosistemas bs-Mb, e-M y ee-MB, se encuentran en un proceso acelerado de deterioro que impide el aprovechamiento de la materia orgánica para el reciclaje de nutrientes (7).

El "subsistema de las presas", ubicadas en la unidad ambiental bs-MB y bh-PM será el receptor del producto de las actividades que se realicen en las unidades ambientales relacionadas, y como estas son mal utilizadas se traducirá

principalmente en acumulación de sedimentos disminuyendo así la capacidad del embalse en pocos años. Sin embargo, estas obras a más de proveer hidroelectricidad pueden constituirse en reservorios para la crianza de especies bio acuáticas para alimentación humana, siendo apropiada para el crecimiento de la trucha "arco iris" la presa de Pacay y para tilapia Mosambique, la presa de Tisay (14) y como un centro recreacional para las poblaciones de Cañar, El Juncal, Suscay, etc., la presa de Pacay (15). El embalse que se produciría con la presa de Tisay podría convertirse en habitat para el desarrollo de vectores de enfermedades parasitarias (II).

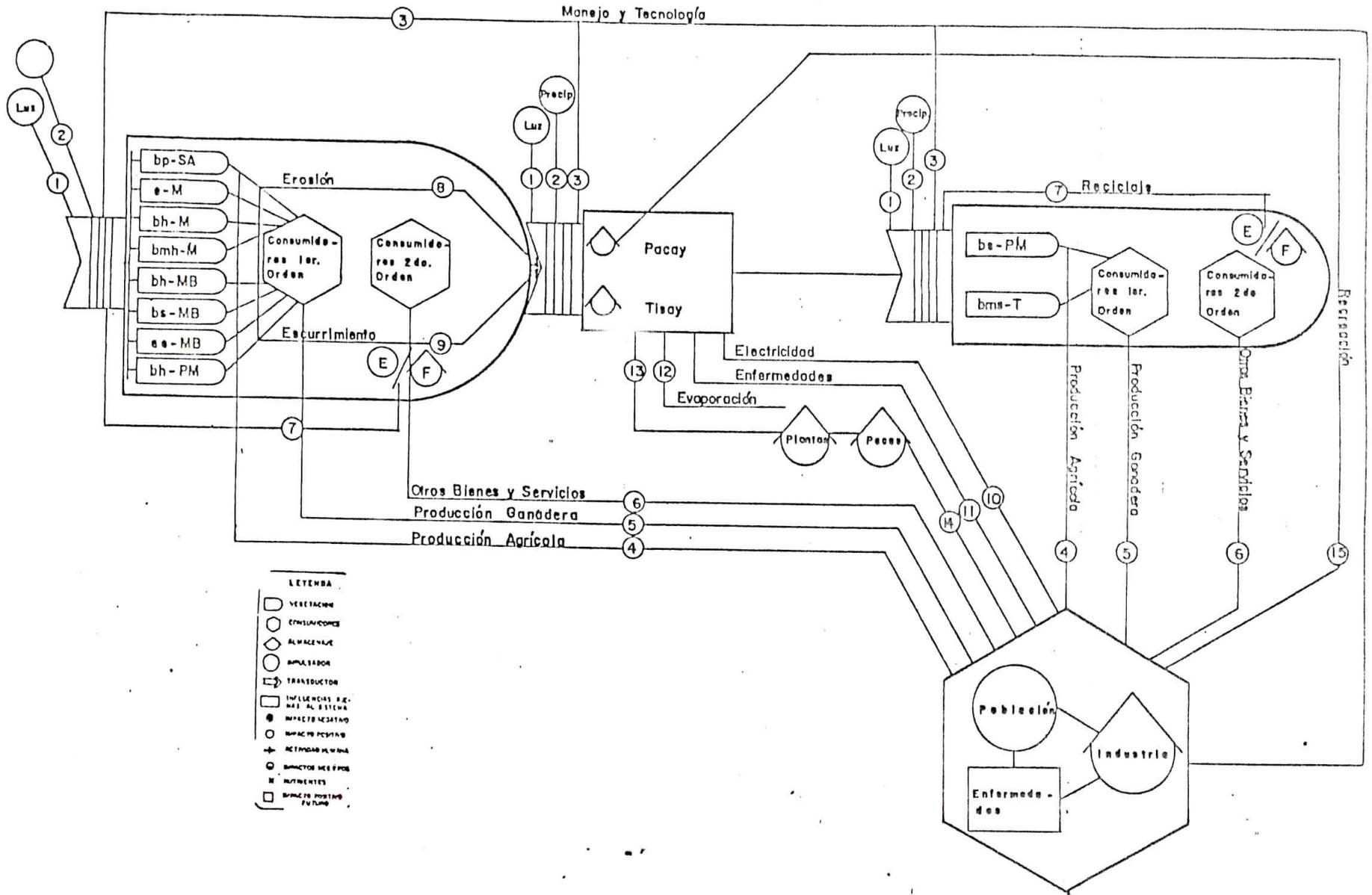
El "subsistema aguas abajo" que comprende las unidades ambientales bs-PM y bms T se vería beneficiado con el proyecto desde el punto de vista de la regulación del escurrimiento de las aguas y de la posibilidad de utilizarlo para riego artificial para mejorar la producción agrícola (4) y ganadera (5).

