

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente



**CONSIDERACIONES CONCEPTUALES Y METODOLOGICAS EN LA
DETERMINACION DEL USO POTENCIAL DE UN ESPACIO DE TIERRA
MEDIANTE UN LEVANTAMIENTO INTEGRADO.**

Por

RONY RAUL NAVARRETE PEREZ

**MEMORIA DE TITULO PRESENTADA
A LA FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD
DE CONCEPCION PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO FORESTAL**

CONCEPCION - CHILE

1995

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente

CONSIDERACIONES CONCEPTUALES Y METODOLOGICAS EN LA
DETERMINACION DEL USO POTENCIAL DE UN ESPACIO DE TIERRA
MEDIANTE UN LEVANTAMIENTO INTEGRADO.



Por

RONY RAUL NAVARRETE PEREZ

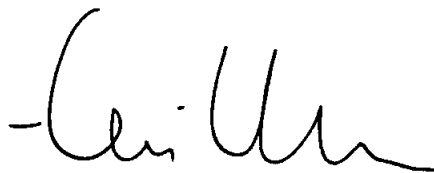
MEMORIA DE TITULO PRESENTADA
A LA FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD
DE CONCEPCION PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION - CHILE

1995

CONSIDERACIONES CONCEPTUALES Y METODOLOGICAS EN LA
DETERMINACION DEL USO POTENCIAL DE UN ESPACIO DE TIERRA
MEDIANTE UN LEVANTAMIENTO INTEGRADO.

Profesor Asesor



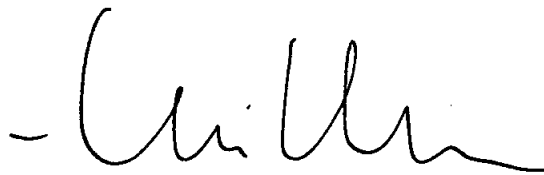
Dr. Jaime Millán Herrera
Profesor Titular
Ingeniero Forestal.

Director Depto. Manejo de
Bosques y Medio Ambiente



Fernando Drake Aranda
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal

Decano Facultad de
Ciencias Forestales



Dr. Jaime Millán Herrera
Profesor Titular
Ingeniero Forestal.



A mi madre,
a mi padre,
a mis hermanos, a mi abuela
y a todos quienes me apoyaron en este camino.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULO		PAGINA
I	INTRODUCCION.	1
II	REVISION BIBLIOGRAFICA.	3
2.1	Problemática sobre el Medio Ambiente	3
2.2	La Sostenibilidad	5
2.3	Ordenación Territorial	7
2.3.1	Planificación física	8
2.3.2	Definición de espacio rural	10
2.3.3	Definición de suelo	11
2.3.4	Uso del suelo y cobertura	12
2.3.5	Clasificación de suelos	13
2.3.6	Capacidad de carga y sistema de cultivo	15
2.4	Espacio y Medio	16
2.4.1	Concepto de espacio	16
2.4.2	Concepto de medio	17
2.4.3	Hábitat	19
2.4.4	Medio Ambiente	19
2.5	Teoría General de Sistemas (T.G.S.)	20
2.5.1	Sinergia	20
2.5.2	Recursividad	23
2.5.3	Concepto de sistema	24

CAPITULO	PAGINA
2.5.4	Niveles de organización y jerarquía 24
2.5.5	Tipos de sistemas 29
2.5.6	Sistemas abiertos 29
2.5.7	Entropía 31
2.5.8	Neguentropía y los sistemas abiertos 33
2.6	Conceptos Ecológicos 34
2.6.1	Concepto de ecosistema 34
2.6.2	Cuenca Hidrográfica 38
2.6.3	La ecología del paisaje 42
2.6.4	Estructura de los paisajes 46
2.6.4.1	Parches 49
2.6.4.2	Corredores 49
2.6.4.3	Matriz 51
2.6.5	Temporalidad y cambio en el paisaje 52
2.7	Levantamientos Integrados 54
2.7.1	Historia y desarrollo 54
2.7.2	Concepto de levantamiento integrado 55
2.7.3	Integración técnica 57
2.7.3.1	Telepercepción 59
2.7.3.2	Sistemas de Información Geográficos 62
2.8	Metodología para Levantamiento Integrado 64
2.8.1	Nivel de análisis 65
2.8.1.1	Levantamiento exploratorio 68

CAPITULO	PAGINA
2.8.1.2 Levantamientos de reconocimiento . . .	68
2.8.1.3 Levantamiento semidetallado	69
2.8.1.4 Levantamiento detallado	70
2.8.2 Escala de las fotografías versus escala del mapa	70
2.8.3 Planteamiento de los objetivos y alcances requeridos	72
2.8.4 Delimitación del área de estudio . . .	73
2.8.5 Recopilación y análisis de información	74
2.8.6 Preparación de los inventarios	76
2.8.6.1 Modelo de Causalidad	77
2.8.6.2 Caracteres y cualidades de los datos	81
2.8.7 Zonificación del área de estudio . . .	82
2.8.8 Modelos integrados para la clasificación física del territorio	83
2.8.9 Descripción general y requerimientos de información del Modelo de Hills para la planificación física	87
2.8.9.1 Primera Etapa	87
2.8.9.1.1 Zonas con base en semejanzas climáticas amplias	87
2.8.9.1.2 Subzonas o tipos	90
2.8.9.1.3 Clases fisiográficas	90
2.8.9.1.4 Divisiones o tipos fisiográficos . . .	91
2.8.9.2 Segunda Etapa	92
2.8.9.3 Tercera Etapa	92
2.8.9.3.1 Capacidad de uso	92

CAPITULO	PAGINA
2.8.9.3.2 Adecuación de uso	93
2.8.9.3.3 Viabilidad de uso	93
2.8.9.4 Cuarta Etapa	94
2.8.9.5 Quinta Etapa	94
III DETERMINACION DE LA FACTIBILIDAD TECNICA PARA REALIZAR UNA CLASIFICACION FISICA DE LA CUENCA DEL RIO CHILLAN A TRAVES DE UN LEVANTAMIENTO INTEGRADO	95
3.1 Introducción.	95
3.2 Objetivos	98
3.2.1 Objetivo general	98
3.2.2 Objetivo específico	98
3.3 Material y Método	99
3.3.1 Descripción del área de estudio	99
3.3.2 Metodología	101
3.3.2.1 Criterios considerados para el análisis de la información existente	101
3.4 Resultados y Discusión	104
3.4.1 Niveles de análisis para la información	104
3.4.2 Etapas de zonificación	105
3.4.2.1 Zonas con semejanzas climáticas amplias	105
3.4.2.2 Subzonas o tipos	108

3.4.2.3	Clases fisiográficas	111
CAPITULO		PAGINA
3.4.2.4	Tipos fisiográficos	113
IV	CONCLUSIONES.	117
V	RESUMEN.	119
V	SUMMARY	120
VI	BIBLIOGRAFIA	121



INDICE DE TABLAS

TABLA NO		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Nivel de análisis de escala.	68
2	Nivel de análisis de escala para cada etapa de zonificación.	104
3	Disponibilidad, cobertura y escala de datos cartográficos para cada variable con un nivel de análisis de Reconocimiento . .	107
4	Disponibilidad, cobertura y escala de datos cartográficos para cada variable con un nivel de análisis Semidetallado	112
5	Disponibilidad, cobertura y escala de datos cartográficos para cada variable con un nivel de análisis Detallado	115

INDICE DE FIGURAS

FIGURA NQ		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Esquema de una Estructura Jerárquica.	27
2	Diagrama de las Interrelaciones de un Ecosistema	37
3	Sistema Integrado de una Hoya Hidrográfica.	40
4	Diagrama de Secuencia del Proceso de Clasificación de Unidades de Tierra	89



I INTRODUCCION.

La brecha que separa al desarrollo económico, como una unidad independiente, del ambiente, en el cual éste tiene lugar, requiere cada vez, con más apremio, del replanteamiento de conceptos y la utilización de un amplio conocimiento en busca de maximizar la armonía en nuestro medio ambiente.

Una de las razones del fracaso de muchos programas de desarrollo ha sido la falta de una visión de largo plazo que garantice no sólo el mejoramiento de las condiciones sociales de la población actual, sino también de la conservación del ambiente para las generaciones futuras.

Durante los últimos años ha llegado a ser evidente la necesidad de desarrollar una estructura holística para la planificación del desarrollo, a través de la cual sean integrados aspectos físicos y bióticos, así como también económicos, sociales y políticos.

Existe la necesidad de realizar propuestas para la planificación territorial a través de los "Levantamientos Integrados del Uso de la Tierra", debido al alto crecimiento de la población y la alta demanda de ésta, que actualmente produce un incremento competitivo en el mundo por los escasos recursos de la tierra, agua y energía.

Se debe encontrar un uso óptimo, el cual al mismo tiempo debe lograr no producir degradación del suelo, ser productivo a un nivel suficientemente alto, tener alguna demanda en el mercado y ser socialmente aceptable.

El presente estudio pretende, en una primera parte, revisar conceptos y fundamentos teóricos y prácticos relacionados con el medio ambiente, su concepción integral y los levantamientos integrados para la comprensión de como pueden abordarse las metodologías de levantamientos para la planificación territorial, finalmente se propone un modelo para la clasificación física de un área en la zona centro sur del país; en la segunda parte, se pretende evaluar a vía de ejemplo la factibilidad técnica de realizar un levantamiento integrado a través del modelo propuesto en la cuenca del Río Chillán, con el objeto de apreciar si existe suficiente información como para efectuar esta acción.

II REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1 Problemática sobre el Medio Ambiente.

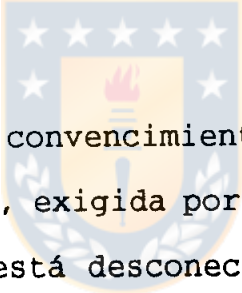
No es nueva ni inédita la preocupación por la relación del hombre con su entorno. El hombre a través de su historia ha buscado diferentes formas de armonizar, adaptarse o dominar el medio ambiente. El nexo hombre y naturaleza es uno de los factores que da fisonomía a una época y su cultura.

Ciertamente, tal como lo expresa Morandé (1992), a partir del siglo XIV, comienza un progresivo distanciamiento entre la cosmología y la antropología, convirtiéndose el hombre en una suerte de "marginal" en el cosmos. Si la naturaleza dejaba de ser una morada a la medida o escala del hombre, éste debía buscar una nueva morada, encontrándola en la capacidad legislativa que podía aplicar a su propia acción. La objetividad de la naturaleza fue sustituida por la intersubjetividad de la ley, pasando a ser la naturaleza una fuente de recursos, al lado del ingenio humano, para el desarrollo de las actividades sociales.

En consecuencia, como lo menciona el mismo autor, la posición del hombre frente a la naturaleza deja de pensarse con la analogía propuesta por la relación de la parte dentro del

todo, para concebirse, en adelante, con la relación del sistema frente al medio ambiente.

El género humano siempre alteró su ambiente, pero hasta hace poco las consecuencias de su actividad eran limitadas en el espacio y en su magnitud; los cambios eran lentos, según la escala con que el ser humano mide el tiempo. En el curso del último siglo, y en particular de los últimos 50 años, la actividad económica y la población han crecido con tal rapidez que no hay más remedio que tomar en cuenta las repercusiones de las actividades humanas sobre el ambiente (FAO, 1992).



Actualmente existe el convencimiento científico de que la velocidad de desarrollo, exigida por el propio crecimiento de la población mundial, está desconectada de la capacidad del medio ambiente para regenerarse.

Muthoo (1990), concluye que la conservación del medio ambiente tiene raíces económicas y es indispensable conseguir que la ordenación y el aprovechamiento racional sostenido de los recursos naturales reporten más beneficios (y utilidades) que su degradación y destrucción.

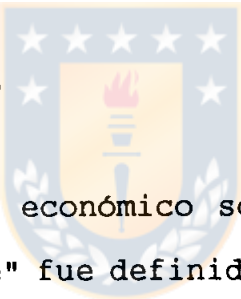
En resumidas cuentas, el problema es organizar las actividades humanas de modo que aumenten las posibilidades de

desarrollo sustentable, a través de la planificación territorial, garantizando al mismo tiempo la estabilidad del ambiente de toda la tierra.

A continuación y en base a revisión bibliográfica se analizan los conceptos de Sostenibilidad, Ordenación Territorial, Espacio y Medio, Teoría General de Sistemas y Conceptos Ecológicos que se emplean en los Levantamientos Integrados.

Una claridad conceptual resulta indispensable para efectuar este tipo de levantamientos.

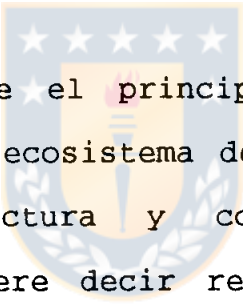
2.2 La Sostenibilidad.



El término "desarrollo económico sostenible" o simplemente "desarrollo sustentable" fue definido por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) como "el mantenimiento o incremento indefinido de la productividad del recurso para satisfacer las necesidades de la generación actual sin arriesgar la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (CMMAD, 1987; citado por Maini, 1992). Nótese, sin embargo, que esta definición acepta la existencia de límites. A este respecto es necesario ir más allá de la noción de rendimiento sostenido y considerar el dinamismo del recurso en cuestión, particularmente en respuesta a condiciones ambientales,

actividades humanas e interacciones de usos o características diferentes de los mismos recursos (Lele, 1991; citado por Gow, 1992).

El "rendimiento sostenido" está asociado con un flujo constante y perpetuo de bienes y servicios para uso de la humanidad; el "desarrollo sostenible", en cambio, es algo mucho más amplio, que incorpora la gestión integral de los sistemas, el mantenimiento de la integridad ecológica del ambiente y cierta amplitud de miras para el porvenir (Maini, 1992).



Se debe aceptar desde el principio la idea de que el aprovechamiento de un ecosistema determinado implica algún cambio de su estructura y composición, y de que sostenibilidad no quiere decir reproducción idéntica del ecosistema en su estado original. Lo mismo se aplica a la diversidad genética de un bosque (Lanly, 1992).

La formulación de métodos de desarrollo sostenibles exigen armonizar las actividades humanas con los espacios biológicos y físicos del ecosistema.

Tal vez la mejor definición de "desarrollo sostenible" la expone Jolly (1989), citado por Gow (1992), como "una calidad de vida que mejora sin cesar", ya que abarca mejoras

culturales y materiales y un porvenir ininterrumpido de esperanzas.

2.3 Ordenación Territorial.

Para Vink (1982), la "ordenación del territorio" se define "por los usos de las diferentes zonas que conforman el espacio físico nacional, de acuerdo a sus características intrínsecas y a los objetivos de desarrollo que se aspiran alcanzar dentro de un horizonte de tiempo predeterminado".

La "Planificación Económica" y, en consecuencia, la "Territorial", ha de tener en cuenta condiciones ecológicas (De Abreu, 1975).

El "territorio" es un área de la superficie de la tierra, con características que influyen o afectan todos los ciclos razonablemente estables o predecibles, los atributos de la biósfera, incluyendo aquellos de la atmósfera, el suelo y la geología subyacente, la hidrología, las poblaciones de plantas y animales, y los resultados del pasado y del presente de la actividad humana, hasta el punto que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presente y futuro de la tierra, por parte del hombre (FAO, 1976).

2.3.1 Planificación física.

"Planificación" es el proceso mediante el cual se intenta concretar, con respecto al sistema ambiental sujeto a manejo, aquellas aspiraciones definidas como positivas por el sistema de valores más representativo de los intereses de la población afectada con las intervenciones que se llevan a cabo en el sistema ecológico que integran la población en cuestión y su correspondiente sistema ambiental (Sánchez y Guiza, 1990).

De acuerdo con la experiencia y siguiendo a De Abreu (1975), la "Planificación" no ha de estar presidida de un maximalismo económico, ni ha de verse penetrada por la consideración de un número reducido de lugares, singularmente elegidos, para concentrar en ellos las acciones, sino que, superando puntos de vista sectoriales, la ausencia de perspectivas a largo plazo y la falta de coordinación entre órganos administrativos ha de traducir los principios de prevalencia de lo social, preservación del medio ambiente, adecuada utilización de los recursos, superación de desequilibrios regionales, y ocupación del tiempo libre, dentro de una concepción territorial idónea que, apoyada en un sistema de conexiones, enmarque un contexto operativo capaz de proyectarse en profundidad tanto espacial como temporalmente.

Partiendo de que la "Planificación" es un proceso racional de la toma de decisiones y apoyándose en que las variables económicas no reflejan los problemas territoriales, el desarrollo puede mostrar altos ritmos durante largos períodos y, sin embargo, estar provocando el deterioro progresivo de la funcionalidad del territorio. Y ello a costa de una acumulación de deseconomías de gradiente continuo con lo que antes o después habrá de destinarse mayores inversiones a remodelaciones, reestructuraciones y otras actividades de igual conceptualización improductiva para sostener tasas de crecimiento inferiores y contrarias a los logros que como meta se proponga la política de desarrollo (De Abreu, 1975).

En la "planificación física" se incorporan las características del territorio y, por ende, de los recursos naturales a la planificación, como elemento clave de la toma de decisiones. Su ámbito de aplicación es principalmente rural, es decir no urbano. La problemática de lo urbano sólo se tiene en cuenta en tanto que pueda afectar a los recursos naturales y a la calidad ambiental del medio, de modo que los usos típicamente urbanos se contemplan de forma residual en aquellos lugares en que no amenacen el equilibrio ecológico, la calidad perceptual y el uso racional de los recursos naturales (Gómez, 1978).

2.3.2 Definición de espacio rural.

De Abreu (1975), define "espacio rural" como "el territorio que no está ocupado por asentamientos urbanos o industriales o por otras grandes infraestructuras del transporte terrestre, aéreo o marítimo".

Para poder llegar a una adecuada utilización de la tierra, de acuerdo a su vocación, ha de considerarse con carácter previo su funcionalidad y uso en relación a la calidad de vida que permite.

Atendiendo a su función, De Abreu (1975), divide el espacio rural en:

- Areas de protección.
- Areas de producción.
- Areas de esparcimiento o recreo.

En cuanto al nivel de vida que permiten los espacios rurales tenemos:

- Areas deprimidas.
- Areas estabilizadas.
- Areas de alta calidad.

2.3.3 Definición de suelo.

Se entiende por "suelo" "la superficie de territorio nacional que puede ser utilizada para fines de producción agropecuaria, mineral o forestal" (Sánchez & Guiza, 1990).

Todo usuario de los suelos, independientemente de sus características o uso para los que están destinados, tienen la obligación de conservar o incrementar la fertilidad de éstos mediante la utilización adecuada de las técnicas y los métodos de explotación, así como la aplicación de los procedimientos y recursos necesarios para impedir el deterioro de los mismos por erosión, acidez, salinidad, contaminación, drenaje inadecuado u otras formas de degradación.

Las características del suelo y las condiciones hídricas son los componentes del terreno que tienen un impacto más directo sobre el crecimiento de las plantas, tales como los cultivos agrícolas y forestales. Tanto el suelo como el agua están fuertemente relacionados con la forma del paisaje. Los levantamientos de suelos y las investigaciones sobre las condiciones del agua, por lo tanto, juegan un rol predominante en el reconocimiento del terreno para planificar el uso de la tierra (Vink, 1982).

