

PROCADES

Documento de Trabajo



LOS RECURSOS NATURALES EN EL DESARROLLO AGROPECUARIO

SEGUNDA PARTE

La información sobre recursos naturales, generación, procesamiento,
centros de información, usos y usuarios.*

Serie II: Documentos Especiales Nº 2

Area: Recursos Naturales

*/ Para la elaboración de este documento, el Proyecto Regional RLA/77/006 del PNUD-FAO-CEPAL/ILPES de Capacitación en Planificación, Programación, Proyectos Agrícolas y de Desarrollo Rural (PROCADES), contó con los servicios de consultoría de los señores Javier Herreros V. y J. Fernando Espinoza F. Se reproduce para uso exclusivo en las actividades docentes del PROCADES.



INTRODUCCION

El documento oficial del PROCADDES establece, en carácter de actividad prioritaria, la contribución del Proyecto en la selección, producción y distribución de material docente para apoyar las actividades nacionales de capacitación en áreas relacionadas con la planificación, programación y proyectos agrícolas y de desarrollo rural.

Durante su primer año de funcionamiento, PROCADDES inició la elaboración de material docente, concentrando sus esfuerzos en la selección de referencias bibliográficas y en la preparación de textos y notas de apoyo académico. Para fines de divulgación los documentos de trabajo elaborados en PROCADDES han sido organizados en tres series de publicaciones:

La primera, denominada "bibliografías" concentra las contribuciones del Proyecto en este campo. Cada publicación incorpora un número limitado de fichas con comentarios descriptivos y analíticos sobre el contenido de los textos seleccionados. Complementariamente incluye una lista con simples referencias bibliográficas. Llámase la atención sobre el alcance parcial y limitado de los aportes de PROCADDES en el campo de las bibliografías: ellos son el fruto de trabajos de actualización y selección consultando básicamente la documentación existente en algunos centros de investigación radicados en Santiago y en las bibliotecas de las instituciones participantes del Proyecto.

La segunda, titulada "documentos especiales" contiene textos y notas de apoyo académico para ciertas cátedras normalmente incluidas en los cursos intensivos sobre desarrollo, planificación y proyectos agropecuarios y de desarrollo rural. Para la preparación de los documentos relativos a las series

I y II, el Proyecto ha contado con la colaboración de diversos servicios de consultoría que se especifican en cada publicación.

La tercera serie, "lecturas seleccionadas" divulga artículos escogidos de autores diversos y su presentación en forma de texto responde al único propósito de facilitar su difusión y lectura en el diario acontecer de las actividades docentes.

Por constituir una actividad inherente a la fase preparatoria de los cursos regionales y nacionales es intención de PROCADES continuar sus esfuerzos para organizar y transferir material docente a las entidades responsables por las acciones de capacitación. Para alcanzar los propósitos expuestos PROCADES expresa su interés por recibir tanto informaciones sobre actividades docentes realizadas a nivel nacional, provincial, como también la documentación académica utilizada, en la convicción de que su estudio, sistematización y posterior difusión dentro de la región abrirá mayores espacios para el intercambio de nuevas ideas y experiencias en materias relativas a la capacitación en planificación, programación, proyectos agropecuarios y de desarrollo rural integrado.

INDICE SEGUNDA PARTE

	<u>PAGS.</u>
1. LA INFORMACION GENERADA POR LAS INVESTIGACIONES SOBRE RECURSOS	
NATURALES	1
1.1. Suelos	1
1.1.1. Levantamiento de Suelos, escalas empleadas e Información resultante	1
1.1.2. Estudios básicos de suelos - Los Parámetros Edafológicos	5
1.1.3. Estudios Interpretativos	21
1.1.3.1. Clases de Capacidad de Uso	23
1.1.3.2. Aptitud de los Suelos para cultivos	27
1.2. Hidrología	29
1.2.1. Niveles Alternativos de Investigación	29
1.2.2. Principales tipos de Proyectos que requieren Información Hidrológica	32
1.2.3. Información Hidrológica - Requerida	32
1.2.4. Análisis de la Información Requerida	33
1.3. Climatología	44
1.3.1. Introduucción	44
1.3.2. Escalas Alternativas de Investigación	46
1.3.3. Variables estudiadas	48
1.3.4. Metodología de Trabajo	53
1.3.5. Distritos Agroclimáticos	55
1.4. Vegetación Natural	71
1.4.1. Escalas Alternativas	71