#### Recomendaciones

Para los "subsistemas aguas arriba" todas las recomendaciones se orientan a reducir el arrastre de sólidos hacia la cuenca principal y por supuesto a evitar la disminución del volumen del embalse. En tal sentido, si las actividades agrícolas y pecuarias mal desarrolladas son las que más impactan negativamente al Proyecto, habrá que considerar alternativas para eliminar o disminuir estos impactos mediante la capacitación de la población a través de la asistencia técnica y económica y la declaratoria de áreas de protección las fuertes pendientes, cubriéndolas de bosques sobre todo las áreas cuya producción agropecuaria fuere deficiente.

En los "subsistemas embalses", se debería considerar los siguientes aspectos para un diseño adecuado: el gran aporte de sólidos que estos almacenarían; las grandes ventajas que representa el aporte de nutrientes que se origina en la cuenca para las unidades ambientales bs-Pm y bms-T mediante las inundaciones al igual que para el área de manglares. Además, se deberá considerar el ingreso de las aguas salobres en épocas de "aguaje" cuando los caudales de los ríos son menores, por lo tanto se recomienda tratar de evitar este fenómeno regulando el caudal del río en las épocas mencionadas, que son cíclicas.

En el "subsistema aguas abajo" se recomienda un mejor aprovechamiento, es decir, aumentar la productividad por unidad de superficie mediante el aporte del Estado en forma de crédito, asistencia técnica y facilidades en la provisión de insumos, etc, tales como: semilla certificada, insecticidas, fungicidas, capacitación, etc.



- LEYENDA
- VEGETACIÓN
  - EPISUNDORES
  - ◇ ALMACENAJE
  - IMPACTADOR
  - ⇄ TRANSDUCTOR
  - INFLUENCIAS RE-NALES AL SISTEMA
  - IMPACTO NEGATIVO
  - IMPACTO POSITIVO
  - ACTIVIDAD HUMANA
  - IMPACTOR NEGATIVO
  - IMPACTOR POSITIVO
  - IMPACTO POSITIVO FUTURO

Modelo Conceptual de la Cuenca del Río Cañar

Centrando el análisis en los proyectos hidroeléctricos cabe mencionar que todas las cuencas hidrográficas han sido estudiadas en cada una de las unidades ambientales que la conforman (en un promedio de 10 por cuenca), tomando en consideración los aspectos relativos a ubicación geográfica, principales características climáticas, topografía, suelos, vegetación natural, fauna, uso actual; concluyendo con recomendaciones para un buen manejo y conservación de cada unidad ambiental.

En la parte final de cada cuenca se ha efectuado la descripción del modelo conceptual a manera de sinópsis donde el sistema ecológico que representa la cuenca se analiza por subsistemas relacionándolos con los flujos de energía que en ellos se producen y los posibles impactos positivos y negativos en los embalses, aguas arriba y aguas abajo.

Finalmente se hacen recomendaciones generales para toda la cuenca ya que de su buena conservación y del equilibrio que exista en cada uno de sus componentes y entre todos ellos depende la vida útil y buena marcha de los proyectos de electrificación.