2.3.4 Uso del suelo y cobertura.

Se define el "uso del suelo" como "la disponibilidad del suelo para una serie de posibles usos, que pueden ser ordenados y distribuidos de acuerdo con un plan, o de manera espontanea" (Sánchez & Guiza, 1990).

El "uso del suelo", que interfiere negativamente con los que están a su alrededor y disminuye el valor de las otras propiedades de su vecindad, es llamado "uso de suelo incompatible" (Sánchez & Guiza, 1990).

Van Gils et al. (1988), plantea que "cobertura" son los diferentes rasgos que cubren la superficie de la tierra, tales como agua, bosques, otros tipos de vegetación, rocas desnudas o arenas, estructuras hechas por el hombre, etc.... En general estos son los rasgos que pueden ser directamente observados en las fotografías aéreas y frecuentemente en las imágenes satélites.

El mismo autor, expone que el "uso de la tierra" se refiere al uso que es hecho por los variados tipos de cobertura, por ejemplo: pastizal, producción de madera, agricultura, recreación y pesca. Esto es muy difícil de observar directamente en fotografías aéreas; esta información inferida viene de una combinación de la fotointerpretación con

conocimientos locales especializados (deducción e inducción), observaciones de campo y datos secundarios. El mismo uso puede ser hecho en diferentes tipos de cobertura y el mismo tipo de cobertura puede tener diferentes usos.

El uso de la tierra es más bien un proceso dinámico que una condición estática. El estudio del uso actual de la tierra debe estar preferentemente basado en una fuente de datos reciente y deben ser analizados en su confiabilidad y calidad (Van Gils et al., 1988).

2.3.5 Clasificación de suelos.

La clasificación de suelos tiene una función doble: (1) proporciona una base sistemática para describir suelos y, (2) entrega un sistema para realizar comparación entre suelos. La última función es extremadamente importante para el desarrollo de la tierra debido a que entrega una base segura para la transferencia de conocimiento y experiencia sobre la productividad y manejo del suelo desde un área a otra (Vink, 1982).

Los siguientes puntos deben considerarse con relación a los levantamientos terrestres y sus aplicaciones, según Vink (1982):

- Las formas del terreno, divididas en macrorelieve (más de 50 metros de diferencia en altura con sus alrededores), mesorelieve (de 10 a 50 metros de diferencia en altura) y microrelieve (menos de 10 metros de diferencia en altura), son en sí importantes factores del medio para el uso de la tierra, incluyendo su influencia sobre el clima local.

- Las formas del terreno determina los caminos por los cuales escurre el agua sobre la superficie y la acumulación de esta en ciertas áreas; esto da una base natural para el manejo del agua; por ejemplo: estanques (depósitos para irrigación), canales para regadío y drenaje.

- Las formas del terreno están fuertemente ligadas con las características de las formaciones geológicas; ellas, por lo tanto, proporcionan un medio para estudiar las estructuras geológicas (por ejemplo para investigar el agua en el suelo), y los materiales parentales o generadores del suelo. Ambas condiciones pueden ser estudiadas a través de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales.

- Las formas del terreno están ligadas con los suelos de varias maneras: (a) los suelos están insertos tanto en superficie como en volumen dentro del paisaje, y por lo tanto tienen formas específicas de terreno, (b) las formas del terreno junto con el clima y los materiales generadores, son

factores básicos en la formación del suelo y por lo tanto determinan en gran parte la naturaleza de los suelos, (c) las formas del terreno y sus materiales generadores asociados tienen un impacto directo sobre la vegetación y el uso del suelo y por lo tanto también tienen, a través de éstos, una influencia directa sobre la formación del suelo.

- Las formas del terreno, en general, también proporcionan importantes indicaciones sobre las edades de la superficie de la tierra, así como también de la erosión y denudación; por tanto, ellas son muy útiles para hacer una primera estimación respecto del desarrollo y degradación del suelo.

2.3.6 Capacidad de carga y sistema de cultivo.

Andrade (1986), define la "capacidad de carga" como "la población óptima que un ambiente particular puede soportar, sin conducirlo a su degradación". Esto incluye a la vulnerabilidad del ambiente, la capacidad de producción y patrones de consumo, y varía de acuerdo al control político y a las reglas sobre la tenencia de la tierra. Considera también la población a ser soportada por el nivel óptimo de rendimiento, que a su vez es compatible con un nivel mínimo aceptable de retorno o ingreso, permitiendo la reproducción del ecosistema humano total.

Para el mismo autor el "sistema de cultivo" provee un entendimiento de la relación entre el hombre y su ambiente. Los sistemas de cultivo son vistos como una relación interconectada entre el suelo, plantas, animales, tecnología y los aspectos sociales, culturales y tradicionales de los agricultores.

2.4 Espacio y Medio.

2.4.1 Concepto de espacio.

El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (1984), define al "espacio" como "continente de todos los objetos sensibles que coexisten", o "capacidad de terreno". Otros autores como Moliner (1984) y Sánchez & Guiza (1990) enriquecen este concepto al definirlo como "la magnitud en que están contenidos todos los cuerpos que existen al mismo tiempo y en la que se miden y la separación entre ellos".

Gómez (1978) hace notar la obvia necesidad de proceder a una ordenación racional del suelo que contemple el carácter social de este "espacio" en contraposición con las expectativas de intereses privados. En un sentido lato, "espacio" es sinónimo de "territorio", que según Alonzo (1958) es aquella porción de la superficie terrestre

perteneciente a una nación, región, país etc... , y Barlowe (1958), citado por De Abreu (1975), lo expresa como "el conjunto de recursos naturales o producidos por el hombre para los que la posesión de la tierra da el control".

La diferenciación en las formas de ocupación del "espacio" se explica en función de las diversas estrategias establecidas (Gligo, 1980). En Planificación, el sentido de este concepto es el de un "territorio" y en consecuencia, según la zona geográfica que se contempla, tendremos espacios terrestres (rurales, urbanos, etc.), marinos, atmosféricos, etc. (De Abreu, 1975).

Parece obvia la necesidad de proceder a una ordenación racional del suelo que contemple primordialmente el carácter social de ese "espacio" en contraposición con las expectativas de intereses privados (Gómez, 1978).

2.4.2 Concepto de medio.

Según el antedicho diccionario, "medio" es el elemento en el que vive o se mueve una persona, animal o cosa. En sentido amplio, y dentro de la temática que se analiza, cabe señalar al medio como todo aquello que rodea a un ser vivo.

"Medio circulante" o simplemente "medio", es distinto y menos

general que medio ambiente. El "medio" se define en términos materiales, es el "fluido material dentro del cual el sistema esta inmerso y a través del cual se realizan los intercambios del sistema con el exterior" (Sánchez & Guiza, 1990).

Para De Abreu (1975), "medio" en Planificación Territorial y en Ecología, se define como "el espacio que rodea inmediatamente los seres vivos y con el cual estos realizan cambios constantes de materia y energía que les hace más o menos dependiente de aquél". Es, pues, un marco o entorno vital, pero que tiene un concepto más amplio que el de "espacio geográfico", ya que conlleva las interrelaciones entre los seres vivos que viven en él y entre éstos con su hábitat.

Leff (1986), argumenta que si bien las variaciones de las formaciones vitales se producen por las mutaciones genéticas de los organismos de los seres vivos, el medio selecciona las especies, individuos y poblaciones, condicionando de esta forma la evolución biológica.

Algunos o todos los atributos variables del "medio" podrían incluirse en el concepto de "medio ambiente", pero este último no es sinónimo de "medio natural" (Sunkel & Gligo, 1980).

2.4.3 Hábitat.

"Hábitat", es la palabra adoptada por los ecólogos para designar el lugar donde vive un organismo o donde uno lo buscaría. Los geógrafos la utilizan para asignar la forma de agruparse los asentamientos humanos, así se dice : "hábitat rural" o "hábitat urbano" (De Abreu, 1975).

2.4.4 Medio Ambiente.

"Medio Ambiente" es "todo aquello que rodea al ser humano y que comprende elementos naturales, tanto físicos como biológicos; elementos artificiales (las tecnoestructuras), elementos sociales y las interacciones de todos estos elementos entre sí" (Sánchez & Guiza, 1990).

En forma más general, Landa (1976), lo define como "la suma total de las condiciones externas, circunstancias o condiciones físicas y químicas que rodean a un organismo vivo o grupo de éstos, y que influyen en el desarrollo y actividades fisiológicas o psicológicas de los mismos".

"Medio ambiente" ha sido definido por el Consejo Nacional de la Lengua Francesa como "conjunto, en un momento dado, de los agentes físicos, químicos, biológicos y de los factores sociales susceptibles de causar un efecto directo o

indirecto, inmediato o a plazo, sobre los seres vivientes y las actividades humanas".

Esta definición establece un concepto lato del "medio", más dirigido hacia el hombre, que incluye no sólo el espacio en que vive, sino las interrelaciones entre el hombre y los seres vivos, las acciones de los agentes abióticos sobre el hábitat humano, en su aspecto ecológico y geográfico, los impactos de las actividades humanas y el deterioro o la conservación de la naturaleza (De Abreu, 1975).

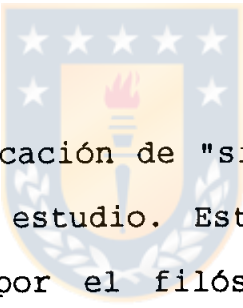
Sánchez & Guiza (1990), también coinciden al señalar que cuando se habla de medio ambiente la atención debe referirse al hombre en si mismo, en su relación total con los otros hombres y con los demás componentes del ecosistema humano total.

2.5 Teoría General de Sistemas (T.G.S.).

2.5.1 Sinergia.

Sin duda alguna, cuando ya se conoce lo que es "sinergia", quizás la única conclusión a que se llegue es que su novedad está en la palabra, porque el concepto es conocido. Abbagnano (1966), en su Diccionario de Filosofía, la define como la

coordinación de diferentes fuerzas o facultades o también como la acción combinada de diferentes factores. Alonzo (1958) la explica como el concurso activo y concertado de varios órganos para realizar una función. El término es corriente en lenguaje común y científico, y se aplica a la cooperación de los órganos de un cuerpo viviente. En la "sinergia" las actividades combinadas de los organismos suelen ser cualitativa y cuantitativamente distintas a la suma de las partes individuales. Johansen (1991), dice que cuando un objeto cumple con el principio de que la suma de sus parte es diferente del todo, podemos decir que posee o existe "sinergia".



Pero existe otra explicación de "sinergia" que resulta más clara y útil para el estudio. Esta dice relación con la definición propuesta por el filósofo Fuller, citada por Johansen (1991), donde señala que un objeto posee "sinergia" cuando el examen de una o alguna de sus partes, incluso a cada una de sus partes, en forma aislada, no puede explicar o predecir la conducta del todo.

El "todo" es considerado más que la suma de sus partes en sentido "cualitativo-estructural", más que en sentido "cuantitativo-sumativo" (Naveh & Lieberan, 1984).

Esto tiene como consecuencia, según Weiss (1969) citado por

Etter (1989), que la información contenida en un sistema de determinado nivel es más que la suma de sus componentes.

Existen objetos que poseen como característica la existencia de "sinergia" y otros no. En general, a las totalidades desprovistas de sinergia las podemos llamar "conglomerados". En este sentido, un "conglomerado", es definido por Johansen (1991), como un conjunto de objetos; así estos se suponen sin "sinergia", es decir, que la suma de sus partes es igual al todo.

A. Lazslo (1972) citado por Johansen (1991) y Etter (1989) plantea una definición de sinergia desde el punto de vista de la variabilidad del sistema total, en relación a la variabilidad de sus partes y enuncia la siguiente ley :

$$V_t \ll V_a + V_b + \dots V_n$$

$$\circ \quad V_t < V_i$$

Lo que expresado en palabras, significa que un objeto es un sistema cuando la variabilidad que experimenta la totalidad es menor que la que la suma de las variabilidades de sus partes componentes.

2.5.2 Recursividad.

Podemos entender por "recursividad" el hecho de que un objeto sinérgico, un sistema, esté compuesto de partes con características tales que son a su vez objetos sinérgicos. Hablamos entonces de sistemas y subsistemas. Si queremos ser más extensos, de supersistemas, sistemas y subsistemas.

Weinberg (1975), afirma que lo esencial de la "recursividad", es que cada uno de estos objetos, no importando su tamaño, tiene propiedades que lo convierten en una totalidad, es decir, en elemento independiente.

L. Von Bertalanffy (1963), se pregunta que es un individuo y señala que con ello queremos significar un objeto que, espacial, temporal y dinámicamente, constituye algo distinto de todo otro ser de su misma categoría y que, como tal, pasa por un determinado ciclo vital.

Si tenemos un conjunto de elementos u objetos tales como una célula, un tejido, un órgano, un hombre y una familia, es probable que a primera vista no encontremos ninguna relación y los consideremos elementos independientes. Sin embargo, un rápido análisis nos puede llevar a la conclusión de que sí existen relaciones. El tejido es un conjunto de células, el órgano un conjunto de tejidos, el hombre un conjunto de

órganos y la familia una agrupación de personas. Luego podemos establecer aquí una recursividad célula-tejido-órgano-hombre-familia. Aún más , el hombre no es un conjunto de células, tejidos y órganos, ni la familia un grupo de hombres, por lo tanto tenemos aquí elementos recursivos y sinérgicos (Johansen, 1991).

2.5.3 Concepto de sistema.

Chorley & Kennedy (1971) dan la siguiente definición : "Un sistema es una serie estructurada de objetos y/o atributos. Estos objetos y/o atributos constan de componentes o variables, es decir, fenómenos que son independientes como para asumir magnitudes variables, que presentan relaciones aparentes con otras y que operan en conjunto con un todo complejo, según algunos patrones observados".

Otra definición, agrega algunas características adicionales, señalando que un "sistema" es un grupo de partes y objetos que interactúan formando un todo, y que se encuentran bajo la influencia de fuerzas en alguna relación definida para alcanzar un conjunto de objetivos (Johansen, 1991).

2.5.4 Niveles de organización y jerarquía.

En la medida que desintegramos el sistema en subsistemas,

vamos pasando de una complejidad mayor a una menor. A la inversa, en la medida que integramos subsistemas en sistemas mayores, vamos ganando una mayor comprensión en el todo y las interrelaciones de sus partes. Además, a medida que desintegramos, vamos perdiendo la comprensión del todo o sistema original y de esta forma nos aproximamos al método reduccionista, que consiste en aislar las partes o subsistemas, mientras que la integración representa el enfoque de sistemas (Johansen, 1991).

Kenneth E. Building (1956), siguiendo esta idea de complejidad creciente ha formulado una escala jerárquica de sistemas, partiendo de los más simples a los más complejos:

- Primer nivel : Estructuras estáticas (ejemplo: el modelo de los electrones dentro del átomo).
- Segundo nivel : Sistemas dinámicos simples (ejemplo: el sistema solar).
- Tercer nivel : Sistemas cibernéticos o de control (ejemplo: el termostato).
- Cuarto nivel : Los sistemas abiertos (ejemplo: las células).

- Quinto nivel : Genético social (ejemplo: las plantas).
- Sexto nivel : Animal.
- Séptimo nivel : El Hombre.
- Octavo nivel : Las estructuras sociales (ejemplo: una empresa).
- Noveno nivel : Los sistemas trascendentes (ejemplo: lo absoluto).

La utilidad del concepto de nivel de integración, según Cooper (1969), es que la meta de un nivel de integración es manifestado en el nivel de arriba, mientras que sus mecanismos son derivados desde el nivel inferior próximo de integración.

El término "jerarquía" fue definido por Koestler (1968), citado por Etter (1989), como "un sistema organizacional multinivelado, estratificado y con patrón de ramificaciones, que se subdivide en subsistemas, las cuales se ramifican a su vez en subsistemas de orden inferior. Es decir un estructura que encapsula subestructuras; un proceso activado por subprocesos" (Figura 1).

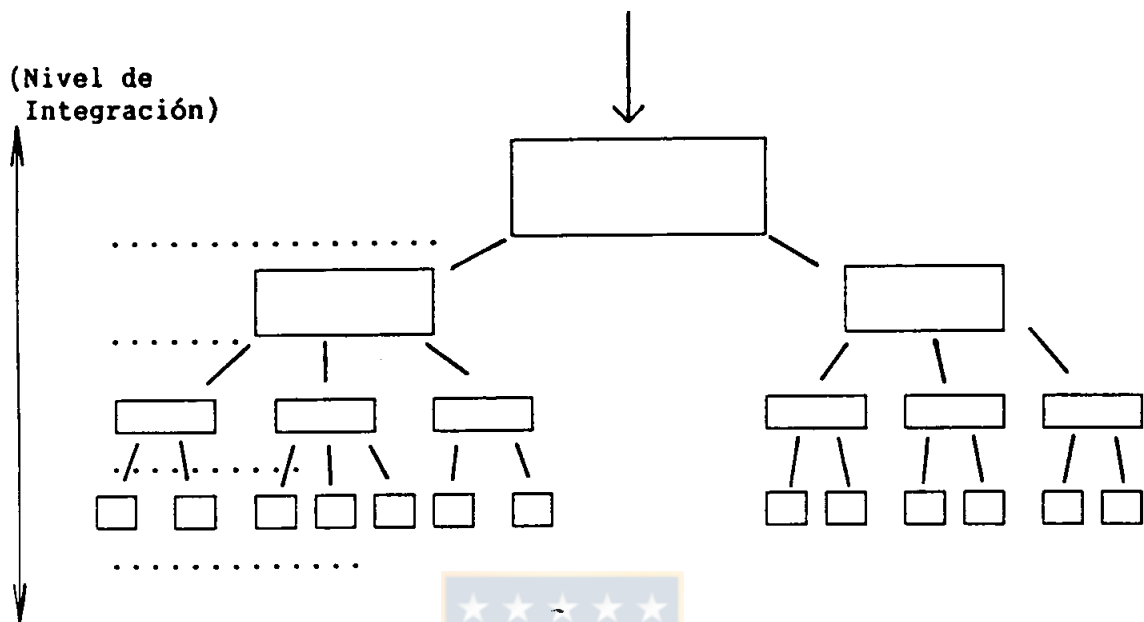


Figura 1: Esquema de una Estructura Jerárquica.

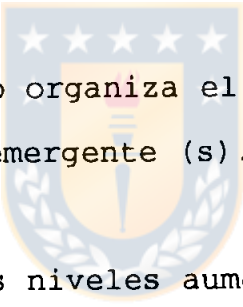
Fuente: Etter, (1989).

El mismo autor concluye que no existen en realidad ni todos ni partes en sentido absoluto, sino que, por el contrario, estructuras intermedias semiautónomas que componen niveles de complejidad creciente.

El axioma holístico, "la suma de las partes no es igual al todo", se fundamenta en el hecho que las características de las estructuras de un nivel de jerarquía determinado "emergen" tanto de los elementos constituyentes, como de las interrelaciones entre ellos, y no tan solo de los primeros separados en forma aislada. Esto implica que una estructura

determinada no es definida con el solo conocimiento de sus parte aisladas, sino que es fundamental conocer los procesos que las relacionan. De esto se desprende que lo fundamental es conocer cualitativa y cuantitativamente las relaciones entre los elementos que generan una estructura dada (Etter, 1989).