1.5. Recursos Forestales	73
1.5.1. Escalas Alternativas de Levantamientos	73
1.5.2. Variables Investigadas	75
2.- PRESENTACION Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION SOBRE RECURSOS NATURALES	77
2.1. La Situación Actual	77
2.2. Teorías y Conceptos sobre Banco de Datos y Sistemas de Información	80
2.3. Estructura de un Sistema de Información	83
2.4. Construcción de un Banco de Datos	86
2.5. Utilización del Sistema	95
3.- DEMANDA Y OFERTA DE INFORMACION	
3.1. Centros de Información de Recursos Naturales	103
3.2. Los Usuarios y Características de la Demanda de Información	107
4.- EL FUTURO DE LOS RECURSOS NATURALES	
4.1. Sobrepoblación y medio ambiente	110
4.1.1. Sobrepoblación y deterioro	110
4.1.2. Políticas de Uso y Conservación de R. Naturales	113
4.2. Incrementos de la Capacidad Productiva	117
4.2.1. Intensificación del Uso de los Recursos	117
4.2.2. Las Tecnologías del Futuro	120
BIBLIOGRAFIA DE PARTE II	125

1.- LA INFORMACION GENERADA POR LAS INVESTIGACIONES SOBRE RECURSOS NATURALES.-

Este capítulo está referido al contenido, metodologías, comúnmente usadas, clasificaciones más importantes, parámetros básicos generados, grados de detalle y utilidad principal de los estudios e investigaciones sobre los recursos naturales de suelo, agua, clima, vegetación natural y bosques, presentados en forma esquemática y resumida.

1.1. SUELOS.-

1.1.1. LEVANTAMIENTOS DE SUELOS, ESCALAS EMPLEADAS E INFORMACION RESULTANTE.-

La mayoría de los levantamientos de suelos realizados en América Latina han utilizado las clasificaciones definidas en el U.S. Soil Survey Manual, en fases, tipos y series de suelos.

La cantidad de detalles, el tiempo disponible y los fondos asignados definen por lo general la clase de mapa o levantamiento de suelos, a saber: (9)

a) Levantamientos y mapas esquemáticos o exploratorios:

Es un mapa muy generalizado y muestra las diferencias más importantes de los suelos de una zona de cierta extensión, como antecedente fisiográficos, topográficos, geológicos, de clima y vegetación.

Por lo general se utilizan escalas de 1:1.000.000 o más pequeñas.

Se basan en interpretaciones de fotografías aéreas en pequeñas escalas y/o de imágenes de satélites, con muy poco apoyo de terreno. Generalmente basta con la asesoría de un edafólogo conocedor de la zona en estudio.

Se trata de zonas muy extensas y su uso principal está en seleccionar áreas que ameriten estudios más intensivos de suelos.

b) Levantamientos y mapas de suelos a nivel de Reconocimiento:

La gran mayoría de los levantamientos de reconocimiento se presentan en mapas a escalas de 1:100.000 (raras veces 1:250.000) a escalas de 1:30.000. Se aplican a áreas aún extensas donde mapas exploratorios indican que el uso extensivo puede o debe ser cambiado a intensivo. Identifican suelos de aptitud forestal, ganadero, cultivos anuales y cultivos permanentes. De utilidad en planificación regional y generación de políticas agropecuarias, al identificar áreas con problemas de manejo, vulnerabilidad a erosión, ubicación a estaciones experimentales, agroindustrias importantes y otros. Permite identificar y delimitar las áreas que necesiten estudios más detallados de suelos, indicando objetivos específicos y escalas más adecuadas.

Los suelos son estudiados ya a nivel de series, sobrepasando el nivel de asociaciones característico de estudios exploratorios.

c) Levantamientos y mapas a Nivel Semidetallado y Detallado:

Mapean suelos delimitando claramente fases o tipos. Las escalas utilizadas son de 1:20.000 o mayores utilizando fotos aéreas de esa escala con intensivo apoyo de terreno en calicatas y descripción de los parámetros y estructura del Suelo.

Se utilizan para planificación final de proyectos de inversión, para determinar aptitudes a nivel de predios o pequeñas áreas, para proyectos de mejoramiento o ampliación de regadío y/o drenaje como casos en general.

Se incluye un listado de la utilización más frecuente que se le ha dado a este tipo de estudios:

- Adaptación de nuevas especies o variedades en cultivos.
- Introducción o mejoramiento de tecnologías y manejo más avanzado.
- Programas de extensión o difusión de nuevas técnicas.
- Experimentación e investigación agropecuarias sobre tipos precisos de suelos para poder ser extendidos a suelos semejantes.
- Clasificación y determinación de capacidad de uso con fines tributarios y de mejoramiento de la productividad.
- Proyectos de colonización agrícola.
- Hacer más diáfano el mercado de la tierra para fines productivos.
- Contribuir hasta el nivel de factibilidad en proyectos de instalación de nuevas agroindustrias y/o ampliación de las existentes.