#### 4. ASPECTOS ECOLOGICOS GENERALES EN LAS AREAS DE LOS PROYECTOS HIDROELECTRICOS

##### Aspectos Negativos

Los aspectos negativos más importantes que la construcción de embalses pueden presentar son:

##### a. Deforestación

La deforestación que inevitablemente se produce por la apertura de vías de acceso, la construcción de represas que requerirá de grandes cantidades de madera y el asentamiento de población, pueden causar la pérdida o alteración de la fauna y la flora, el trastorno de las condiciones de equilibrio ecológico lo que puede dificultar el control de malezas y enfermedades; la alteración del balance del bióxido de carbono y la reducción del índice de evapotranspiración y por último la desertificación.

#### b. Erosión

La deforestación incontrolada genera normalmente la erosión que se manifiesta por la pérdida del suelo arable y por tanto de la posibilidad de reforestación, lo que a su vez da origen a la acumulación de los sedimentos en el vaso de los embalses reduciendo la capacidad de almacenamiento de agua así como la vida útil de los proyectos.

#### c. Inestabilidad de taludes

En las áreas inmediatas a los embalses así como en las vías de acceso, la deforestación vuelve los taludes inestables, propensos a derrumbes y deslizamientos de grandes proporciones que generarían olas destructivas con efectos aguas arriba y abajo del embalse.

#### d. Contaminación de las aguas

Este panorama se puede agravar por: el aporte de sólidos originado por los malos métodos agrícolas, la construcción de las carreteras y caminos, la construcción de la presa en sí y la remoción de la vegetación cuyos materiales irían a parar a los ríos y finalmente al embalse, a lo cual se añadiría el ingreso de las aguas servidas de todas las poblaciones de la cuenca y los contaminantes industriales y agrícolas arrastrados por los ríos. Si no se controla este conjunto de problemas se llegaría a la eutroficación de las aguas o muerte de las mismas, causada por la sobreabundancia de materia orgánica en descomposición que propicia un crecimiento continuo de algas que lleva al anaerobismo o carencia de oxígeno, a la generación de ácido sulfhídrico y a la desaparición de peces y aves acuáticas. Entonces no quedaría ninguna posibilidad de piscicultura alimentaria o deportiva.

#### e. Propagación de enfermedades

Los embalses cuyas aguas llegaren a un alto nivel de contaminación pueden propiciar condiciones para el desarrollo de enfermedades como malaria, oncocercosis, bilariasis, fiebre amarilla, y parasitosis. Además las aguas podrían volverse corrosivas para las estructuras de la represa y algunas instalaciones como válvulas, inyectores, álaves, etc.

## Soluciones a los impactos negativos

### a. Reforestación

Inmediata en las áreas de fuerte pendiente que quedaren descubiertas, utilizando especies forestales nativas de la zona, de sistema radicular profundo en asociación con vegetación arbustiva de buena capacidad de retención de la precipitación pluvial para favorecer un escurrimiento lento de las aguas.

### b. Purificación de las aguas servidas

Antes de ser vertidas en los ríos las aguas negras de cualquier origen deben ser tratadas en estanques de sedimentación o en plantas purificadoras.

### c. Control del nivel de contaminantes

En las aguas de los embalses y con el fin de proteger las especies acuáticas se deben instalar laboratorios limnológicos bien equipados.

### d. Control de enfermedades

Se deben efectuar inspecciones constantes de los posibles lugares de brote epidémico para desarrollar campañas de salubridad en las poblaciones, y emplear agentes biológicos para la eliminación de vectores transmisores de enfermedades.

### e. Control de la distribución espacial de la población

En las áreas en que la ejecución de las obras de electrificación pondría en peligro la seguridad y bienestar de los conglomerados humanos o que las actividades de estas amenazaren el buen funcionamiento y conservación de los proyectos se debe propiciar controlar su asentamiento, o de ser el caso reubicarlos en lugares más seguros.