En este sentido cobra vigencia la ley de los niveles de integración de Fiebleman (1954), citado por Etter (1989), la cual desde el punto de vista ecosistémico se basa en las siguientes premisas:

- 
- Cada nivel jerárquico organiza el nivel inferior y genera una (s) cualidad (es) emergente (s).
 - La complejidad de los niveles aumenta hacia arriba (mayor generalización).
 - En cualquier nivel de organización un nivel superior depende del inmediatamente inferior.
 - En cualquier nivel jerárquico se cumple que su "mecanismo" (el ¿cómo?), está expresado en el nivel inferior, y su propósito (el ¿porqué?) en el superior.
 - No es posible reducir un nivel superior a sus componentes

del nivel inferior.

2.5.5 Tipos de sistemas.

Chorley & Kennedy (1971), reconocen tres tipos diferentes de sistemas: (1) sistemas aislados, los cuales tienen límites fijos de entrada y salida, tanto de masa como de energía, (2) sistemas cerrados, los cuales tienen fronteras que impiden la entrada y salida de masa, pero no de energía, y (3) los sistemas abiertos, los cuales tienen un intercambio tanto de masa como de energía con el medio que lo circunda.

Los sistemas pueden clasificarse según la manera en la cual toda la energía tiende a producir un ordenamiento claro, caracterizado por una ordenación jerárquica (p.e. clasificación de drenajes de una cuenca). También se pueden clasificar con base en su complejidad interna o estructural (González, 1991).

El sistema morfológico consiste, estrictamente, en el patrón de relaciones estructurales entre las partes constituyentes del sistema (Chorley & Kennedy, 1971).

2.5.6 Sistemas abiertos.

En el "sistema abierto", un cambio en una variable ocasiona

modificaciones en una segunda y ésta a su vez en la primera. La unión entre los componentes del sistema que causa el ajuste mutuo, se denomina retroalimentación y puede ser negativa o positiva. La retroalimentación es negativa, cuando la segunda variable ocasiona cambio en la primera y esta tiende a obtener su estado primitivo, produciendo una autorregulación y un estado dinámico estable. La retroalimentación positiva se presenta cuando el cambio de la segunda variable causa en la primera una modificación más apartada de la dirección del cambio inicial (Selby, 1985).

Vink (1982) plantea que los ecosistemas son sistemas abiertos, pero de un tipo especial debido a que ellos tienen formas (sistemas morfológicos), almacenamiento (sistemas de cascada) y retroalimentación. Los ecosistemas también son sistemas de control, es decir, sistemas del tipo causa-efecto los cuales tienen variables claves y a través de ellas la ciencia puede intervenir para producir cambios operacionales en la distribución de la masa y la energía.

La superficie de la tierra puede considerarse como un sistema abierto (Chorley, 1962). La energía proviene de la radiación solar, de la gravitación, de la inercia rotacional y del calor interior. La materia es suministrada por el diastrofismo, el volcanismo y el aporte mínimo y ocasional de meteoros. El sistema obtiene el gradiente inicial por el

diastrofismo y el flujo de energía es función de las variables climáticas de temperatura y precipitación. Los procesos denudativos erosionan las estructuras y los escombros son depositados en sitios más bajos. El cambio físico y químico de los detritos transportados ocurren en función del tiempo (González, 1991).

En el sistema abierto de la superficie de la tierra, la masa cambia continuamente y la energía se emplea constantemente, con lo cual se obtiene un estado estable , en el cual las formas no cambian (Hack, 1960). El relieve se vuelve cada vez más suave, pero nunca se elimina (Hack, 1975). En principio, el "geoide" se puede definir como el límite de un sistema abierto que puede controlar el movimiento del material rocoso ascendido por el diastrofismo y rebajado por el diastrofismo y la erosión (Bloon, 1978).

2.5.7 Entropía.

La "entropía" o "ley de la entropía", es un concepto que proviene de la física y es una conclusión a que se llega a partir de la segunda ley de la termodinámica. Según esta ley, los sistemas en general tienen la tendencia a alcanzar su estado más probable. En otras palabras, existe una tendencia natural de los cuerpos a pasar de distribuciones menos probables a otras más probables. Ahora bien, en el mundo de

la física, el estado más probable de esos sistemas es el caos, el desorden y la desorganización.

Una explicación en física, señala que los sistemas se caracterizan por una distribución particular de la energía. Estas "bolsas" de energía o ese desequilibrio en su distribución es lo que le confiere a ese cuerpo sus características particulares. La "entropía" tiende a eliminar estas diferencias, lo que produce evidentemente el desaparecimiento de las características propias del sistema. Se dice que el sistema alcanza una distribución simétrica (Weinberg, 1975).

Es interesante señalar, según estas ideas, que simetría y desorden son sinónimos. Simetría significa el desaparecimiento de las desigualdades o diferencias provocadas por la organización.

Cuando llevamos un cuerpo o una sustancia a cualquier otro estado, mediante pasos lentos y reversibles, aunque éste cambie a una naturaleza física o química diferente, la entropía aumenta en una cantidad que se calcula dividiendo cada pequeña porción de calor que debemos agregar en ese proceso, por la temperatura absoluta en la cual lo agregamos y sumando todas estas pequeñas contribuciones (Johansen, 1991).

De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, la entropía en un sistema aislado es siempre creciente.

2.5.8 Neguentropía y los sistemas abiertos.

"Neguentropía" o "entropía negativa" es en sí una medida del orden. De este modo, el mecanismo mediante el cual un sistema abierto, sea este un organismo vivo, una comunidad vegetal o cualquier forma de vida, se mantiene estacionario y a un nivel bastante alto de ordenamiento (es decir a un nivel bajo de "entropía"), realmente consiste en extraer continuamente orden u organización de su medio (Johansen, 1991).

El sistema abierto presenta características tales, como la interacción con su medio e importación de entropía negativa u orden, que está en condiciones de subsistir y aún de eliminar la ley de la entropía. Un organismo viviente continuamente incrementa su entropía, y por lo tanto, tiende a aproximarse al peligroso estado de entropía máxima, que significa la muerte. Sólo se puede mantener alejado de ella, es decir vivo, si continuamente está extrayendo de su medio entropía negativa a la forma de orden, organización, información, materia, y energía (Von Bertalanffy, 1963; Weinberg, 1975; Johansen, 1991).

Chorley & Kennedy (1971), señalan que los sistemas abiertos

intercambian energía con su medio, importándola como corriente de entrada, transformándola, mediante un proceso particular de transformación y luego exportando esa nueva energía. Johansen (1991), menciona que con el producto de esa exportación, el sistema está en condiciones de obtener nuevamente sus corrientes de entrada para llevar a cabo el proceso de transformación que lo caracteriza y lo diferencia del resto de los sistemas.

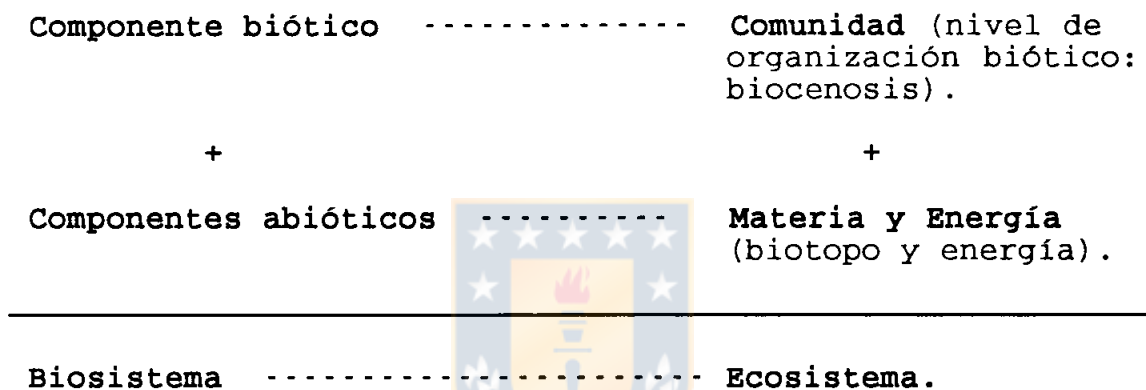
2.6 Conceptos Ecológicos.

2.6.1 Concepto de ecosistema.

Según Borman & Likens (1969), el "Ecosistema es una unidad básica de la naturaleza, la que incluye tanto organismos y su entorno o ambiente no vivo, cada uno de ellos interactuando con el otro e influenciándose sus propiedades, siendo ambos necesarios para la mantención y desarrollo de los sistemas". Encina et al., (1990), lo definen como un nivel de organización y un sistema relativamente autónomo. Sánchez & Guiza (1990), justifican esto manifestando que es un sistema abierto. También hacen mención al hecho de que el ser humano siempre ha interactuado con la naturaleza circundante, dentro del "ecosistema", para subsistir, crecer, multiplicarse, progresar, y crear cultura.

Odum (1971), define "ecosistema" como "una unidad funcional y estructural de tipo ecológico (con componentes bióticos y abióticos) aplicables a cualquier nivel de escala espacial desde micro a macro". Con esto explica que no tiene una dimensión espacial generalizable.

Siguiendo a Odum (1971), tendremos:



Tanley (1935), mencionado por De Abreu (1978), estableció la relación siguiente :

$$\text{ECOSISTEMA} = \text{BIOTOPO} + \text{BIOCENOSIS},$$

indicando que biotopo y biocenosis ejercen el uno sobre el otro una interacción perpetua señalada esencialmente por incesantes transferencias de energía, entre ellos y entre cada uno.

Según Parra (1988), un ecosistema puede ser visualizado como una serie o conjunto de componentes, tales como poblaciones de especies vegetales y animales, detritus, disponibilidad de nutrientes, minerales primarios y secundarios y gases atmosféricos unidos por cadenas tróficas, flujos de nutrientes y flujos de energía. En la siguiente Figura se puede apreciar un diagrama con las interrelaciones en un ecosistema.



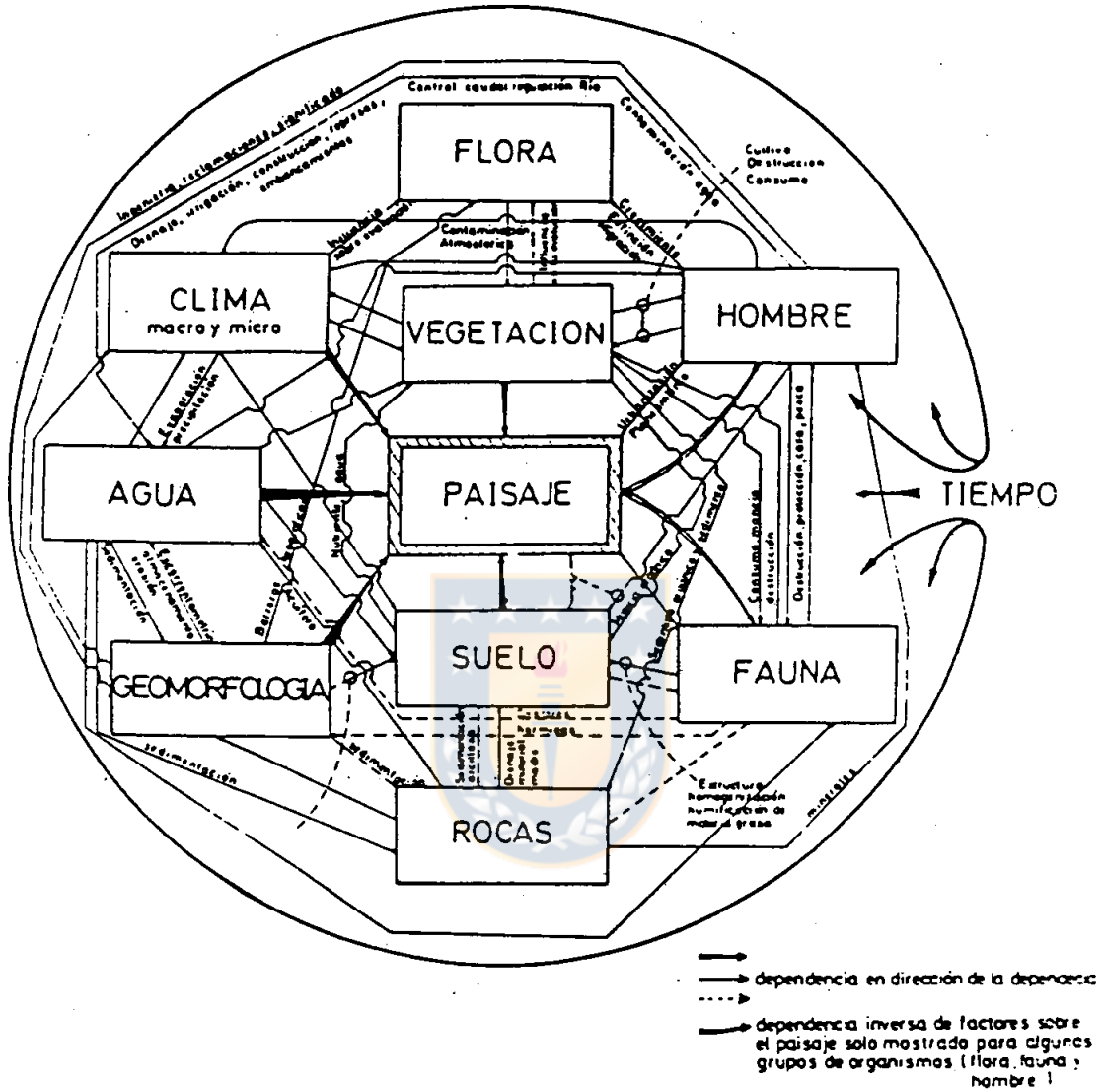


Figura 2 : Diagrama de las Interrelaciones de un Ecosistema.

Fuente : O. Parra (1988).

La inclusión, o, mejor aún, el contemplar en el concepto de

ecosistema la energía, tiene trascendencia en la temática de la "Economía del Desarrollo" y, por tanto, en la Planificación y Ordenación Territorial, ya que la optimización del uso de la energía, según conceptos ecológicos, debe incidir en decisiones sobre destinos de espacios rurales (Slocombe, 1993).

Asimismo, al analizar el concepto de ecosistema, se deduce una conclusión importante para la toma de decisiones del planificador : la alteración del medio da lugar a una modificación de aquél y, en consecuencia, de la biocenosis. Por otra parte, las actividades humanas pueden incidir en las comunidades en forma irreversible (Grizzle, 1994).

2.6.2 Cuenca Hidrográfica.

Una "Cuenca", "Hoya Hidrográfica" o "Area de Drenaje" "corresponde a un segmento específico de la superficie terrestre, delimitada de los sectores adyacentes por límites físicos más o menos bien definidos, también llamadas líneas divisorias de la cuenca, y ocupada en un espacio de tiempo por grupos vegetales y animales, incluyendo al hombre" (Parra, 1988).

Sánchez & Guiza (1990), destacan la responsabilidad que le corresponde a la administración pública velar por la

protección de las "Cuencas Hidrográficas" contra los elementos que la degraden o alteren, específicamente los que producen contaminación, sedimentación y salinización de los cursos de agua o de los suelos.

El término "Cuenca" implica entonces, no solo una zona de captación de agua, sino que incluye todos los recursos naturales que la conforman y los hombres que la utilizan o habitan (Encina et al., 1990), y por lo tanto una unidad funcional en el territorio.

En la Figura 3 se muestra una "cuenca" como un sistema integrado o máquina para transformar radiación solar, precipitaciones y otros factores ambientales, trabajo y capital en productos forestales, ganado, agrícolas, vida silvestre, satisfacciones estéticas, recreacionales y agua (Parra, 1988).

Una "cuenca" de tal naturaleza (cuenca de uso múltiple) es más que justamente un ecosistema discreto, es también un componente de un gran sistema económico y social.

Sistemas sociales y biológicos existen a varios niveles de integración. El sistema social y económico dentro del cual son hechas las decisiones de manejo de recurso, representan un alto nivel de integración, aún mayor que el de un sistema

finalmente definido. El último nivel es un nivel que envuelve las plantas, los animales, suelos, microorganismos, y las propiedades física y químicas de la "cuenca".

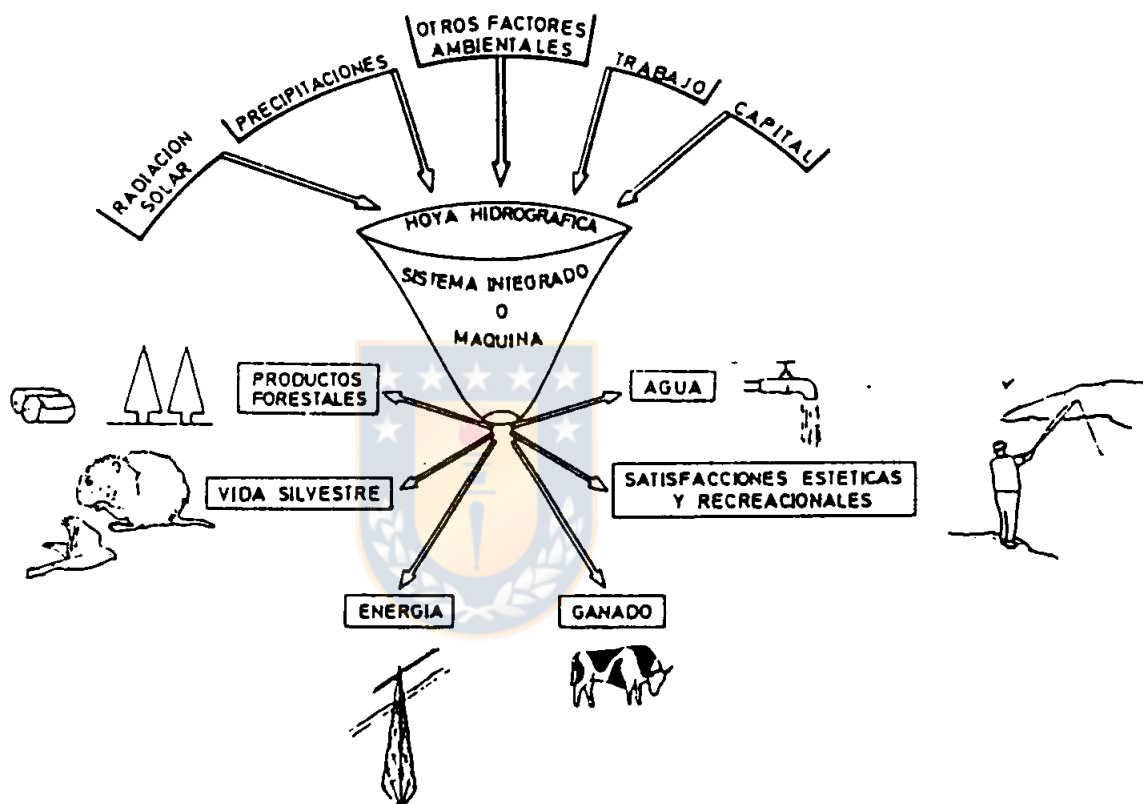


Figura 3 : Sistema Integrado de una Hoya Hidrográfica.

Fuente : O. Parra (1988).

El objetivo de un sistema de manejo de los recursos naturales de una "cuenca" es la generación de las máximas salidas

sostenibles de satisfacciones humanas en el tiempo, una meta que tiene significado sólo cuando es expresada al nivel de integración representado por el "sistema social humano".

El mecanismo de una "cuenca" manejada yace en el siguiente nivel inferior de integración, comprende entre otros el subsistema de manejo forestal, el subsistema de pastoreo, el subsistema agrícola, el subsistema de uso y desarrollo recreacional y el subsistema de manejo del recurso agua.

Estos subsistemas interactúan para producir la vegetación, los animales, las condiciones del suelo que, en parte, gobiernan la producción y calidad del agua, así como otros productos y servicios de la "hoya" o "cuenca".

Michaelson (1991) y Ginneken (1991) proponen que sean los habitantes de la "cuenca" quienes deben tomar parte principal en las actividades de la planificación y la ordenación de ésta, mientras que las entidades gubernamentales se repliegan a funciones de apoyo y asesoramiento. La clave está en que la población local siga aprovechando su tierra, su ganado y otros recursos naturales de forma que mejore su productividad, reduciendo al mínimo los efectos negativos sobre los recursos tierra y agua, tanto en la cuenca propiamente dicha como aguas abajo. Ningún esfuerzo logrará el resultado deseado a menos que cuente con la participación

de la población local.

Si bien algunos de los efectos ambientales del desarrollo de cuencas hidrográficas pueden ser evaluados monetariamente, por lo general se caracterizan por su naturaleza no monetaria, que no está sujeta a un mercado.

2.6.3 La ecología del paisaje.

La "Ecología" se ha definido como "una ciencia de síntesis que se dedica al estudio de los sistemas terrícolas, conformados por la interacción de los organismos vivientes con su entorno inanimado". El concepto fue utilizado originalmente por el zoólogo alemán Haeckel en 1866 (Etter, 1989).

La ecología es, teóricamente, el estudio del "hábitat", del "hábitat" de los seres vivos. A pesar de ello, se considera que la "ecología" es la ciencia de las relaciones de los seres vivos con su "medio ambiente"; los seres vivos están estrechamente integrados en su entorno, de modo que la "ecología" es la ciencia de los sistemas biológicos funcionales y complejos llamados "ecosistemas", comprendiendo también las relaciones entre los seres vivos (Duvigneaud, 1981).

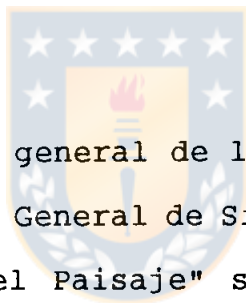
La organización de los seres vivos puede clasificarse según "niveles de organización", siguiendo a Odum (1971). Si se efectúa aquélla según un orden jerárquico, de menor a mayor, tendríamos los genes, células, órganos, organismos, poblaciones y comunidades, si consideramos sólo los niveles bióticos importantes. En cada nivel, la acción recíproca con el medio físico (materia y energía) produce "sistemas funcionales" característicos.

Los sistemas que contienen elementos vivos se denominan "sistemas biológicos" o "biosistemas". Estos pueden concebirse a cualquier nivel de jerarquía, o en cualquier posición intermedia, conveniente o práctica para el análisis (De Abreu, 1975).

Conviene aclarar que en "Ecología", "población" se configura como grupo de individuos de cualquier clase de "organismos", y que comunidad incluye todas las poblaciones que habitan un área determinada (comunidad biótica) (Odum, 1971). El vocablo europeo de "biocenosis" es equivalente, de modo general, al de comunidad biótica (De Abreu, 1975).

La "Ecología del Paisaje" (Landscape Ecology), es una escuela reciente del pensamiento ecológico que ha venido consolidándose a partir de los años cincuenta. Uno de los iniciadores de esta corriente fue el geógrafo alemán Troll

(1938), citado por Vink (1982), quien reconoce la necesidad de tener una visión integral de los ecosistemas, combinando perspectivas geográficas y biológicas, es decir "paisaje y ecología" respectivamente. Fue, sin embargo, A. Von Humboldt (1810), citado por Etter (1989) y por Vink (1982), el primero en utilizar el concepto de "paisaje" (Landschaft) en un contexto científico, sobre el carácter integral de un trecho de la tierra, de tal forma que pueda ser usado para propósitos prácticos de diseño de planificación y desarrollo, así como para la conservación de la naturaleza e incorporación de datos y principios ecológicos en todas sus aplicaciones.

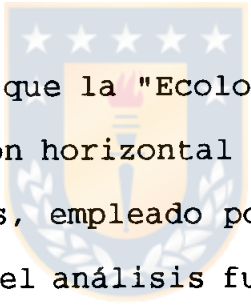


La base epistemológica general de la "Ecología del Paisaje" está dada por la Teoría General de Sistemas (Von Bertalanffy, 1968). La "Ecología del Paisaje" se basa en la concepción sistémica y holística de la realidad, en particular del "paisaje". Este marco teórico considera que la realidad está compuesta por unidades ordenadas en una estructura sistémica de jerarquías (Etter, 1989).

Troll (1966) partió de la premisa de que un paisaje es una entidad "holística", en el sentido de ser más que la suma de unos componentes interactuantes (clima, litología, suelo, vegetación, actividades humanas,...), debiéndose por lo tanto estudiarse como tal. Para lograr este objetivo comprendió la

conveniencia de complementar los enfoques de los geógrafos y el de los biólogos contemporáneos, de manera de poder formular una verdadera "Ecociencia".

Así, un "paisaje" puede definirse como "una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, consistente en un complejo de sistemas conformados por las actividades de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es una entidad reconocible y diferenciable de otras vecinas" (Zonneveld, 1979).



Etter (1989) considera que la "Ecología del Paisaje" permite combinar la aproximación horizontal del análisis espacial de los fenómenos naturales, empleado por los geógrafos, con la aproximación vertical del análisis funcional de los biólogos, introduciéndose de esta manera el concepto de "Ecotopo" (Troll, 1950, citado por Etter, 1989), como la mínima unidad de paisaje con funcionalidad ecológica.

El concepto de "paisaje" siguió desarrollándose, generando poco a poco un cuerpo teórico más coherente gracias al los aportes de Neef (1967), citado por Etter (1989) y Zonneveld (1979), para la creación de nuevos conceptos y metodologías.

El manejo de subespacios de tierra del "paisaje" como

ecosistemas, relacionando eventos o procesos dentro de ella con aquéllos de áreas adyacentes en una perspectiva biósferica, constituyendo el enfoque ecosistémico. Las bases conceptuales de él emergen de los trabajos de Odum (1971) y Caldwell (1973).

2.6.4 Estructura de los paisajes.

Etter (1989), explica que como cualquier sistema, un paisaje visto como un todo, tiene propiedades emergentes que no poseen sus partes. Por lo cual, no puede analizarse un "paisaje" únicamente como la suma de una serie de elementos de "paisaje" (bosques, cultivos, ríos, etc...) o bien de factores interactuantes (clima, litología, hidrología, cobertura vegetal, etc...). Es de importancia vital para el proceso de síntesis, definir cuál es el patrón de configuración de los elementos interactuantes.

Los patrones y sus configuraciones están íntimamente relacionados con el concepto de heterogeneidad espacial tanto a nivel macro como micro.

La heterogeneidad del "paisaje" varía no solo en función de la escala, sino también de los grados de heterogeneidad que pueden ser mayores o menores según el caso.

Los patrones de configuración dependen en primera instancia de procesos y factores naturales, y en una segunda de factores y procesos culturales. Estos últimos cada día más preponderantes hasta el punto de opacar aquellos de origen natural.

Las características estructurales de un "paisaje" están determinadas en un aspecto básico por tres propiedades generales (González y Bernáldez, 1986):

- La estructura vectorial.
- La estructura equipotencial.
- La estructura celular.

a. La propiedad vectorial: es aquella que está implícita en las asociaciones de relieve, que genera el concepto de catena o patrones repetitivos de asociaciones típicas de topografía, suelos, vegetación y uso de la tierra.

Es una propiedad directamente ligada al substrato y su génesis (litología, edad, hidrología y procesos geomorfológicos pasados).

b. La propiedad equipotencial: esta genera las características de zonalidad en los paisajes, que tienen su origen principalmente a nivel climático. La escala de acción

puede ser tanto en sentido latitudinal como altitudinal. Para el primer caso, es el resultado de los fenómenos de rotación y traslación de la tierra; para el segundo, el efecto de grandes contrastes de relieve por accidentes orográficos, así ligados a la historia tectónica (Forman & Godron, 1986).

c. La propiedad celular: esta es la que condiciona los patrones de discretividad espacial, que genera las propiedades de azonalidad. Deben diferenciarse aquí aquellas de tipo más permanente, generalmente de origen natural, de los de origen cultural.

Las primeras se refieren a discontinuidades del substrato debidas a intrusiones, deposiciones, etc... Las segundas se deben a perturbaciones climáticas o bióticas que crean discontinuidad en la cobertura.

Las propiedades anteriormente citadas son aquellas que actúan como eje de ordenamiento de los elementos (o unidades) de "paisaje". En general se ha visto que cualquier paisaje está constituido por tres tipos de elementos estructural-funcionales:

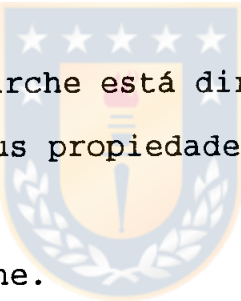
- Elementos tipo Parche.
- Elementos tipo Corredor.
- Elementos tipo Matriz.

2.6.4.1 Parches.

Se definen como "una superficie no lineal de tamaño variable que difiere fisionómicamente de sus alrededores, y que posee un grado de homogeneidad". Los parches varían de acuerdo a su tamaño, forma, tipo, heterogeneidad y a sus características de borde. Generalmente poseen características contrastantes en cuanto a fisionomía composición (Etter, 1989).

Las características y la dinámica evolutiva de un parche dependen básicamente de su origen o mecanismos causantes.

Un elemento del tipo parche está directamente afectado en su función según varíen sus propiedades relacionadas con:

- 
- Tamaño del parche.
 - Forma del parche.
 - Patrones de heterogeneidad.

2.6.4.2 Corredores.

Los corredores son un segundo tipo de elemento estructural de un paisaje, definidos como "una franja angosta y alargada, de forma y dirección variable que atraviesa una matriz y difiere de ella". Las propiedades generales de los corredores en un paisaje son de unir o bien separar elementos dentro de una

matriz geográfica. En general muestran condiciones fisionómicas y de composición bien diferenciadas de la matriz circundante. Pueden ser de origen natural o cultural, sin embargo tienden a ser más conspicuos en paisajes culturales. Los corredores naturales están directamente relacionados ya sea con redes de drenaje, con las vías de migración animal, o bien con condiciones particulares del sustrato, por diferencias litológicas o hidrológicas. Sus funciones ecosistémicas son variables pero están mayormente relacionadas de materia, especies y energía a través del paisaje (Forman & Gordon, 1986).

La forma como cumpla esta función depende de:

- Homogeneidad y regularidad del sector.
- Número de nodos y rupturas en el corredor.
- Tipo de red del que forma parte.

De acuerdo con las anteriores características un corredor juega el papel de:

- Barrera física, separando otros elementos.
- Conector, uniendo elementos entre sí.
- Aislador, separando un (os) elemento (s), creando islas biológicas.

2.6.4.3 Matriz.

De los tres elementos estructurales básicos que componen un paisaje, este último es el más extenso y el más interconectado, adquiriendo así un papel dominante en el funcionamiento de un paisaje.

Se define como "matriz de un paisaje", aquel tipo de paisaje que ocupa la mayor área relativa (Etter, 1989).

El papel y la extensión de la matriz dependen mucho del tipo particular de paisaje. En general, podemos encontrar desde paisajes donde domina claramente un elemento matricial con unos pocos parches y corredores diseminados, hasta aquellos compuestos casi enteramente por parches, formando un mosaico muy complejo. La mayoría de los paisajes sin embargo, se ubican hacia el medio de estos dos extremos (Forman & Gordon, 1986).

Los criterios necesarios a tener en cuenta para identificar la matriz de un paisaje, son los siguientes:

- Extensión del área relativa: la matriz debe ser el elemento más extenso.

- Grado de conectividad: la matriz es el elemento más

conectado.

- Control de la dinámica del paisaje: la matriz ejerce un grado de control mayor que cualquier otro elemento sobre la dinámica del paisaje.

Un concepto muy relacionado con la conectividad es el grado de "porosidad" de una matriz. La "porosidad" es "la medida de densidad de parches presentes en un tipo de paisaje" (Etter, 1989).

2.6.5 Temporalidad y cambio en el paisaje.

Cuando se habla de cambio en el paisaje, se refiere a la variación que sufre su estructura y composición en un lapso de tiempo determinado. Este está directamente relacionado con el cambio de estado de una o más de sus variables.

Un cambio se expresa como una curva de variación, la cual puede caracterizarse fundamentalmente por medio de tres parámetros (Forman & Godron, 1986):

- La tendencia general del cambio (incremento, decrecimiento o nivelación).
- La amplitud de oscilación alrededor de la tendencia

(grande o pequeña).

- El ritmo de oscilación (regular o irregular).

Los tres parámetros de variación producen conjuntamente un patrón de variación temporal. Este patrón de variación puede ser descrito por uno o más de los factores formadores del paisaje (climáticos, litológicos, geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos, bióticos o culturales); sin embargo, siempre tiene su expresión en la estructura y composición global del paisaje o ecosistema, a través de sus características fenosistémicas integradoras, relativas a la cobertura y la geoforma (Forman y Godron, 1986).

Siendo el paisaje un sistema dinámico, el concepto de estabilidad o equilibrio debe manejarse dentro de esta concepción. De esta forma solo puede hablarse de equilibrio dinámico, es decir un estado de oscilación alrededor de un punto o trayectoria de equilibrio. Un factor de inestabilidad es aquel que ocasiona que el sistema cambie su régimen de oscilación alrededor del punto de equilibrio. Cuando el sistema entra en un período de inestabilidad el cambio en el régimen de fluctuación cambia o se vuelve impredecible (Etter, 1989).

Se pueden diferenciar básicamente dos tipos de cambio en

función de su repercusión sobre el sistema:

- Cambios cíclicos.
- Cambios unidireccionales.

Y éstos, a su vez, se deben diferenciar según la escala de tiempo de los ciclos de duración corta , mediana o larga. Así un cambio largo cíclico largo puede estar compuesto por varios cambios o sucesiones unidireccionales.

2.7 Levantamientos Integrados.

2.7.1 Historia y desarrollo.

Este enfoque de análisis integrado del paisaje comenzó a ser aplicado en el CSIRO de Australia en 1958 con la introducción del "Land System Approach" de Christian & Stewart (1968). Estos fueron continuados por la División Geotécnica (Grant et al., 1981). Hill (1979), comienza a desarrollar trabajos muy similares en el Centro de Desarrollo de Recursos Terrestres (LRDC) del Ministerio para el Desarrollo de Ultramar en Londres.

Desde 1965 en adelante comienzan a desarrollarse metodologías para los levantamientos integrados, en particular en el

Instituto para Levantamientos Aéreos y Ciencias del Suelo de Holanda (ITC). También en Alemania, Buchwald (1968) y en el ITC de Holanda, Zonneveld (1972) elaboran esquemas metodológicos que se han aplicado en numerosos estudios integrados. Este último autor, considera que el paisaje ecológico proporciona conocimientos teóricos, así como lineamientos para una aproximación práctica en estos levantamientos.

2.7.2 Concepto de levantamiento integrado.

Vink (1966), definió los "levantamientos integrados" como "la preparación coordinada, la ejecución y la evaluación de los levantamientos topográficos, estudios de los recursos naturales y recursos humanos de tal manera que se obtenga una imagen amplia del hombre en el ambiente natural, en la forma de series de mapas e informes".

Mohrmann (1976) con un interés más evidente por los participantes en el proceso de estudio, considera un "levantamiento integrado" como : "Un estudio de caracteres amplios, que involucren una cantidad de disciplinas científicas, las que en conjunto conformen una unidad científica mayor. Cada una de las disciplinas participantes, debe aceptar una posición subordinada dentro del todo, pero sin perder su individualidad y caracteres propios".

Schulze (1973), miró más allá de la simple idea de recolectar información; desde su punto de vista, los estudios incluyen todas las actividades relacionadas a la recolección, análisis e interpretación de la información necesaria para la formulación de programas de acción.

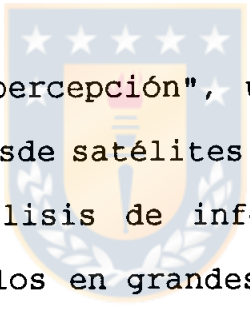
Lunning (1985), plantea la necesidad de integrar los procesos en los levantamientos para ayudar en la comunicación y cooperación entre las partes en el proceso de desarrollo, para enlazar estudios de desarrollo social y económico, para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos disponibles y asegurar que todas las partes en el proceso están trabajando para los mismos fines del proyecto. Es este enfoque, el que justifica la realización de levantamientos integrados en la búsqueda de un mejor desarrollo y logro de la sostenibilidad en el medio ambiente.

La aplicabilidad de realizar manejo integrado, según Christie et al., (1986), en países en desarrollo es precaria. Como el concepto ecosistémico está basado sustancialmente en que considera al hombre como parte de la naturaleza, difiere de otros procedimientos para el manejo ambiental, ahora en uso en los países tecnológicamente más avanzados, en que es más holístico que fragmentario, más preventivo que reactivo y más ecológico que tecnológico en sus orígenes. En todos estos caracteres puede ser más fácil y más útil su aplicación o

implementación en países en desarrollo, y eventualmente sobrepasar a países más avanzados tecnológicamente (Parra, 1988).

2.7.3 Integración técnica.

Dos tecnologías complementarias de la información, la "Telepercepción" o "Percepción Remota" y los "Sistemas de Información Geográfica" (SIG), están ganando rápidamente terreno como herramientas de apoyo a las decisiones ambientales.



Los sistemas de "telepercepción", usados para observar la superficie terrestre desde satélites y aviones, hacen posible la recolección y análisis de información sobre recursos naturales y uso de suelos en grandes áreas. Los SIG, por su parte, permiten a los gestores medioambientales procesar grandes cantidades de datos geográficamente referenciados de múltiples fuentes. Estos datos pueden ser integrados para confección de mapas, controlar los cambios de los recursos y diseñar a través de modelos adecuados los impactos de las decisiones de gestión (CIPMA, 1992).

Estas herramientas ya están prestando gran utilidad en todo el mundo, incluyendo Chile, en áreas como gestión de cuencas, agricultura, silvicultura, conservación, desarrollo de

recursos minerales, y gestión de catástrofes naturales.

Las ventajas que proveen la "telepercepción" y los "SIG" son enormes si se los contrasta con las técnicas de terreno para la recolección de datos y la técnicas manuales para sintetizar la información. Estas, además de ser costosas, no pueden seguir el mismo ritmo de los constantes cambios en los recursos naturales o usos del suelo, pueden consumir mucho tiempo o ser imprecisas y hacer muy difícil o imposible el análisis de grandes volúmenes de información. Las nuevas tecnologías minimizan todos estos problemas (CIPMA, 1992).

Muchos levantamientos terrestres han sido hechos sobre la integración técnica del procesamiento de imágenes y los Sistemas de Información Geográfico. Los tópicos van desde un énfasis inicial en la conversión vectorial a la exploración actual de la integración de datos (Bolstad & Lillesand, 1992; Zhou, 1990), acceso de datos (Ehlers et al., 1991), equipamiento (Faust et al., 1991), estándares, educación/entrenamiento, aspectos institucionales (Lauer et al., 1991) y propagación del error (Lunetta et al., 1991).