## Aspectos positivos

### a. Utilización de recursos renovables

Puesto que para la generación de electricidad se recurre a los recursos hídri-

cos, éstos por su naturaleza pueden tener una duración indefinida siempre que se realice una gestión adecuada para su conservación en cantidad y calidad.

b. Fuente de desarrollo

Es evidente que la electrificación en países como el nuestro contribuye decididamente al desarrollo económico y social, tanto por sus efectos directos (empleo, educación, etc), como por sus efectos indirectos (vías de acceso, comercio, etc).

c. Ahorro de Divisas

La sustitución de energía térmica por energía hidráulica elimina el consumo de combustibles derivados del petróleo que pueden ser empleados para otros fines o exportados

d. Disminución de la contaminación ambiental

Al reemplazar las centrales térmicas por hidráulicas, el consumo de combustibles fósiles disminuirá, reduciéndose así la contaminación ambiental causada por la combustión, el manipuleo de combustibles y el empleo de productos químicos para purificar el agua de refrigeración.

e. Actividades colaterales

La construcción de embalses puede dar origen a actividades colaterales de buena rentabilidad como la piscicultura cuyos rendimientos podrían llegar a ser considerablemente más altos que la ganadería, el riego para mejorar la producción agropecuaria, el turismo, la recreación y el transporte acuático son otros rubros de mucho interés que de estas obras de electrificación podrían derivarse así como la posibilidad de regular los caudales aguas abajo de la represa con lo que se evitaría las fuertes crecidas e inundaciones.

Además esta clase de obras constituye un gran incentivo para tratar de optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales de toda la cuenca.

ASPECTOS ECOLOGICOS EN LAS CENTRALES TERMICAS

Aspectos positivos

Los efectos positivos de las centrales térmicas cuando éstas ameritan instalar-

se están representados sobretodo por la energía eléctrica que genera, la que constituye un importantísimo insumo para actividades productivas y para el bienestar de la población.

#### Aspectos negativos

Por el contrario, varios son los efectos negativos que produce el funcionamiento de centrales térmicas desde el punto de vista ambiental.

##### a. Contaminación térmica

Se considera que en las grandes ciudades y complejos industriales el calor generado por todas las actividades humanas ha llegado a un nivel que podría afectar las condiciones meteorológicas locales. Sin embargo es difícil reducir en la actualidad el consumo de energía, por lo que la demanda de electricidad se incrementará a pesar de las políticas tendientes al ahorro de energía. En lo referente a la generación de electricidad, el porcentaje de calor disipado a través del condensador de enfriamiento por agua es del 120% en relación a la energía eléctrica generada, por esa razón el agua de refrigeración empleada y que ha alcanzado temperaturas altas al ser vertida directamente en los ecosistemas acuáticos produciría una importante alteración de consecuencias difíciles de predecir.

##### b. Contaminación química

Esta forma de polución puede ocurrir principalmente a partir del mal manejo de los combustibles; de las sustancias químicas utilizadas para purificar y desmineralizar el agua y por medio de los residuos de la combustión como : gases, humo, cenizas, o ciertos metales como vanadio y níquel provenientes de la combustión de aceites pesados los que al liberarse en la atmósfera podrían ser motivo de peligrosa contaminación.

El mal manejo de los combustibles podría provocar muy graves accidentes como incendios o derrames que contaminarían el suelo o el agua destruyendo las especies biológicas.

Del mismo modo el mal manejo de sustancias químicas como el ácido clorhídrico o la sosa cáustica podría causar accidentes en el personal que los maneja o al verter las aguas que las contienen directamente en los ríos pueden alterar el pH de éstas volviéndolas inadecuadas para los seres que allí habitan, para el consumo humano o animal o para irrigación.



el agua a condiciones aceptables

f) Construcción de altas chimeneas

Los gases tóxicos resultantes de la combustión en nuestro medio se atenúan dispersándolos mediante chimeneas altas.

g) Ubicación de las centrales térmicas en sitios des poblados con lo que se atenúa el efecto de la contaminación química y acústica.

h) Medidas contra la contaminación acústica

Utilización de amortiguadores de vibraciones, empleo de silenciadores en los tubos de escape, aislamiento fónico en las construcciones y uso de auriculares por parte de los operadores.