Técnica y conceptualmente, la unión de la información obtenida de la "percepción remota" o "telepercepción" con los "Sistemas de Información Geográficos" (SIG) y últimamente con los modelos de procesos y transporte ambiental, permanecen

como el mayor desafío para el avance del SIG (Price & Hodgson, 1993; Ehlers et al., 1989). La mayoría de la literatura actual se concentra en las aplicaciones que incorporan directamente información de "percepción remota". El manejo forestal, por ejemplo, se beneficia de los inventarios medidos y clasificados directamente en fotografías aéreas o imágenes satélites (Dobson, 1993). Así mismo, la extracción de características cartográficas, mapeo topográfico, extracción automatizada de modelos de elevación digital (DEM), y mapeo planimétrico (Ehlers, 1991) derivan en productos evaluables sólo en una generación o se remueven de una generación de las imágenes fuente (Case, 1992).

2.7.3.1 Telepercepción.

Por definición, la "telepercepción", "teledetección" o "percepción remota", abarca todas las técnicas necesarias para obtener información acerca de un objeto sin entrar en contacto físico con él. En la práctica, se refiere fundamentalmente a las tecnologías relacionadas con la cartografía y vigilancia de las características y los recursos de la tierra a partir de datos recopilados desde avión (sistema aéreo) o satélite (sistema espacial) (Malingreau, 1993).

En gran medida, la "telepercepción" depende de la medición de

ondas electromagnéticas emitidas y/o reflejadas desde objetos sobre la superficie terrestre. Todos los objetos reflejan o emiten radiación electromagnética; gracias a sus características y a su comportamiento específico con respecto a longitudes de onda diferentes dentro de los espectros visible e invisible, todos los objetos tienen su propia "huella digital" o "firma espectral" y pueden ser reconocidos en los datos obtenidos por medio de sensores remotos (CIAF, 1981).

Los "sensores remotos" son los instrumentos físicos que permiten la teledetección y pueden montarse en una amplia variedad de plataformas aéreas o espaciales que funcionan a diferente altitud y durante diferentes períodos de tiempo. Los datos proporcionados por satélites de "telepercepción" se utilizan de manera creciente para cartografiar y vigilar los recursos terrestres, especialmente sobre áreas extensas. De acuerdo con su resolución espacial Malingreau (1993), clasifica los sistemas de satélites en satélites medioambientales (Meteosat, GOES, NOAA); satélites de media resolución (Landsat MSS, IRS1, JERS1); y satélites de alta resolución (Landsat TM, SPOT, ERS-1, MAK6-M).

Los satélites medioambientales son más adecuados para la vigilancia, con una frecuencia diaria o semanal, de áreas relativamente extensas, tales como continentes, subregiones

o países. Se utilizan generalmente en meteorología y oceanografía; recientemente han comenzado a utilizarse también para vigilar las condiciones de la vegetación de pastizales o áreas forestales extensas, a escalas que van desde 1:10.000.000 hasta 1:2.000.000. Los satélites de media resolución están representados principalmente por el Landsat con su barredor multiespectral (MSS), que funciona desde 1972; proporcionan imágenes de pequeña y mediana escala, de 1:1.000.000 a 1:200.000, para el estudio del uso de las tierras, siendo especialmente utilizados en actividades forestales. Los satélites de alta resolución son más recientes y se están utilizando desde mediados de 1980. Permiten cartografiar a escalas de hasta 1:25.000 (como en el caso de SPOT) (CIAF, 1981; Malingreau, 1993).

Las ondas electromagnéticas que se reciben a través de los sensores del satélite producen señales eléctricas que se transforman y elaboran posteriormente en productos de aplicación práctica (por ejemplo, fotografías, cintas o discos de computadoras con imágenes digitales). Con la ayuda de instrumentos apropiados, tales como elaboradores analógicos y digitales, y el ojo humano, se pueden analizar estos productos para mejorar la comprensión del tipo de recurso presentes en la tierra, así como de sus cambios y variaciones (tanto espaciales como temporales) cualitativos y cuantitativos (Ehlers, 1991; Case, 1992 y Dobson, 1993).

2.7.3.2 Sistemas de Información Geográficos.

Existe una amplia variedad de definiciones; Marble (1984), simplemente se refiere a un "Sistema de Información Geográfico" (SIG), "como un sistema de manejo de datos espaciales" (Mearden y Kapetsky, 1992). Cowen (1988), dice que "SIG es un sistema de información que maneja datos geográficos o espacialmente referenciados".

Burrough (1987), define SIG "como un poderoso "set" de herramientas para la recolección, almacenaje, recuperación a voluntad, transformación y despliegue de datos espaciales desde el mundo real". Berry (1986); citado por Meaden y Kapetsky (1992), provee una visión diferente señalando que un SIG es un "... sistema de información espacial internamente referenciado y automatizado".

Parker (1988), señala que un SIG es "una tecnología de información que almacena, analiza y despliega tanto datos espaciales como no espaciales".

Guptill (1989) lo define como "... un sistema de software y hardware computacionales diseñados para permitir al usuario, recolectar, manejar y analizar grandes volúmenes de datos espaciales referenciados y sus atributos asociados".

Finalmente Chuvieco (1989), manifiesta que "los Sistemas de Información Geográficos pueden definirse como bases informatizadas de datos con algún tipo de componente espacial". Esto significa que la información en ellos almacenada esta referenciada geográficamente, ya se trate de mapas, estadísticas, datos climáticos o algoritmos matemáticos para la simulación de fenómenos sobre un territorio definido.

La función de un Sistema de Información Geográfico puede ser definida como un procedimiento algorítmico abstracto o conjunto de estos, que permiten seleccionar, procesar y actualizar el contenido de la base de datos. Cada función de un S.I.G. debe ser formulada en los términos más generales posibles, independientemente de su implementación concreta en un determinado sistema, de tal manera que pueda ser evaluado y mejorado desde un punto de vista analítico (González, 1988).

La característica esencial de un SIG para contribuir al manejo de los recursos naturales, es su capacidad para simular futuros modelos de utilización de los recursos (Van de Putte, 1988).

2.8 Metodología para Levantamiento Integrado.

El enfoque de una metodología integradora se basa en un esquema de globalización a priori, lo cual quiere decir que se parte desde una visión holística para realizar análisis correlativos a lo largo de todo el proceso. La integración no puede ser solamente la meta o resultado esperado, puesto que el objeto de estudio está y se expresa como entidad integral. Esto no quiere decir, sin embargo, que en un momento dado se requiera del análisis profundo y especializado de ciertos aspectos o procesos del paisaje. Pero la utilidad de éste análisis especializado solo puede ser eficiente y efectivo para su aplicación global en el problema, en la medida que se parta de una concepción integral (Etter, 1989).

El enfoque sistémico tiene implicaciones epistemológicas que le imprimen unas características y premisas, en las que se basa la metodología propuesta:

1.- La aproximación al problema debe ser de tipo global, lo que implica que el análisis debe proceder con un marco de lo general hacia lo particular.

2.- Debe darse un balance entre la deducción y la inducción durante el análisis/síntesis, con algún énfasis en el análisis deductivo ya que éste actúa como hilo conductor.

3.- Los patrones de paisaje son la expresión integrada de los componentes y procesos del paisaje.

4.- El análisis de los patrones como propiedades emergentes del sistema, a través del uso de la teoría de los indicadores ecológicos. Este análisis es factible tanto a niveles macro como micro.

5.- Utilización de métodos de generalización basados en la estructura jerárquica de la realidad, haciendo uso de:

- correlación de factores.
- acción diferencial de factores.
- asociación de patrones.
- repetitividad de patrones.

Una de las técnicas que ha permitido el desarrollo de este esquema metodológica en forma sustancial, ha sido la fotointerpretación, y en general las imágenes de los sensores remotos y sus aplicaciones (Van Gils et al., 1988).

2.8.1 Nivel de análisis.

El nivel de profundidad o detalle de análisis de cualquier problema, depende en primera medida de los objetivos planteados y de los alcances esperados para un estudio en

cuestión. Dependiendo del tiempo y de la información disponibles, puede existir la necesidad de replantear un proyecto para ajustar sus objetivos, o bien el tiempo requerido (Ramos y Weddle, 1975).

Para la selección de la escala de un levantamiento en particular debe tenerse en cuenta:

- La cantidad de detalle requerido contra los costos en tiempo e insumos para el estudio.
- La complejidad del uso de la tierra bajo estudio.
- Epoca de toma de las fotografías o imágenes satelitales.

En general se dice que las imágenes y escalas pueden ser seleccionadas de manera que permitan una identificación consistente y correcta de las categorías de uso y cobertura, al nivel de detalle y grado de exactitud requerido para realizar las metas del levantamiento (Van Gils et al., 1988).

Es necesario en primer lugar construir un esquema conceptual para definir los factores que van a ser observados y descritos, así como para establecer el nivel adecuado para cada uno de ellos. Los distintos aspectos de la información

han de ser comparables entre sí de alguna u otra manera.

El nivel de percepción en el sentido dado en la planificación territorial, no está asociado a la escala de trabajo. El objetivo es conseguir un mapa temático a una escala determinada, pero el nivel puede ser cualquiera. El nivel de percepción es el que decide si se va a diferenciar especies, géneros o simplemente formaciones. Es decir nivel de percepción y nivel de detalle pueden ser tomados en la misma acepción (Ramos y Weddle, 1976).

Ocurre a menudo, sin embargo, que al elegir una escala de trabajo se determina implícitamente el nivel de percepción que se utilizará durante la obtención de información.

El nivel de análisis que se elija está directamente relacionado con el nivel de precisión que se quiere lograr, la escala de trabajo y por lo general con el tamaño del área de estudio.

En la Tabla 1, de la siguiente página, se presentan los niveles de análisis aceptados por la mayoría de las escuelas internacionales y nacionales dedicadas al estudio del territorio (Zonneveld, 1979; CIAF, 1981; Van Gils et al., 1988 y Etter, 1989).

Tabla 1 : NIVEL DE ANALISIS DE ESCALA.

Nivel de Análisis	Rango de Escala	Promedio
Exploratorio	< 1 : 500.000	(1:500.000)
Reconocimiento	1:75.000 - 1:500.000	(1:100.000)
Semi-detallado	1:25.000 - 1:75.000	(1:50.000)
Detallado	> 1 : 25.000	(1:10.000)

Fuente: Van Gils et al., (1988).

2.8.1.1 Levantamiento exploratorio.

Se utilizan principalmente imágenes de satélite (Landsat, Spot, etc...), radar y de fotografías aéreas de áreas representativas. El área mapeada generalmente es mayor que 100.000 km² (CIAF,1981).

Se busca estratificar un área grande para planear estudios más detallados, delimitación de zonas agroecológicas y unidades de paisaje generales que representan áreas con características similares de clima, topografía, geomorfología, suelos, vegetación y tipos generales de uso de la tierra (Etter, 1989; Van Gils et al., 1988).

2.8.1.2 Levantamientos de reconocimiento.

Se utilizan imágenes satelitales para obtener una visión de conjunto, delimitación de unidades generales de paisaje, así

como también para analizar aspectos de cambio temporal. Se hace uso intensivo de fotografías aéreas (entre escalas: 1:30.000 - 1:60.000), y actualmente imágenes Spot. El área del mapa representa una superficie menor a los 100.000 km² (CIAF, 1981).

Este nivel de análisis tiene aplicaciones a nivel regional del uso de la tierra, evaluación de la tierra semi-cualitativa, estudios en cuencas hidrográficas o planes de manejo de áreas especiales, como parques y cuencas (Etter, 1989).

2.8.1.3 Levantamiento semidetallado.

El área mapeada es generalmente menor que los 10.000 km², las imágenes satélites son utilizadas para delinear las principales unidades de tierra y aspectos temporales. Las fotografías aéreas son utilizadas para planes regionales de uso y manejo (Van Gils et al., 1988).

Este tipo de levantamiento permite determinar asociaciones vegetales y tipos de bosques, permite también, hacer evaluaciones económica de la tierra y establecer prioridades de utilización (CIAF, 1981).

2.8.1.4 Levantamiento detallado.

El área de mapeo es normalmente menor a los 1.000 km², se utilizan únicamente fotografías aéreas a gran escala (1:2.000 - 1:10.000) y como marco de referencia imágenes Spot y TM ampliadas (1:50.000).

Su aplicación es para la implementación local de planes de uso de la tierra y para el manejo de áreas especiales pequeñas. También se utiliza para la evaluación de tierras a nivel predial.

2.8.2 Escala de las fotografías versus escala del mapa.

Generalmente se recomienda utilizar fotografía aéreas a escalas mayores que la escala del mapa final (ejemplo 2:1).

Las ventajas, según Van Gils et al. (1988), son:

- Se puede reconocer mayor detalle en la fotoimagen para la identificación de uso y cobertura.
- La orientación en terreno puede ser más fácil con fotografías de escala grande.
- La exactitud de los límites para la reducción de la escala

final.

Desventajas:

- Altos costos de la fotografía y mayor número de fotografías para elaborar fotointerpretación.

- Existe la necesidad de generalizar en el mapa. Las unidades que llegan a ser demasiado pequeñas en la reducción de la escala del mapa, podrían estar compuestas de unidades complejas requiriendo categorías también complejas en la leyenda final.

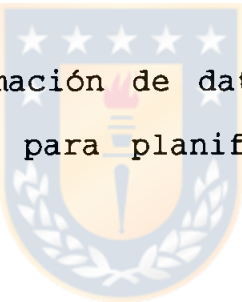
- El mayor número de fotografías hace más difícil obtener una visión de conjunto de toda el área (a menos que la fotografía sea utilizada en unión de un fotomosaico de escala pequeña o imágenes de satélites).

- Reducción de la interpretación a la escala del mapa con algún instrumento (pantógrafo, sistema de información geográfico, etc...), o reducción fotográfica sería necesario. Si dobláramos la fotoescala, significa cuadruplicar el número de fotografías a fotointerpretar y manejar en terreno.

2.8.3 Planteamiento de los objetivos y alcances requeridos.

Aunque suelen ser muy generales en su definición inicial, conviene, no obstante, no perderlos nunca de vista a lo largo de la preparación del inventario y tenerlos siempre presente durante la recogida de información (Hills, 1970).

Si se conoce poco acerca del área de estudio, los objetivos deben ser completamente generales y el levantamiento será de propósito múltiple. Van Gils et al. (1988), plantea que los principales objetivos pueden ser:

- 
- Inventario de información de datos del medio ambiente, especialmente definido para planificación a nivel local, regional o nacional.
 - Identificación de los problemas, impedimentos o factores limitantes, los cuales están influyendo en el uso futuro del suelo.
 - Entendimiento de las relaciones ecológicas y de uso humano en el área. Únicamente si los procesos y relaciones son bien entendidos, se pueden predecir los efectos en el agro-ecosistema.
 - Recomendaciones para la eliminación de las restricciones

medioambientales para el uso propio de la tierra.

- Suministrar la base de datos para una evaluación sistemática, sectorial y del planeamiento regional.

Los objetivos del levantamiento pueden ser arreglados en un sistema jerárquico de los menos importantes a los más importantes.

2.8.4 Delimitación del área de estudio.

Se debe realizar un delineamiento total del área en estudio sobre una base cartográfica confiable. La definición de los límites debe ser clara y fácilmente identificable, tanto en terreno como sobre la cartografía utilizada (Ramos y Weddle, 1975).

Para el delineamiento de los límites del área en estudio se pueden utilizar los elementos geográficos o de tipos de cobertura terrestre del paisaje, como son: líneas divisorias de aguas, cursos de agua, tipos de suelo, tipos de cobertura vegetal o estructuras funcionales del paisaje fácilmente identificables, como corredores. Según Parra (1991), se debe priorizar una delimitación siguiendo el criterio de funcionalidad, definiendo así a la Cuenca Hidrográfica como unidad funcional básica del paisaje.

2.8.5 Recopilación y análisis de información.

La recopilación y revisión de la información existente, es una labor a veces difícil, por el grado de disgregación con que la información suele presentarse, pero es importante por que permite constatar las lagunas que existen al respecto y orientar la recogida de información más intensamente hacia aquellos aspectos menos conocidos.

La planificación territorial es exigente en cuanto se refiere a la recogida de información. Por tanto es necesario que los datos que se obtengan en las fases de prospección e inventario sean representativos de la realidad físico-biológicas del territorio y respondan además a los objetivos que el estudio pretende (Ramos y Weddle, 1975).

La información recogida en exceso o de forma que no sea posible manejarla, después encarece y dificulta los trabajos posteriores. En este mismo sentido es conveniente que las personas encargadas de realizar los inventarios tengan un conocimiento apropiado del conjunto del proceso y de las distintas fases de que consta el estudio, ya que la recogida de información debe ser orientada desde el principio, (Van Gils et al., 1988).

La homogeneidad de un territorio no es un término absoluto y

ha de estar referido a la finalidad del estudio, (Vink, 1982).

En términos generales se consideran las siguientes fuentes de información (Etter, 1989):

1.- Información de origen secundario, que se refiere a aquella preexistente y factible de utilizar:

- cartografía básica.
- cartografía temática (clima, geología, suelos, población, ...)
- registros climáticos e hidrológicos.
- información bibliográfica específica y general.
- información histórica:
 - a. Ocupación humana.
 - b. Evolución geológica y paleográfica.

2.- Información de origen primario, que la constituye aquella obtenida recientemente o específicamente para el estudio:

- interpretación de imágenes de sensores remotos:
 - a. Fotografías aéreas.
 - b. Imágenes satélite.
 - c. Imágenes radar.

- información actualizada de campo:
 - a. Cobertura y uso.
 - b. Procesos de degradación.
 - c. Población e infraestructura.

2.8.6 Preparación de los inventarios.

Lo primero es delimitar el territorio sujeto a estudio, según el criterio de funcionalidad de una Cuenca hidrográfica y realizar el proceso de zonificación mediante un modelo de causalidad.

Lo más apropiado es la unidad funcional, porque en ella interactúan en un territorio fácilmente delimitado y a varios niveles de integración los sistemas físicos, biológicos, sociales y económicos, permitiendo la producción de bienes y servicios para las generaciones actuales y futuras (Ramos y Waddle, 1975; Gómez, 1978; Parra, 1991 y Slocombe, 1993).

2.8.6.1 Modelo de Causalidad

La herramienta más utilizada en planificación física es el diseño de modelos de clasificación según el concepto de causalidad. Gómez (1978), explica que este concepto representa un proceso secuencial en el cual se divide al territorio en base a factores que engloban conceptos amplios para subdividirlo sucesivamente según conceptos más restringidos o que operan a mayor escala. La interacción jerárquica de los factores formadores del paisaje y de las propiedades emergentes de los mismos determinan los diferentes tipos de cobertura espacial del territorio (Etter,1989).

En éste contexto, Ramos y Weddle (1975), definen un modelo como una representación a distintas escalas de la realidad, en un momento determinado. Definición amplia en la que se incluyen una multitud de tipos, cuyo diseño obedece a la índole del problema, el enfoque adoptado y las técnicas necesarias y a las técnicas para manejarlo.

La diversidad de escalas, de ámbitos y grado de detalle obligan a una importante tarea de homogeneización.

Los modelos que representan las relaciones espaciales y que han de emplearse en forma práctica, han de tener como

objetivos el ser sencillos y manejables (Gómez, 1978).

El conjunto de factores y variables que intervienen en la definición del medio físico , se agrupan en una primera clasificación atendiendo a tres grandes categorías:

a. Atmósfera.- Se incluyen dentro de este aparato las variables del clima, uno de los macrofactores que intervienen y condicionan el medio: régimen de precipitaciones y temperatura, vientos, insolación, evapotranspiración, fotoperiodicidad.

Los factores climáticos condicionan decisivamente la evolución de los ecosistemas en los aspectos físicos y en los biológicos, así como en la forma de utilización antrópica de los mismos. Gómez (1978), expone que tradicionalmente, y en muchas ocasiones en forma intuitiva, el clima ha determinado la localización de los usos y también las técnicas de aprovechamiento de los recursos.

b. Geósfera.- Comprende en general tres tipos de variables:

1.- Variables fisiográficas. Se incluyen aquí todas las variables que se refieren a las formas del terreno y a la localización geográfica; es decir, las que afectan el aspecto exterior del territorio. A este tipo pertenece la topografía,

la pendiente, y la propia localización geográfica en cuanto a la distribución de grandes cadenas montañosas, altitud, latitud, etc..

2.- Variables geoedáficas. Factores que conciernen al substrato físico de la biósfera: geología, naturaleza litológica, formas superficiales del suelo y características edáficas. Según Ramos y Weddle (1975), son las variables geomorfológicas las que intervienen de forma preponderante y las que se utilizan en las metodologías de modelos integrales para clasificar el territorio en grandes unidades homogéneas. Chriristian & Stewart (1968), han desarrollado y llevado a la práctica metodologías cuyo criterio básico es el geomorfológico.

3.- Variables hidrológicas. Los cursos de agua, permanentes o no, fuentes y manantiales, embalses y tierras húmedas son los elementos externos de carácter hidrológico. Su importancia es excepcional como recursos a utilizar racionalmente y porque de su existencia dependen no solo la población, sino multitud de especies faunísticas y florísticas (Ramos y Weddle, 1975; Gómez, 1978).

c. Biósfera.- Conjunto de variables bióticas del medio que completa y resume los resultados de la acción conjunta de las citadas anteriormente.

1.- La vegetación, es otra macrocaracterística empleada profusamente por los planificadores, es la variable biótica que sintetiza de forma más completa la actuación de todos los demás factores, y quizá la variable decisiva para tratar de obtener zonas homogéneas en territorios no excesivamente extensos. Es en definitiva una medida integrada y perceptible del conjunto del territorio, (Ramos y Weddle, 1975).

Gómez (1978), explica que la vegetación es uno de los indicadores más importantes de las condiciones ambientales del territorio, porque la vegetación es el resultado de la interacción de entre los demás componentes del medio; porque es el productor primario del que dependen directa o indirectamente los demás organismos, contiene por ello gran información sobre el conjunto; porque su dependencia directa del medio proporciona una visión integrada del conjunto de factores que intervienen en la organización de la vida; porque su estabilidad en el espacio permite identificar unidades cuya fisonomía y composición florística se relacionan con unas condiciones ecológicas homogéneas, y, finalmente, porque es un factor perceptual de primer orden, que puede caracterizar por sí solo un paisaje.

Por otro lado, su permanencia, al menos a corto o mediano plazo y su carácter integrador evitan los problemas de limitación de la toma de datos a épocas determinadas.

2.- Fauna. Los elementos que la constituyen, presentan la característica de su movilidad y por tanto la falta de permanencia en el espacio e incluso en el tiempo, por tanto se puede prescindir del empleo de fotografías aéreas, salvo para determinar biótopos más o menos característicos que presuponen la existencia de ciertas especies.

3.- La actuación humana. Desarrollada en el medio a lo largo de cientos de años, se considera como factor incluido en este grupo de variables; la flora y fauna están condicionadas en forma decisiva por la actuación humana, de manera que la fisonomía del paisaje, que no habría evolucionado por motivos climáticos o geológicos, se ha visto modificada por la intervención del hombre.

d. Otros factores.- Algunos otros caracteres del medio menos definidos, como la sensibilidad al fuego o a la erosión, o menos estudiados como los valores estético del paisaje, requieren otro tipo de prospección.

2.8.6.2 Caracteres y cualidades de los datos

Los datos van a ser los elementos de juicio con que va a contar el grupo de trabajo para tomar decisiones y elegir entre las posibles alternativas; por tanto han de ser en primer lugar fiables, y, en consecuencia, no es conveniente

extrapolar información ni introducir datos provenientes de territorios que puedan parecer semejantes a primera vista sin las debidas precauciones.

En relación con su operatividad, las características más importantes que conviene subrayar son:

- Relevancia y significado.
- Orden.
- Facilidad de obtención.
- Volumen de datos.
- Estandarización.
- Calidad de los datos.

2.8.7 Zonificación del área de estudio.

La zonificación del territorio se puede llevar a cabo en base a distintos criterios. En principio se podría llegar a una sectorización a partir de cualquiera de los macrofactores antes señalados, así, se recurre simultánea o sucesivamente a varios factores y si la definición que de cada uno de ellos se deriva es también distinta, así como el peso con que afectan a la homogeneidad interna del sector distinguido, (Ramos y Weddle, 1975).

Es bastante corriente proceder a formular a priori hipótesis

sobre el papel que los factores naturales desempeñan en la estructura del territorio. Tales hipótesis previas son útiles para elaborar un plan de muestreo y su diseño y se basan a menudo en un reconocimiento inicial, somero y rápido, del territorio, bien sobre fotografías aéreas, imágenes de satélites, cartografía preexistente o por recorridos de campo.

Lo más apropiado es orientar el proceso para que conduzca a una delimitación de las zonas funcionales.

2.8.8 Modelos integrados para la clasificación física del territorio.

El ámbito de aplicación de los modelos o procedimientos clásicos para la planificación física del territorio se orientan principalmente al espacio rural, es decir, no urbano. Gómez (1978), plantea que la problemática de lo urbano solo se tiene en cuenta en tanto que pueda afectar a los recursos naturales y a la calidad ambiental del medio.

Para llegar a una caracterización del territorio a través de una zonificación en áreas homogéneas se puede proceder de dos formas: Una es mediante el criterio de causalidad, que como se explicó anteriormente es un proceso secuencial en donde se divide al territorio a base de los factores que engloban conceptos amplios para subdividir sucesivamente según

conceptos más restringidos o que operan a mayor escala. Otra forma es mediante el reconocimiento de los sistemas de relaciones o ecosistemas, a través de una prospección integrada del territorio, cuya delimitación y representación cartográfica consiguiente se ajusta a nivel de detalle.

Christian y Stewart (1968), estiman que la característica fundamental de su procedimiento es la prospección integrada del territorio, cuya prospección está dirigida a la observación de las interacciones entre los componentes del medio que a los propios componentes.

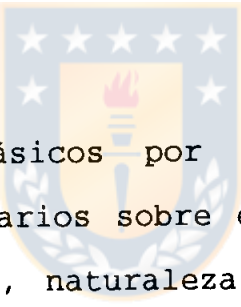
Mc Harg (1969), citado por Gómez (1978), presenta una metodología que consiste en presentar los procesos naturales como restrictivos y como determinantes del uso del suelo. Ello resulta contrapuesto al determinismo económico que ha guiado la localización, la forma y el crecimiento de los desarrollos urbanos.

Al final su modelo llega a un sistema de recomendaciones muy claro, bien argumentado y coherente, pero no finaliza el proceso de planificación.

Johns (1973), elabora un modelo muy complejo que incluye un análisis de la capacidad intrínseca del territorio y un estudio de los impactos producidos por los diferentes planes

existentes. Este modelo resulta inaplicable a nuestra realidad nacional por la falta de planes localizados, estables y precisos que puedan ser evaluables como programas de planificación sobre el territorio.

Lynch (1972), citado por Gómez (1978), en su método de clasificación pone el acento en los sistemas de interacciones entre el organismo y su entorno, el territorio o el espacio a ordenar es visto como un sistema de estructuras, superficies, espacios, elementos vivos y clima, en el cual se recogen los conflictos esenciales que surgen de la oposición espacio tiempo.



Se elaboran mapas básicos por superposición de datos provenientes de inventarios sobre el equilibrio ecológico, singularidad del sitio, naturaleza del suelo, sistemas de erosión, pendientes y el clima, pero no se obtiene un orden jerárquico de la información. El autor desarrolla técnicas para el estudio de cada uno de los datos y establece la secuencia para llegar a una solución única mediante un proceso de optimización. Sin embargo, esto no es posible pues resulta más lógico generar varias soluciones alternativas, suficientemente distintas, las que se pueden obtener de forma secuencial.

A. Hills (1970), diseñó un modelo de clasificación física del

territorio que resulta ser aplicable a la realidad de la zona centro-sur de nuestro país por las siguientes razones:

- El espectro multidisciplinario es más estrecho que los modelos antes mencionados.
- Identifica áreas funcionales del territorio, como lo son las cuencas hidrográficas.
- La zonificación es un proceso secuencial y jerárquico según el criterio de causalidad.
- Los costos de implementación son relativamente más bajos que los modelos antes citados, pues los tiempos invertidos en inventarios y procesamiento de información son menores.
- Realiza una clasificación del suelo en unidades homogéneas y evalúa el potencial de cada una, para usos múltiples, alternativos o combinados, bajo varios niveles y condiciones de ordenación. De esta forma resulta ser muy interesante para la optimización del uso de la tierra en un territorio tan diversificado como lo es el de la zona centro sur de nuestro país.

En el siguiente punto se describe en forma general el modelo de Hills (1970), y se presentan los diferentes requerimientos

de información para cada una de las etapas de zonificación.

2.8.9 Descripción general y requerimientos de información del Modelo de Hills para la planificación física.

A continuación se presenta el Modelo de Zonificación de Hills (1970), requerimientos de información de cada una de sus etapas para la determinación de unidades homogéneas. En la Figura 4 se puede observar la secuencia del proceso de clasificación, la que a continuación se describe brevemente:

2.8.9.1 Primera Etapa.

El área total de estudio se divide sucesivamente en unidades cada vez más pequeñas de acuerdo a un gradiente escalar de factores climáticos, formas externas del suelo y tipos vegetacionales:

2.8.9.1.1 Zonas con base en semejanzas climáticas amplias:

El comportamiento de las precipitaciones, temperatura del aire y la humedad relativa corresponden, generalmente, con una forma del suelo y una sucesión vegetal semejante.

Específicamente, la información necesaria dice relación con:

a. Cantidad de agua caída.

- b. Epoca del año en que cae.
- c. Presencia o ausencia de nieve.
- d. Temperaturas máximas y mínimas.
- e. Humedad relativa.
- f. Sucesiones vegetales amplias.
- g. Formas de suelo (geomorfología).



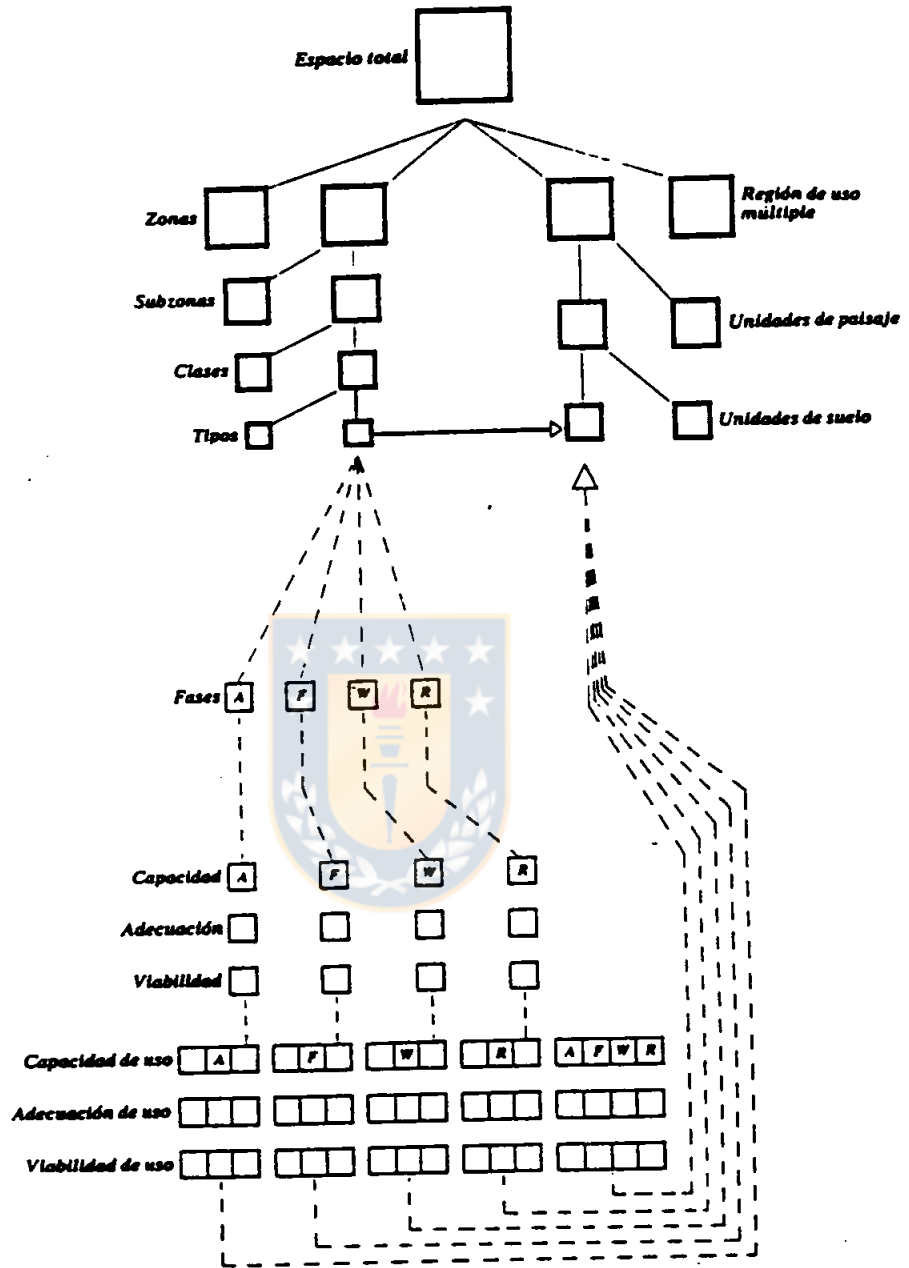


Figura 4: Diagrama de secuencia del proceso de clasificación de unidades de tierra.

Fuente: Gómez, (1978).

2.8.9.1.2 Subzonas o tipos: División de las zonas atendiendo a la estructura geológica y a una serie de elementos tales como:

- a. Textura.
- b. Profundidad a la roca madre.
- c. Composición mineralógica.
- d. Humedales o tierras húmedas.
- e. Material parental.
- f. Geoprocesos activos.

2.8.9.1.3 Clases fisiográficas: Areas dentro de las subzonas, aisladas con base en las variaciones locales climáticas de la temperatura del aire, precipitaciones y de la humedad. El principal indicador de estas variaciones climáticas locales es la variación de las comunidades vegetales.

Las variables que pueden determinar estas clases fisiográficas a nivel local corresponden a:

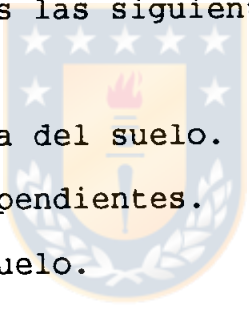
- a. Cantidad de agua caída.
- b. Epoca del año en que cae.
- c. Intensidad de la lluvia.
- d. Temperaturas máximas y mínimas.
- e. Composición florística y cobertura vegetal.

f. Comunidades vegetales.

g. Exposición.

2.8.9.1.4 Divisiones o tipos fisiográficos: Se delimitan dentro de las clases mediante criterios de profundidad y humedad del suelo. Hills (1970), considera el tipo fisiográfico como la unidad básica de la ecología vegetal, dentro de la cual puede desarrollarse una gran variedad de ecosistemas al intervenir controles naturales y humanos.

Podemos destacar como principales variables para determinar los tipos fisiográficos las siguientes:

- 
- a. Profundidad efectiva del suelo.
 - b. Forma de relieve y pendientes.
 - c. Permeabilidad del suelo.
 - d. Drenaje externo e interno.
 - e. Pedregosidad.
 - f. Inundaciones.
 - g. Contenido de materia orgánica.
 - h. pH.
 - i. Textura y estructura.
 - j. Formaciones culturales (cultivos, praderas, plantaciones forestales y estructuras físicas).

2.8.9.2 Segunda Etapa.

Se elabora una lista de usos a considerar y de los requerimientos físicos y exigencias de cada uno. Hills (1970), considera cuatro usos generales: Agricultura (A), Silvicultura (F), Conservación (W) y Recreo (R), y divide a cada uno en usos más concretos, para lo que se establecen sus requerimientos. Estos pueden exigir más detalle en la clasificación del territorio, y ello conduce a ampliar en un nivel la jerarquía, dividiendo los tipos en fases fisiográficas para "aislar" otras cualidades significativas.

2.8.9.3 Tercera Etapa.

En esta fase se determina para cada tipo fisiográfico o fase, en caso que la haya, el uso potencial, en términos de capacidad, adecuación y viabilidad, utilizando escalas distintas de valoración para cada nivel.

2.8.9.3.1 Capacidad de uso: expresión del potencial productivo (incluye igualmente una producción silvoagropecuaria o recreativa) en condiciones óptimas de explotación. La evaluación se hace en una escala de 7 grados, que establece el nivel de productividad, aunque habitualmente se mide por el grado de ausencia de limitaciones para el desarrollo de la actividad. Como una identidad de capacidad

no implica homogeneidad intrínseca, dos unidades con igual valor de capacidad pueden tener características físicas diferentes.

2.8.9.3.2 Adecuación de uso: se refiere al grado de esfuerzo necesario para llevar una unidad desde su estado actual al nivel estimado de explotación. Puede expresarse, por ejemplo, por el número de horas necesarias para hacer una repoblación forestal o los kilómetros de carretera a construir para llegar a un determinado lugar.

2.8.9.3.3 Viabilidad de uso: expresa el grado de conveniencia para desarrollar una unidad, dadas las condiciones económicas y sociales existentes o previas. La viabilidad podría aplicarse, por ejemplo, a base de la accesibilidad o de la población potencial: a mayor proximidad a un núcleo urbano o vía de comunicación mayor viabilidad.

Estos tres factores, se estudian a nivel local y a nivel de conjunto. Podría decirse que el primero se refiere a la potencialidad intrínseca de las unidades, mientras el nivel general o colectivo las evalúa en relación con el contexto, es decir, con el conjunto de la zona total de estudio. En esta etapa de nivel colectivo se reagrupan aquellos tipos y fases fisiográficas, si las hay, que representan características morfológicas similares, para construir

unidades espaciales de paisaje más grandes. Dentro de estas pueden aislarse unidades de suelos, lugares más pequeños con un significado para algún uso. La unidad de suelo suele ser un elemento repetitivo o "errático" de pequeño tamaño dentro de la unidad de paisaje. Para cada unidad se vuelve a calificar su capacidad, adecuación y viabilidad.

2.8.9.4 Cuarta Etapa.

Para cada unidad de paisaje se recomienda como uso principal o coprincipal, aquella actividad que haya obtenido la más alta calificación de viabilidad.