## 6. ASPECTOS ECOLOGICOS EN LINEAS DE TRANSMISION Y SUBESTACIONES

Tomando en cuenta que tanto las torres que soportan los cables de transmisión como las subestaciones ocupan áreas reducidas; se considera que la alteración ambiental que podrían causar es mínima o inexistente puesto que se las construye de acuerdo a los principios de conservación y preservación ambiental como es el desbroce de la vegetación en una franja no mayor de 20 metros de ancho y el impedimento total de construir habitaciones o edificaciones en el área de servidumbre. Se puede considerar como efecto negativo de las líneas de transmisión, la necesidad eventual de destruir áreas cultivadas o el desplazamiento de viviendas o construcciones rurales.

Sin embargo el mayor problema de contaminación ambiental (aparte del riesgo que la presencia de las líneas de alta tensión implica) estaría representado por la radiación electromagnética que principalmente las líneas de alto voltaje emiten, poniendo en eventual peligro en las proximidades de la línea, la salud de los seres vivientes. Por el momento en el país la única posibilidad de efectuar algún control sobre esta forma de polución sería la de llevar las líneas de transmisión y distribución por áreas des pobladas y cambiar periódicamente el personal sometido a esta clase de riesgos, en las centrales y subestaciones.

De los aspectos positivos de la electrificación en general se ha dicho ya que contribuyen decididamente a dinamizar inmensamente todos los sectores de la economía y el bienestar de gran parte de la población del país por lo que los impactos negativos de estos elementos de la electrificación podrían tal vez considerarse intrascendentes.

#### Impactos negativos del ambiente a las líneas de transmisión y subestaciones

Si bien es cierto que los impactos de estos elementos de la electrificación en el ambiente no aparentan gravedad, debe tomarse en cuenta que al contrario, existen algunos agentes o circunstancias extraños que pueden afectarlos, así por ejemplo la actitud de personas irresponsables que atentan contra la integridad de las instalaciones; pseudo-cazadores que destruyen los aisladores; agricultores que en el verano para combatir las malezas queman la vegetación poniendo así en peligro las líneas y torres de transmisión, otro peligro representa la explotación forestal así como las operaciones de desinfección agrícola mediante avionetas o helicópteros, aunque para evitarlo se ha recurrido a una señalización adecuada. Del mismo modo, especialmente en zonas escarpadas, las líneas que siguen paralelamente a las carreteras estarían expuestas a graves peligros causados por derrumbes, deslizamientos o asentamientos de terrenos o por derribamiento de postes originados por automotores.

Las inundaciones y crecidas de ríos y torrentes podrían también poner en grave peligro esta clase de instalaciones al socabar las bases de torres y postes lo que además aumentaría seriamente los riesgos de electrocución.

Igualmente los vendavales podrían causar daños al originar caídas de grandes ramas o árboles en mal estado.

Otro factor contaminante que no sólo puede afectar a la larga a las líneas de transmisión estaría representado por la polución atmosférica originada principalmente por la combustión de los energéticos fósiles los que por su alto contenido de Azufre en algunos casos da origen a las denominadas lluvias ácidas las que dicho sea de paso según muchos científicos y ecólogos están consideradas como el más grave de los problemas ambientales.

Estas lluvias contienen dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, y provocan cambios químicos que pueden producir la muerte de ciertos organismos vegetales

y acuáticos, la proliferación de plagas, la alteración de pH de los suelos, la contaminación de los mantos freáticos y la destrucción de diversos materiales.

La alta salinidad atmosférica, la emisión de polvo de cemento que se acumula en los elementos de las líneas y de las subestaciones afectan también a dichas obras.

#### ASPECTOS ECOLOGICOS EN LAS VIAS DE ACCESO

##### Aspectos negativos

En cuanto a las vías de acceso que se construyen para la implementación de líneas de transmisión y subestaciones, los impactos negativos resultan en general pequeños y eventuales debido al corto trayecto de ellos. Pero al tratarse de vías de acceso a centrales lejanas y que pasan por ecosistemas de equilibrio delicado, la situación es muy diferente porque una carretera mal trazada y mal construida puede ser el origen de la degradación acelerada de toda la zona que la atraviesa al dejar sin la vegetación protectora muchas áreas de pendiente pronunciada y porque la apertura de nuevas rutas incentiva la colonización desordenada que destruye los recursos naturales.