2.8.9.5 Quinta Etapa.

Por último, se elaboran mapas que representan los usos principales o coprincipales que se han recomendado para cada unidad de paisaje.

Una vez definido el modelo de clasificación y los requerimientos de información, se procedió a investigar sobre la disponibilidad real de información para las diferentes escalas de cada etapa del modelo.

III DETERMINACION DE LA FACTIBILIDAD TECNICA PARA REALIZAR UNA CLASIFICACION FISICA DE LA CUENCA DEL RIO CHILLAN A TRAVES DE UN LEVANTAMIENTO INTEGRADO.

3.1 INTRODUCCION.

Una de las bases para el estudio de un espacio de tierra, es la de tener una tipología o sistema de clasificación. Esta tarea es especialmente difícil cuando se trata de sistemas complejos, como son los paisajes y ecosistemas, en los cuales interactúan una serie de factores bióticos y abióticos en un espacio temporal y funcional. En estos casos es muy importante tomar en consideración la naturaleza jerárquica de estos sistemas.

Los Levantamientos Integrados han surgido como una respuesta a la necesidad de realizar planificación territorial, y asignar o sugerir los usos más adecuados del territorio para el manejo adecuado de los recursos naturales.

El éxito en el proceso de toma de decisiones está en cierta medida determinado por la disponibilidad de información, respecto a los recursos y sus posibilidades de manejo, tanto en cantidad como en calidad, así como también por la

posibilidad de obtenerla y procesarla.

En nuestro país las "cuencas", sobre todo las más cercanas de algún recurso natural considerable, suelen estar densamente pobladas. La mayor parte de los habitantes de los sectores altos apenas logran sobrevivir, dada la escasez de los medios y condiciones de clima, suelo y recursos económicos. Estos, obligados a cultivar laderas frágiles de excesiva pendiente con métodos inadecuados, obtienen rendimientos insignificantes y, además, destruyen el recurso básico sacrificando así toda posibilidad de producción permanente y acelerando los trastornos de la tierra y de las agua río abajo.

La cuenca del Río Chillán, como unidad funcional del paisaje, no escapa a las características antes mencionadas, resultando interesante destacar que en ella interactúan una serie de elementos, tales como, el abastecimiento de agua para el riego y consumo humano de importantes centros urbanos, generando un vital aporte en la dinámica de la actividad agropecuaria e industrial de la provincia de Ñuble. Además, el fascinante contraste de paisajes y lugares de interés recreacional, hacen de esta cuenca un área de especial importancia para proponer y definir una clasificación de suelos en unidades homogéneas, de acuerdo a su uso potencial.

Para llevar a cabo un Levantamiento Integrado sobre la cuenca del Río Chillán, nos enfrentamos a un gran volumen de datos provenientes, por una parte, de sus características geológicas, geomorfológicas, de clima y de suelo, o de la interacción entre ellas, que resultan en los tipos de formaciones vegetales, de fauna y el uso que le dé el hombre.

Una de las limitantes para el desarrollo de alternativas metodológicas integradas es la disponibilidad y calidad de información. Por esta razón, en este capítulo de la memoria se muestra, a manera de ejemplo, la información necesaria, la información existente y las limitantes que se generan de este contraste para realizar un Levantamiento Integrado a través del Modelo de Hills para la clasificación física de la cuenca del Río Chillán.



3.2 OBJETIVOS.

3.2.1 Objetivo general.

Determinar la factibilidad técnica de realizar un levantamiento integrado con la información disponible en el país.

3.2.2 Objetivos específicos.

Son objetivos de este estudio los siguientes:

- Determinar la información necesaria para, mediante un Levantamiento Integrado, determinar la aptitud de uso de la cuenca del Río Chillán.
- Identificar las limitantes para la realización de un Levantamiento Integrado en esta cuenca.

3.3 MATERIALES Y METODO.

3.3.1 Descripción del área de estudio.

El área de estudio corresponde a la cuenca del Río Chillán, ubicada en la Cordillera de los Andes y parte del llano central, entre los meridianos $73^{\circ}21'20''$ y $71^{\circ}24'12''$, y los paralelos $37^{\circ}34'20''$ y $36^{\circ}52'27''$, ocupando una superficie de 85.000 ha, en la provincia de Ñuble.

La distribución política de esta cuenca comprende parcialmente las comunas de Chillán, Coihueco, Pinto y San Ignacio.

La cuenca del Río Chillán nace en los faldeos occidentales del volcán Chillán (3.212 m.s.n.m.m.) y desemboca en el Río Ñuble, a 12 km al oriente de la unión de este último con el Río Itata.

La depresión intermedia corresponde a una forma tectónica ubicada entre dos grandes muros orográficos, Cordillera de los Andes y Cordillera de la Costa. El mayor porcentaje de su superficie se encuentra dentro de lo que se llama el Llano Central Fluvioglacial Volcánico. Presenta aspecto de planicie suavemente ondulada a plana en algunos sectores.

La precordillera nace en los 400 m.s.n.m.m., su origen es sedimentario con acumulación de material volcánico, glacial y fluvial.

La Cordillera de los Andes presenta un relieve abrupto con cumbres entre los 1.800 y 2.000 m.s.n.m.m.. Se caracteriza por depositaciones piroclásticas mezcladas con material degradacional. El drenaje esta controlado en forma importante por la tectónica.

La altitud aumenta, en promedio, a una velocidad de 32 m por km, a partir del pueblo El Rosal. Esta situación explica la rapidez con que cambian las comunidades vegetales, debido al gradiente de temperatura y humedad.

Desde el punto de vista climático, la zona se caracteriza por un clima mediterráneo, con período estival de cinco meses de duración (noviembre a marzo), con alta radiación solar y evapotranspiración, y un período invernal lluvioso de tres meses, que concentra más del 50% de las precipitaciones anuales. El tipo climático según Koppen, citado por PROITATA (1992), corresponde a un clima templado cálido con estación seca intermedia. La precipitación media, obtenida por interpolación de estaciones metereológicas fuera de la subcuenca, evoluciona desde los 800 mm en las áreas más secas a 1400 mm en el límite precordillerano.

3.3.2 Metodología.

Para evaluar la factibilidad técnica de realizar el Levantamiento Integrado se utilizó el Modelo de Causalidad de Hills (1970). En el punto 2.8.9 del segundo capítulo de esta memoria, se describe el modelo y se identifican los requerimientos de información para cada etapa del proceso de zonificación.

Este Modelo de Causalidad o de Clasificación puede resumirse en los dos puntos siguientes:

- una clasificación del suelo en unidades homogéneas;
- una evaluación del potencial de esas unidades para usos múltiples, alternativos o combinados, bajo varios niveles y condiciones de ordenación.

3.3.2.1 Criterios considerados para el análisis de la información existente.

El modelo empleado para la clasificación del territorio en la Cuenca del Río Chillán cuenta con un alto grado de integración vertical de la información requerida. Las variables empleadas son de carácter solo físico.

Las fuentes de información que se consideraron para la evaluación corresponden a:

a. Información de origen primario.

- Fotografías aéreas.

b. Información de origen secundario.

- Cartografía básica.
- Cartografía temática (clima, hidrología, geología y suelos).
- Registros climatológicos e hidrológicos.
- Ortofotos.

En este estudio se descartó el análisis de datos provenientes de sensores remotos con plataforma espacial (imágenes satelitales), pues, si bien la cobertura de información es completa y en una amplia gama espectral, éstos requieren de un complejo proceso de transformación y procesamiento, que debe ser apoyado en la cartografía tradicional existente y en la comprobación de la "firma espectral", de los diferentes tipos de cobertura en el paisaje. Esto último quiere decir que se deben determinar las longitudes de onda del espectro electromagnético que emiten y/o reflejan los distintos fenómenos de la superficie terrestre.

No se encontraron datos espaciales procesados, que cubran la Cuenca del Río Chillán.

Los criterios que se utilizaron para determinar la factibilidad técnica de utilizar los datos provenientes de las fuentes existente en nuestro país, fueron: su cobertura, disponibilidad, la escala, y confiabilidad de la información. Esta última en cuanto a su origen y a los errores en el proceso de delineación de los límites de los polígonos en las cartas temáticas.

Con respecto a la disponibilidad, esta se definió como directa o indirecta. La disponibilidad es directa cuando no se requieren más de dos transformaciones de escala ni de interpretaciones especiales de datos para crear nueva información. Se consideró la disponibilidad indirecta cuando los datos existentes requieren más de dos transformaciones de escala o necesiten de un proceso especial de interpretación, como es el caso de fotointerpretación de imágenes fotográficas.

La cobertura, la escala y la disponibilidad de la información más la confiabilidad de los datos se definieron como elementos de juicio para identificar los factores limitantes para realizar el levantamiento integrado.

3.4 Resultados y Discusión.

3.4.1 Niveles de análisis para la información.

Conociendo la disponibilidad actual de información sobre las variables que, en combinación, condicionan el desarrollo del paisaje de la cuenca, podemos definir los siguientes "Niveles de Análisis", para las diferentes etapas de zonificación:

Tabla 2: NIVEL DE ANALISIS DE ESCALA PARA CADA ETAPA DE ZONIFICACION

NIVEL DE ANALISIS	ESCALA	ETAPA DE ZONIFICACION
Reconocimiento	1 : 250 000	-Zonas con semejanzas climáticas amplias.
Semidetallado	1 : 50 000	-Subzonas o tipos -Clases fisiográficas
Detallado	1 : 10 000	-Tipos fisiográficos

Esto se basa en las siguientes razones:

- A niveles de Reconocimiento y Semidetallado existe una cobertura del 100% de la cuenca con cartas IGM 1 : 250 000 y 1 : 50 000, con curvas de nivel equidistantes entre ellas, cada 125 y 25 metros respectivamente.

- La escala seleccionada, es una escala intermedia que no requiere de excesivas transformaciones de la información disponible, con lo cual se disminuyen los errores derivados del traspaso de información.

- Para la escala 1 : 10 000, seleccionada para la determinación de los "tipos fisiográficos" se dispone de cartografía base del Proyecto Itata (1992), con curvas de nivel cada 5 metros con una cobertura del 60%.

3.4.2 Etapas de zonificación.

3.4.2.1 Zonas con semejanzas climáticas amplias:

Para determinar las zonas con semejanzas climáticas amplias, podemos observar el predominio de variables climáticas.

La información existente al respecto proviene de parámetros climáticos interpolados de cinco estaciones meteorológicas ubicadas fuera de la cuenca del Río Chillán, cuyo banco de datos se encuentra en el Catastro de Estaciones Meteorológicas del Banco Nacional de Aguas y en el Banco de Datos de la Dirección Meteorológica de Chile (PROITATA, 1992).

El Proyecto Itata (1992), confeccionó un informe y cartas

topográficas a escalas 1 : 500 000 y 1 : 250 000, con valores aproximados de isotermas, isoyetas y zonas agroclimáticas, en las que se encuentran las variables de precipitación, temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, nubosidad media y otras de interés. La cobertura de esta información es del 100% de la cuenca, como se aprecia en la Tabla 3 de la siguiente página.

Para determinar la presencia o ausencia de nieve se puede recurrir a fotografías aéreas del vuelo CH-60, FACH/CORFO de 1978, escala 1 : 60 000, que cubre el área desde el meridiano 71°35' hasta límite oriental de la cuenca.

Si bien, la información climatológica proviene de datos interpolados de estaciones metereológicas fuera de la cuenca, ésta es la única existente y permite realizar una zonificación a nivel de Reconocimiento con el apoyo de la identificación de los distintos tipos vegetales y formas de suelo.

Se debe considerar en esta etapa de clasificación que la interpolación de información metereológica, en esta cuenca, no refleja la influencia de los distintos microclimas sobre los diferentes tipos vegetales que se desarrollan en el transecto longitudinal y altitudinal. Esto debido a la escala a la que se encuentra la información.

Tabla 3. DISPONIBILIDAD, COBERTURA Y ESCALA DE DATOS CARTOGRAFICOS PARA CADA VARIABLE CON UN NIVEL DE ANALISIS DE RECONOCIMIENTO.

VARIABLES	DISPONIBILIDAD		ESCALA	COBERTURA (%)
	directa	indirecta		
A Zonas con semejanzas climáticas				
1 Cantidad de agua caída		C	1:500.000	100
2 Epoca del año en que cae		C	1:250.000	100
3 Presencia o ausencia de nieve		F	1:60.000	100
4 Temperaturas máximas o mínimas		C	1:250.000	100
5 Humedad relativa		C	1:250.000	100
6 Sucesiones vegetales amplias	C		1:50.000	40
7 Formas de suelo (geomorfología)	C		1:250.000	70

C = Cartas

F = Fotografías Aéreas

Las "sucesiones vegetales amplias" se pueden obtener de cartas 1 : 50 000 del proyecto de Zonificación del Bosque Nativo, realizado por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción (1985). Este estudio abarcó los suelos de la precordillera andina, entre los 400 y los 2000 m.s.n.m.m.. Para determinar la totalidad de las sucesiones vegetales amplias se puede realizar un levantamiento de reconocimiento con el apoyo de fotografías SAF 1994 y un reconocimiento de terreno.

Otro elemento limitante en esta etapa es la determinación de las formaciones de suelo o geomorfología, pues, solo se dispone de las cartas de Geología Regional (1 : 250 000), con una cobertura del 70%, siendo necesario un estudio complementario.

El reconocimiento del área de estudio resulta ser de carácter muy general, pues, como se dijo anteriormente, la escala de datos es muy pequeña.

3.4.2.2 Subzonas o tipos:

La delimitación de las subzonas o tipos está dada principalmente por factores geológicos y de suelo.

Podemos observar en la Tabla 4 que la cobertura de la

información no es completa y que gran parte de ésta se puede obtener en forma indirecta a través de la fotointerpretación de fotografías escala 1 : 20 000 del vuelo SAF 1994, que cubre el área en un 80% en fajas continuas (norte-sur) y paralelas, desde el meridiano 71°35' hasta la costa.

La "textura" y "composición mineralógica" se encuentra parcialmente de la interpretación de Ortofotos con Mapa Básico de Suelos y Capacidad de Uso del CIREN/CORFO (1 : 20 000), cuya fuente corresponde a estudios de actualización de suelos realizados por el propio CIREN en 1983 sobre la base de información proporcionada por el Proyecto Aerofotogramétrico O.E.A./CHILE/B.I.D. de 1962. Este estudio cubre el 60% de la cuenca, delatando la necesidad de completar y corregir la información a través de la fotointerpretación y levantamientos especiales en terreno.

La base fotográfica del Proyecto Aerofotogramétrico que cubre las zonas de interés agrícola del valle central fue de escala 1 : 20 000. Esto se complementó con operaciones de campo y técnicas de fotointerpretación obteniendo mapas semidetallados.

Para los faldeos cordilleranos de los Andes, las fotografías aéreas de una parte de éste sector fueron tomadas en los años 1955 y 1956 a escala 1 : 60 000; el Proyecto cubrió el resto

con fotografías a escala 1 : 50 000 en 1961. A estas escalas, la fotointerpretación y el levantamiento de mapas es de carácter general; por consiguiente, los mapas correspondientes son solo de reconocimiento.

El "contenido de agua", el "material parental" y los "geoprocesos" activos pueden determinarse indirectamente de las fotografías SAF 1994 (1 : 20 000).

En relación a la profundidad de la roca madre, no se encontró información.

De este modo, solo se podría realizar una zonificación parcial con la información disponible, adicionando el hecho de que se requerirá de un fuerte apoyo técnico especializado para generar información con respecto a las variables de "contenido de agua", "material parental" y "geoprocesos activos".

La parcialidad de esta información está limitando la zonificación completa de las etapas posteriores, impidiendo de esta forma, tener una visión de conjunto, como unidad funcional. Las áreas no cubiertas por la información corresponden a sectores precordilleranos y cordilleranos de gran interés recreativo, de producción forestal y de protección.

Se puede observar que existe una cartografía base a nivel Semidetallado, que corresponde a la escala 1 : 50 000, de cartas del Instituto Geográfico Militar, pero no existe en nuestro país una cartografía temática de la Cuenca del Río Chillán en la cual se puedan distinguir variables de suelo y condiciones de clima locales.

3.4.2.3 Clases fisiográficas:

En la Tabla 4 se puede apreciar que las clases fisiográficas están determinadas principalmente por las variaciones locales de clima. El principal indicador de estas clases es la variación de las comunidades vegetales.

A nivel local, dentro de la cuenca, no existe información sobre las variables climáticas que determinan las clases fisiográficas, pues como se dijo anteriormente, las estaciones climatológicas existentes se encuentran fuera de la cuenca. Difícilmente la interpolación de los parámetros climáticos podrá reflejar en forma confiable las variaciones locales del clima.

Tabla 4. DISPONIBILIDAD, COBERTURA Y ESCALA DE DATOS CARTOGRAFICOS PARA CADA VARIABLE CON UN NIVEL DE ANALISIS SEMIDETALLADO.

VARIABLES	DISPONIBILIDAD		ESCALA	COBERTURA (%)	
	directa	indirecta			
B Subzonas o tipos					
1	Textura		O	1:20.000	60
2	Profundidad a roca madre	No existe información			0
3	Composición mineralógica		O	1:20.000	60
4	Tierras húmedas o humedales		F	1:20.000	80
5	Material parental		F	1:20.000	80
6	Geoprosesos activos		F	1:20.000	80
C Clases fisiográficas					
1	Cantidad de agua caída	No existe información			0
2	Epoca del año en que cae	No existe información			0
3	Intensidad de la lluvia	No existe información			0
4	Temperaturas máximas y mínimas	No existe información			0
5	Composición flor. y cob. veg		F	1:20.000	80
6	Comunidades vegetales		F	1:20.000	80
7	Exposición		C	1:10.000	60
			C	1:50.000	100

C = Cartas

F = Fotografías Aéreas

O = Ortofotos

Los únicos datos factibles de utilizar en esta fase de zonificación tienen relación con la "exposición de suelos" (Tabla 4), que se puede obtener de la interpretación de las curvas de nivel de cartas 1 : 50 000 del IGM, con cobertura total del área, o cartas 1 : 10 000 del Proyecto Itata (1992), pese a que éstas últimas tienen cobertura parcial, pues cubren zonas de interés agrícola (bajo la cota 400 m.s.n.m.m.).

De este modo, se desprende que con la información existente a nivel de análisis Semidetallado no es posible realizar una zonificación de Clases Fisiográficas. Para lograr este fin se puede realizar un levantamiento florístico para definir la composición florística, cobertura vegetal y las comunidades vegetales más relevantes que son los parámetros que mejor reflejan estas clases. Este tipo de levantamiento puede apoyarse en material fotográfico reciente (vuelo SAF 1994) y un fuerte reconocimiento de terreno. El material cartográfico existente tiene una cobertura del 80% sobre el área. También se puede recurrir al barrido fotográfico completo del vuelo CH-60 de 1978 (1 : 60 000) o al vuelo CH-30 realizado por la FACH, que cubre desde el meridiano 71°35' hasta la costa.

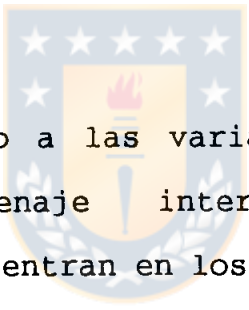
3.4.2.4 Tipos fisiográficos:

Para delimitar los tipos fisiográficos se recurre a

parámetros edáficos que condicionan al suelo como substrato básico de los ecosistemas vegetales.

En la Tabla 5 podemos observar que es factible utilizar la información para un nivel de análisis Detallado, considerando que ésta es de cobertura parcial, superando en todos los casos el 60%. La información disponible se concentra bajo los 400 m.s.n.m.m., e involucra a sectores de interés agrícola.

También se aprecia en esta Tabla que no existe información sobre las variables de "contenido de materia orgánica" ni de "pH".



Los datos con respecto a las variables de "profundidad", "permeabilidad", "drenaje interno y externo", y "pedregosidad", se encuentran en los Mapas Básicos de Suelos y Mapas Interpretativos de las Clases de Drenaje, escala 1:10 000 del Proyecto Itata (1992). Estos mapas cubren solo el 60% del área total de la cuenca, concentrándose en los sectores de uso agrícola.

Para completar esta información se pueden utilizar Ortofotos CIREN/CORFO con Mapa Básico de Suelos y Capacidad de Uso, y algún tipo de levantamientos complementarios, tales como ecológico o de suelo, en base a fotografías aéreas SAF 1994.

Tabla 5. DISPONIBILIDAD, COBERTURA Y ESCALA DE DATOS CARTOGRAFICOS PARA CADA VARIABLE CON UN NIVEL DE ANALISIS DETALLADO.

VARIABLES	DISPONIBILIDAD		ESCALA	COBERTURA (%)	
	directa	indirecta			
D Tipos Fisiográficos					
1	Profundidad efectiva	C		1:10.000	60
2	Formas de relieve y pendientes		C	1:10.000	60
			C	1:50.000	100
3	Permeabilidad		C	1:10.000	60
4	Drenaje externo e interno		C	1:10.000	60
5	Pedregosidad		F	1:20.000	80
			O	1:20.000	60
6	Inundaciones		F	1:20.000	80
7	Contenido de materia orgánica	No existe información			0
8	pH	No existe información			0
9	Textura y estructura		O	1:20.000	60
10	Formaciones culturales		F	1:20.000	80
11	Tenencia de la tierra		F	1:20.000	80
		O		1:20.000	60

C = Cartas

F = Fotografías Aéreas

O = Ortofotos

Las formaciones culturales (cultivos, praderas, plantaciones forestales y estructuras artificiales) y las zonas de inundaciones, se pueden determinar por fotointerpretación de fotografías aéreas SAF 1994, cuya cobertura no supera el 80%.

La tenencia de la tierra y la localización de asentamientos rurales se puede actualizar en base a Ortofotos CIREN/CORFO (escala 1 : 20 000) con Carta de Propiedades Rurales, actualizada en 1992 sobre Fotomosaicos PAF del Servicio de Impuestos Internos y fotografías aéreas. Las áreas con mayor intervención cultural se encuentran cubiertas completamente por estas Ortofotos.

También existe la alternativa de caracterizar las formas de relieve y las pendientes a través de fotointerpretación de pares estereoscópicos de fotografías. Esto se puede complementar con cartas IGM (escala 1 : 50 000). Parcialmente podrían contribuir las cartas con curvas de nivel del Proyecto Itata (1992), escala 1 : 10 000.

Para determinar el contenido de materia orgánica, el "pH", la "textura" y "estructura" será necesario incluirlas como variables indispensables de medir en terreno a través de levantamiento de suelo y poder definir mejor los límites del tipo fisiográfico.

IV CONCLUSIONES.

1.- La Planificación Territorial presenta grandes ventajas para resolver el conflicto de uso de la tierra y, al mismo tiempo, es el medio a través del cual se puede aplicar el concepto de sustentabilidad.

2.- La Teoría General de Sistemas proporciona las bases conceptuales para el estudio de los sistemas ambientales.

3.- La Cuenca Hidrográfica es la unidad funcional básica del territorio, y como ecosistema discreto es componente de un gran sistema económico y social.

4.- Los Levantamientos Integrados son la herramienta metodológica más completa para realizar planificación territorial contemplando desde un punto de vista globalizador todos los elementos interactuantes en el medio ambiente en estudio.

5.- Los niveles de análisis para el Modelo de Clasificación Física de Hills son, de Reconocimiento para determinar las zonas con semejanzas climáticas, Semidetallado para subzonas y clases fisiográficas, y Detallado para los tipos fisiográficos.

6.- El análisis de la información a nivel de reconocimiento es de carácter muy general debido a la escala a la que se encuentra los datos climatológicos.

7.- Técnicamente es factible realizar un levantamiento integrado en la cuenca del Río Chillán a niveles de Reconocimiento, Semidetallado y Detallado hasta el meridiano $71^{\circ}43'$, debido a la falta de información a nivel detallado sobre la cota 400 m.s.n.m.m..

8.- El modelo propuesto es apropiado para una clasificación del territorio en áreas con grandes contrastes fisiográficos como lo es la zona centro sur de Chile.



V RESUMEN.

En la primera parte de la revisión bibliográfica se plantea la problemática ambiental y el concepto de sostenibilidad como una alternativa viable para el manejo. Luego se muestran algunos fundamentos relacionados con la Ordenación Territorial y el Medio Ambiente para comprender el marco teórico en el cual se desarrolla la Planificación Territorial. Más adelante se hace un análisis del concepto de ecosistema desde la perspectiva de la Teoría General de Sistemas (T.G.S.) y de su aplicación como unidad básica y teórica para la orientación del manejo de una Cuenca Hidrográfica.

Finalmente, se plantean los Levantamientos Integrados como una metodología de zonificación del paisaje para la determinación de las aptitudes óptimas de uso de tierra. En esta etapa se describen sus fundamentos, sus métodos, los sistemas de integración de información y se muestra un modelo de clasificación territorial.

En la tercera parte de esta memoria se evalúa la factibilidad técnica de realizar un Levantamiento Integrado en la cuenca del Río Chillán, a través de la disponibilidad de información cartográfica.

V SUMMARY.

In the first part of the Bibliographic Revision it is described the environmental problematic and the sustainability concept as a feasible alternative for the management. Then, some fundamentals related with the Territorial Planning and the environment are aut lined in order to understand the theoretical frame in which the Territorial Planning is developed. On another hand, the concept of Ecosystem is analized from the perspective of the General Theory of Systems (G.T.S.), and from its use as basic and theoric unit for the orientation of management of a watershed.

Finally, the Integrated Survey are described as a methodology of landscape zonification to assess the best aptitudes for land use. In this stage are described their fundament, methods, systems of integration of information and is shown a model of land classification and.

In the third part of this paper it is evaluated the tecnic feasibility to realize a Integrated Survey in the watershed of Río Chillán, using availability carthographic information.

VI BIBLIOGRAFIA.

1. Abbagnano, N.. 1966. Diccionario de Filosofía. Fondo de Cultura Económica, México.
2. De Abreu, J. M.. 1975. El Medio Natural en la Planificación del Desarrollo. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Editorial Egraf, Madrid.
3. Alonzo, M.. 1958. Enciclopedia del Idioma, Tomo III. Editorial Aguilar, Madrid.
4. Andrade, A. 1986. Landscape Ecological Planning. ITC-Journal, 1986-3: 250-251.
5. Von Bertalanffy, L.. 1963. Concepción Biológica del Cosmos. Ed. Universitaria. Santiago.
6. Von Bertalanffy, L.. 1968. Teoría General de Sistemas. Fondo de cultura Económica, México.
7. _____, . 1968. Teoría General de Sistemas. Fondo de Cultura Económica. México.

8. Bloom, A. L.. 1978. *Geomorphology, a Systematic Analysis of Late Ceozoic Landforms*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs.
9. Bolstad, P. V., & T. M. Lillesand. 1992. Rule-Based Classification Models: Flexible Integration of Stellite Imagery and Thematic Spatial Data. *Fotogrammetric Engineering & Remote Sensing*, V58(7): 965-971.
10. Borman, F. H. & G. E. Likens. 1969. *The Watershed Ecosystem Concept and Studies of Nutrient Cycles*. In: Dyne, G. (Editor). *The Ecosystem Concept in Natural Resource Management*. Chapter IV. Academic Press: 49-75.
11. Boulding, K. E.. 1956. *The Imag*; Ann Arbor. The University of Michigan Press.
12. Burrough, P.. 1987. *Priciples of geographical information system for land resource assesment*. Claredon Press. Oxford.
13. Caldwell, L. L.. 1973. *In Defence of Earth*. Indina Univ. Press, Bloomington, Indiana.

14. Case, J. 1992. Message from the Editor - in - Chief. Fotogrammetric Engineering & Remote Sensing, V58(5): 537p.
15. Chorley, R. J.. 1962. Geomorphology and General Systems Theory. U. S. Geol. Survey, Prof. Papel 500-B: 10p.
16. Chorley, R. J. and B. A. Kennedy. 1971. Physical Geography, a Systems Approach. London.
17. Christian, C. S. and G. A. Stewart. 1968. Methodology of Integrated Suveys, in : P Rey (ed). Aerial Surveys and Integrated Studies. Natural Resources Research VI, UNESCO, Paris: 233-280.
18. Chuvieco, E.. 1989. Conexión de la Teledetección Espacial y los Sistemas de Información Geográfica. pp 1-9. En: 2ª Conferencia Latinoamericana sobre conceptos, desarrollo y aplicación de la tecnología Sistemas de Información Geográfica. Septiembre, 18-22. Mérida, Venezuela.

19. CIAF. 1981. Aplicación de los Sensores Remotos en la Clasificación y Levantamiento de los Bóscues Húmedos Tropicales. Ed. Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima: 218p.
20. CIPMA. 1992. Teledetección y SIG: Tecnologías de apoyo a la Información Ambiental. Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA), Ambiente Ahora, V3(31): 2p.
21. Cooper, C. F.. 1969. Ecosystem Models in Watershed Management. In Dyne, G. (Editor). The Ecosystem Concept in Natural Resource Management. Chapter IX. Academic Press: 309-323.
22. Cowen, D.. 1988. GIS versus CAD versus DEMS. What are the differences ?. Photogrammetric Engieneering & Remote Sensing. V54(10): 1551-1555.
23. Dobson, J. E. 1993. Commentary: A Conceptual Framework for Itegrating Remote Sensing, GIS, and Geography. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, V59(10): 1491-1496.
24. Duvigneaud, P.. 1981. La Síntesis Ecológica. Editorial Alhambra, Madrid: 306p.

25. Ehlers, M., G. Edwards and Y. Bédard. 1989. Integration of Remote Sensing with Geographic Information Systems: A Necessary Evolution. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, V55(11): 1619-1627.
26. Ehlers, M., D. D. Greenlee, T. Smith, and J. Star. 1991. Integration of Remote Sensing and GIS: Data and Data Access. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, V57(6): 669-675.
27. Etter, A.. 1989. Introducción a la Ecología del Paisaje. Unidad de Levantamientos Rurales. IGAC. Subdirección de Docencia e Investigación (CIAF), Bogotá: 73p.
28. EULA-CHILE. 1990. Glosario de Términos Proyecto 18.1. Proyecto EULA-CHILE, Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Bio y el Area Marina Costera Adyacente. Publicación interna. Universidad de Concepción, Chile: 8p.
29. Faust, N. L., W. H. Anderson, and J. L. Star. 1991. Geographic Information Systems and Remote Sensing Future Computing Environment. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, V57(6): 655-668.

30. Forman, R.T.T. & M. Gordon. 1986. Landscape Ecology. J. Wiley. New York.
31. FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. Soils Bulletin 32, FAO, Rome: 150p.
32. FAO. 1992. Editorial: Los Bosques y el Medio Ambiente. FAO. Unasyuva, V41(4): 2.
33. Van Gils, H., H. Huizing, I. W. Wijngaarden y I. S. Zonneveld. 1988. Levantamiento Ecológico y Uso de la Tierra. Subdirección de Docencia e Investigación. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá: 85p.
34. Van Ginneken, P.. 1991. Ordenación de Cuencas Hidrográficas. FAO. Unasyuva, V42(1): 12-17.
35. Gómez, O. D.. 1978. El Medio Físico y la Planificación I. Editorial CIFCA, cuadernos del CIFCA: 144p.
36. González, B. F.. 1981. Ecología y Paisaje. Ed. Blume, Barcelona.

37. González, D.. 1988. Sistemas de Información Geográfica. Facultad de Cs. Agropecuarias y Forestales. Universidad de Concepción. Boletín de Extensión N°35: 12p.
38. González, D.. 1991. Levantamiento Integrado en un Area Silvestre Protegida. *Agro-Ciencia*, 7(1): 53-68.
39. Gow, D. D.. 1992. Aspectos sociales de la ordenación forestal para el desarrollo sostenible. FAO. *Unasylva*, V43(2): 41-45.
40. Grant, K., T. G. Ferguson, A. A. Finlayson and B. G. Richard.. 1981. Terrain Analysis, Classification, Assessment and Evaluation for Urban and Regional Development Purposes of the Abury-Wodogna Area, NSW and Vic. Division of Applied Geomechanics, CSIRO. Melbourne.
41. Grizzle, R. E.. 1993. Environmentalis Should Include Human Ecological Needs. *Bio-Science*, 44(4): 263-268p.
42. Guptill, S.. 1989. Evaluating Geographical Information Systems Technology. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, V55(10): 1583-1587.

43. Hack, J. T.. 1960. Interpretation of Erosional Topography in Humid Temperate Regions. Am. J. Sci., 258A: 80-97.
44. —————, 1975. Dynamic Equilibrium and Landscape Evolution. In: Melhorn, W. N. and Flemald, R. C. (Editor), Theories of Landform Development. George Allen & Unwin, London, 87-102.
45. Hill, I. D.. 1979. Land Resources of Central Nigeria. Land Resource Study N°29, Land Res. Dev. Centre. Min Overseas Devel, Surviton.
46. Hills, A. G.. 1970. Developing a Better Environment. Ontario Economic Council, Toronto.
47. Johansen, O.. 1991. Introducción a la Teoría General de Sistemas. Ed. Limusa, México.
48. Johns, D. H.. 1973. Environmental Quality evaluation and Impact Analysis Methodology. Center for Studies, Universidad de Manitoba.
49. Landa, H.. 1976. Terminología del Urbanismo. CIDIV-INDECO, México, 951p.

50. Lauer, D. T., J. E. Estes, J. R. Jensen, and D. D. Greenlee. 1991. Institutional Issues Affecting the Integration and Use of Remotely Sensed Data and Geographic Information Systems. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, V57(6): 647-654.
51. Leff, E.. 1986. Los problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo. Ed. Siglo XII, México, 476p.
52. Lunetta, R. S., R. G. Colgalton, L. K. Fenstermaker, J. R. Jensen, D. C. McGwire, and L. R. Tinney. 1991. Remote Sensing and Geographic Information System Data Integration; Error Sources and Research Issues. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 57(6): 677-687.
53. Lunning, H. A.. 1985. Survey Integration Comes Age ?. Inaugural address as professor of survey integration for development. *ITC Journal*. 1985 (4) : 252-260.
54. Maini, J. S.. 1992. Desarrollo sostenible de los bosques. *FAO. Unasylva*, V43(2): 3-8.

55. Malingreau, J. P.. 1993. La vigilancia por satélite de los bosques del mundo: breve reseña. FAO. Unasylva, V(44)3: 31-38.
56. Marble, B.. 1984. Geographic Information Systems: An Overview. En: Pecora 9^a Proceedings Spatial Information Technologies For Remote Sensing Today and Tomorrow. October 2-4. Sioux Falls, San Diego.
57. Meaden, G., J. Kapetsky. 1992. Los Sistemas de Información Geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura. Doc. Téc. Pesca N° 318. FAO. Roma.
58. Michaelsen, T.. 1991. Participación Popular en la Planificación de la Ordenación de Cuencas Hidrográficas. FAO. Unasylva, V42(1): 3-8.
59. Mohrmann, J. C. J.. 1976. Planning and Management of Integrated Surveys for Rural Development. ITC Textbook, Enschede.
60. Moliner, M.. 1984. Diccionario de Uso del Español. Ed. Gredos, Biblioteca Romántica Hispana, Madrid, 500p.

61. Morandé, P.. 1992. La Ecología Humana, en: El Hombre y el Medio Ambiente. Cuerpo E, Diario "El Mercurio", Chile, 9 de junio 1992.
62. Muthoo, M. K.. 1990. Consideraciones Económicas sobre la Gestión de los Recursos Naturales Renovables y sus Repercusiones en la Política del Medio Ambiente. FAO. Unasyuva V41(4): 50-57.
63. Naveh, Z. & A. Lieberman. 1984. Landscape Ecology. Theory and Aplications. Springer Verlang.
64. RAE. 1984. Diccionario de la Lengua Española. (20a. ed.), RAE. Madrid.
65. Ramos, A. y A. E. Weddle. 1976. Prospección del Medio Natural. En: 1^{er} Curso de Planificación Integrada del Paisaje Forestal. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional para la Conservación de la Natureleza. ICONA-ETS, Madrid: 341p.
66. Odum, E. P.. 1971. Fundamental of Ecology. W. B.. Saunder, Philadelphia, 3rd.: 574p.

67. Parra, O. O.. 1991. Bases Ecológicas para el Manejo Integral de la Hoya del Rio Bio-Bio. In : Murcia, C. (Editor), Uso, Manejo y Desarrollo de la Hoya Hidrográfica del Rio Bio-Bio. Tomo II. Universidad de Concepción, Chile: 21-29.
68. Parker, H.. 1988. The unique qualities of a Geographic Information System: A commentary. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 54(10): 1547-1549.
69. Price, K. P. & M. E. Hodgson. 1992. Onward and Forward. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 58(11): 1553-1555.
70. PROITATA. 1992. Proyecto Itata Estudio Hidrológico y Situación Actual Agro Climática. Comisión Nacional de Riego, República de Chile.
71. Van de Putte, R.. 1988. Farming systems and land use modelling for watershed management. *ITC-Journal*, 1988(1): 83-86.
72. Sánchez, V. & B. Guiza. 1990. Glosario de Términos del Medio Ambiente. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. UNESCO, Editorial Adros, Santiago, Chile: 180p.

73. Schulze, F. E.. 1973. Integrate Surveys and Development Planing. ITC Symposium 1972, Enschede.
74. Selby, M. J. 1985. Earth's Changing Surface. Clarendon Press Oxord, 607p.
75. Slocombe, D. S.. 1993. Implementing Ecosystem Based Management. Bio-Science, 43(9): 612-622.
76. Sunkel, O. & N. Gligo. 1980. Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina. Fondo de Cultura Económica, México, 280p.
77. Troll, C.. 1966. Landscape Ecology. Publ. 54, ITC UNESCO, Delft, Enschede.
78. Vink, A. P. A.. 1966. Integrated Survey and Land Clasification. ITC-UNESCO, Delf., 530p.
79. —————, 1982. Landscape Ecological Mapping. ITC Journal, 1982 (3) : 338-343.
80. Weinberg, G. M.. 1975. An Introduction to General Systems Thinking. Wiley-Interscience Publication. U.S.A., 280p.

81. Zhou, Q.. 1990. A Method for Integrating Remote Sensing and Geographic Information Systems. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 55(5): 591-596
82. Zonneveld, I. S.. 1979. Land Evaluation and Landscape Science. *ITC Textbook of Photo-Interpretation*, Enschede.