##### Soluciones a los aspectos negativos

- Reforestación sobre todo en los talúdes y áreas de fuerte pendiente con especies de raíces profundas propias de la zona
- Revestimiento adecuado de las cunetas, alcantarillas y desagües para evitar la erosión del suelo
- Construcción de terrazas y reforestación de las mismas en talúdes propensos a derrumbes o deslizamientos
- Ubicación a distancias más cortas de las alcantarillas para evitar la acumulación y el ímpetu erosivo de las aguas
- Control constante para impedir la deforestación en áreas propensas a la erosión.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA LAS 11 CUENCAS PRIORITARIAS

81 De las 11 cuencas estudiadas, las que vierten sus aguas al lado oriental del

país, ofrecen por el momento pocos problemas ambientales para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, con excepción de la cuenca del río Paute y Pastaza cuyos afluentes principales atraviesan zonas densamente pobladas donde la propiedad agrícola se halla muy fragmentada y expuesta a la erosión acelerada de sus tierras.

En cuanto a las otras cuencas, o sea las que vierten sus aguas al occidente, por estar constituidas por ecosistemas degradados, -en algunos casos severamente como en las cuencas del Puyango y Catamayo-, presentan circunstancias económico-sociales que incidirán negativamente en las obras de electrificación, demandando elevados costos para su recuperación y mantenimiento.

- En el caso de la cuenca del Esmeraldas, se presentan dos aspectos: el de la subcuenca del Guayllabamba que mantiene unidades ambientales de mucha población, altamente degradadas y tal vez de imposible recuperación que impactarán negativamente en los proyectos hidroeléctricos. El otro aspecto o sea el relativo al de la subcuenca del río Toachi-Pilatón, en la actualidad presenta condiciones ecológicas favorables en su mayor parte, aunque deberán tomarse medidas sanitarias una vez construidos los embalses para evitar el apareamiento de transmisores de enfermedades.

- La cuenca del río Mira igualmente ofrece dos aspectos: el de la subcuenca del río Chota y el de la subcuenca del río Lita. La primera, al igual que las subcuencas del Guayllabamba, Chimbo y parte del Pastaza, contiene ecosistemas de difícil recuperación y el aspecto positivo, el de la subcuenca del río Lita donde se hallan ecosistemas que se mantienen casi en su estado natural en razón de sus características especiales que contribuyen al mantenimiento de sus recursos hídricos en buenas condiciones.

- La cuenca del Cañar presenta también características ambientales que inciden negativamente en la calidad de sus aguas y por tanto en los proyectos que se desarrollarían.

*Hasta* + El denominador común en casi todas las cuencas hidrográficas es el proceso erosivo acelerado de los suelos resultante de la deforestación masiva y de los inadecuados sistemas de explotación de la tierra que sólo propenden a obtener el máximo beneficio económico en el menor tiempo posible.

- La capacidad de embalse en cantidad y calidad o sea la vida útil de los proyectos hidroeléctricos depende directamente del volumen de carga de sedimentos que arrastren los ríos y se depositen en los reservorios, lo que está igualmente en relación directa con la intensidad de la erosión.
- Debido a las fuertes pendientes y a la deforestación que en ellas se efectúa con fines agrícolas mal conducidos, existe peligro de grandes deslizamientos de tierras a lo largo de las laderas de los embalses o próximos a ellos.
- La calidad de las aguas a utilizarse con fines hidroeléctricos sobre todo en las cuencas occidentales se ve amenazada por la creciente cantidad de desechos industriales y agrícolas y a las descargas de las aguas negras por las alcantarillas de ciudades y pueblos las que al depositarse en los embalses pueden propiciar la ~~eutroficación~~ o descomposición de las mismas y así impedir el desarrollo de especies bioacuáticas y amenazar por corrosión las estructuras e instalaciones de las represas.
- La degradación ambiental es un proceso en cadena una vez roto el delicado equilibrio ecológico, así ~~por ejemplo~~ en el caso de la sedimentación en los embalses, éste es consecuencia de la erosión acelerada de los suelos que va a parar a los ríos, la erosión acelerada es causada por el mal uso de la tierra, el mal uso de ésta se debe al desconocimiento de las prácticas de buen manejo y conservación de los recursos naturales por parte sobre todo de campesinos de escasos recursos de toda clase, los cuales ante el crecimiento poblacional arrollador y ante la falta de oportunidades de trabajo adecuado recurren a cualquier actividad para obtener algún beneficio de la explotación de nuevas tierras sin respetar la vocación de estas.
- El desarrollo de proyectos hidroeléctricos puede, a más de brindar los beneficios propios de la electrificación, dar lugar a actividades colaterales de gran productividad como la acuacultura, irrigación, turismo y recreación, etc.
- ~~Como se ha visto~~ el equilibrio ambiental depende del buen estado de todos y cada uno de sus componentes. El desarrollo de proyectos hidroeléctricos al modificar los ecosistemas exige de un estudio integral de cada uno de ellos y de la cuenca hidrográfica en conjunto en cuanto a sus condiciones actuales y futuras y a las interinfluencias con las obras de electrificación.

- En relación a las centrales térmicas aunque a nivel local pueden presentar problemas de alteración ecológica, dado el grado de desarrollo en Ecuador y a la tendencia a ser sustituidas por plantas hidroeléctricas, la incidencia ambiental a nivel del país tal vez no sea muy seria lo cual no quiere decir que se puede descuidar el control constante de los impactos negativos que ellas generan.
- Las líneas de transmisión y subestaciones dentro de la problemática ambiental prácticamente no causan impactos negativos de consideración aunque al contrario pueden ser apreciables los perjuicios que sobre estas obras causarían agentes externos.
- En las vías de acceso las consecuencias negativas pueden llegar a ser de consideración sobre todo si se trata de vías de gran longitud; que atraviezan ecosistemas frágiles, sino se construyen adecuadamente.

#### RECOMENDACIONES GENERALES

- a. Elaborar planes detallados de aprovechamiento y manejo de los recursos naturales de cada cuenca sujetándose estrictamente a la vocación de cada una de sus unidades ambientales.
- b. El estudio y desarrollo de los proyectos hidroeléctricos debe realizarse considerándolos como integrantes de la cuenca hidrográfica en la que sus acciones e interacciones deben armonizar con el equilibrio de los ecosistemas.
- c. En el estudio de cada proyecto deberá hacerse en forma integrada a manera de subproyectos lo relativo a: piscicultura, producción forestal, recuperación y mantenimiento de la cuenca, educación y capacitación campesina, prevención y tratamiento sanitario, turismo y otros aspectos propios de cada cuenca.
- d. En los costos de los proyectos, todas las operaciones de manejo de la cuenca como : recuperación, mantenimiento, proyectos de producción (por ejemplo Piscicultura, productos forestales, recreación, etc.) deberán ser tomados en cuenta.
- e. Ya que una de las actividades complementarias más importantes será la piscii

cultura en los embalses, deberá realizarse estudios limnológicos e ictiológicos detallados en base a la instalación de laboratorios bien equipados física y humanamente. De igual manera deberá procederse para la explotación forestal únicamente en los casos en que las circunstancias lo permitan.

- f. En lo que concierne a las poblaciones humanas que se encontraren cercanas a las áreas de los proyectos, será necesario realizar estudios y planes especiales para que su comportamiento se desarrolle en función de la buena marcha de las obras de electrificación.
- g. Guiarse por las medidas de recuperación y conservación desplegadas en proyectos en marcha como Paute, aplicables a obras similares, lo que será de gran beneficio nacional ante la pérdida de sus recursos más importantes: suelos, agua y bosques.
- h. Estructurar el marco legal e interinstitucional que normaría las acciones de manejo y protección de las cuencas y determinaría los campos de acción específica de cada entidad relacionada con la protección del medio ambiente.
- i. Dar prioridad a aquellos proyectos que presenten menos problemas ambientales como son los que se encuentran al lado oriental del país.
- j. Realizar estudios integrales detallados que incluyan los aspectos ecológicos en el resto de cuencas hidrográficas sobre todo en aquellas que presentan avanzado grado de deterioro.
- k. En los proyectos hidroeléctricos que se llegare a ejecutar, incluir como parte integrante de los mismos, la solución de los problemas ecológicos como reforestación, capacitación campesina para un buen manejo de las tierras, tratamiento de aguas contaminadas de todas clases, distribución espacial de la población, etc.
- l. En los casos en que se mantenga en funcionamiento las centrales térmicas adoptar las medidas ~~concernientes a preservar~~ el medio ambiente.
- m. Las vías de acceso deben ~~construirse~~ de tal manera que no desencadenen la destrucción de los recursos naturales.

- n. Controlar estrictamente que las aguas servidas de ciudades e industrias sean sometidas a tratamientos de neutralización antes de ser vertidas en los sistemas hidrográficos.
- o. Controlar la migración campesina en las áreas de influencia directa de los proyectos y efectuar el reasentamiento de aquellos que las ocupen hacia zonas menos degradables.
- p. Declarar áreas de reserva a toda la zona de influencia ecológica directa en torno a cada proyecto de electrificación, de manera inmediata para los prioritarios, restaurando completamente la flora y fauna típicas de cada ecosistema y estableciendo un control estricto mediante servicio de guardabosques.
- q. Sensibilizar a las instituciones relacionadas con el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales para que coordinadamente con INECEL se elaboren estudios y planes integrales de utilización de esos recursos sujetándose estrictamente a las características vocacionales de cada unidad ambiental y propendiendo siempre a la protección y mejoramiento de la calidad del medio ambiente del cual el hombre y todas las formas de vida dependen.

MSAM

RESUMEN DE LAS ZONAS DE VIDA Y SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Zonas de la vida o Formaciones vegetales	Lugares										Temperatura media anual °C	Límites altitudin. aproximad. m. s. n. m.	Pluvialidad media anual mm.	Límites de evapotransp. poten. anual mm.	
	Puyango	Catamayo	Santitago	Pastaza	Napo	Mira	Esmeraldas	Guayas	Ubones	Cañar					Mayo
1. bosque pluvial Sub-Alpino			X	X	X	X	X	X	X			3-6	3500-4000	1000-2000	177-353
2. bosque muy húmedo Sub-Alpino			X	X	X	X	X	X				3-6	3500-4000	500-1000	177-353
3. bosque pluvial Montano				X	X	X	X					6-12	3000-3500	2000-4000	352-707
4. bosque muy húmedo Montano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		6-12	3000-3500	1000-2000	352-707
5. bosque húmedo Montano			X	X	X	X	X	X	X			6-12	3000-3500	500-1000	352-707
6. estepa Montano									X			6-12	3000-3500	250-500	352-707
7. Bosque muy húmedo Montano Bajo			X	X	X	X	X			X		12-18	2000-3000	2000-4000	706-1041
8. bosque húmedo Montano Bajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X			12-18	2000-3000	1000-2000	706-1041
9. bosque seco Montano Bajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X			12-18	2000-3000	500-1000	706-1041
10. estepa espinosa Montano Bajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X			12-18	2000-3000	250-500	706-1041
11. bosque pluvial Pre-Montano					X							18-24	1000-2000	4000 y más	1040-1414
12. bosque muy húmedo Pre-Montano			X	X	X	X	X			X		18-24	1000-2000	2000-4000	1040-1414
13. bosque húmedo Pre-Montano	X	X	X	X	X	X	X	X	X			18-24	1000-2000	1000-2000	1040-1414
14. bosque seco Pre-Montano	X	X	X	X	X	X	X	X	X			18-24	1000-2000	500-1000	1040-1414
15. monte espinoso Pre-Montano	X									X		18-24	1000-2000	250-500	1040-1414
16. bosque muy húmedo Tropical					X							24-30	0-+1000	4000 y más	1414 y más
17. bosque húmedo Tropical			X	X	X	X	X					24-30	0-+1000	2000-4000	1414 y más
18. bosque seco Tropical					X			X				24-30	0-+1000	1000-2000	1414 y más
19. bosque muy seco Tropical	X	X			X			X	X			24-30	0-+1000	500-1000	1414 y más
20. monte espinoso Tropical	X											24-30	0-+1000	300-500	1414 y más