- Proyectos de control de inundaciones, drenaje, Sistema de Riego, erosión y su evaluación.
- Equivalencia en suelos de diversas regiones y países,- para transferencia tecnológica eficiente.
- Estudios para fertilizaciones ajustadas.
- Determinación de distritos edafoclimáticos.
- Estudios de aptitudes de suelos para rubros y para áreas determinadas.
- etc.

1.1.2. ESTUDIOS BASICOS DE SUELOS - LOS PARAMETROS EDAFOLOGICOS.-

El número de propiedades edafológicas o parámetros necesarios para ajustados diagnósticos de calidades y aptitudes de suelos, son aproximadamente veinte. La descripción más aceptada por las diferentes escuelas nacionales, es la contenida en el "Manual de Levantamiento de Suelos del Departamento de Agricultura - USA".

Lo anterior no quiere decir que para cada caso de diagnóstico de potencialidad o para estudios interpretativos determinados, sea necesario el conocimiento de todos ellos. Muchas veces, para áreas restringidas o aptitudes específicas, bastará saber las características de cinco o seis parámetros para lograr objetivos prácticos de aplicación.

Con mayor razón aún, si los parámetros estudiados son incorporados en memorias de computador, donde constituirán la base para gran número de interpretaciones que se irán requiriendo y que, lógicamente trascenderán al conocimiento del recurso suelo, enriqueciendo el diagnóstico con información de clima, agua y de otros recursos productivos.

Para una cabal utilidad, los parámetros edafológicos deben indicar rangos de variación para cada característica estudiada y no sólo la presencia o ausencia de ella. Habitualmente ello se expresa por símbolos convencionales para las escalas de rangos.

A continuación se resumen las características y rangos de los parámetros fundamentales.

1.1.2.1. PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO.-

La profundidad efectiva o disponible es la sección donde las raíces de las plantas pueden penetrar efectivamente y donde se almacena el agua y nutrientes para la vida vegetal.

Se mide en función de la existencia de un cuerpo o cajas que mecánicamente impide o limita el desarrollo radicular, como: cualquier tipo de roca, tosca, hardfan, fragipan, duripan, ripio, horizontes petrocálcico, de fierrillo, arcilloso o mal estructurado, entre los más frecuentes. Es conveniente indicar el tipo de material que impide el arraigamiento por su influencia en los atributos del suelo.

La clasificación más usual de la profundidad del suelo, es la siguiente:

Suelo muy delgado	de 0	a 0,25 m
Suelo delgado	de 0.25	a 0.50 m
Suelo Mediano o moderado	de 0.50	a 0.90 m
Suelo Profundo	de 0.90	a 1.50 m
Suelo Muy Profundo	más de 1,50 m	

1.1.2.2. TEXTURAS DEL PERFIL.-

Es la proporción en que se encuentran las diferentes partículas que conforman el suelo en los horizontes del perfil. La textura superficial se refiere a los primeros veinte centímetros del suelo.

La textura de los horizontes de un suelo es determinada a partir de observaciones de campo y revisada en laboratorio mediante análisis físico-mecánico.

Las partículas básicas, cuya proporción determina una textura son: arena, limo y arcilla.

La textura se expresa en rangos que agrupan dos o más combinaciones y proporciones en que entran las partículas, nombrándose en primer término aquellas partículas presentes en mayor proporción, así tenemos:

Textura muy fina	= Arcilla densa o arcillosa pura.
Textura fina	= Arcillo-limosa y arcillo-arenosa.
Textura moderadamente fina	= Franco-arcillo-limosa; Franco arcillosa y Franco arcillo-arenosa.
Textura media	= Franco-limosa; Franco y Franco-arenosa fina.
Textura moderadamente gruesa	= Franco-arenosa-fina; Franco arenosa y Franco arenosa gruesa.
Textura gruesa	= Areno-franco muy fina; Areno-franco fina; Areno francosa; Areno-francosa gruesa; Arenoso fina o muy fina.
Textura muy gruesa	= Arenosa media y arenosa gruesa.

A la clasificación anterior se suele agregar una textura orgánica, donde prime este tipo de materia.

1.1.2.3. PERMEABILIDAD.-

Es la capacidad del suelo de transmitir agua o aire y se mide en velocidad de infiltración del agua, en centímetros por hora. En observaciones de campo, puede ser apreciado por ciertas características físicas del suelo, como textura, estructura, porosidad y horizontes compactados.

Las denominaciones de los distintos grados de permeabilidad se expresan según la velocidad de infiltración del agua. A continuación se indica un resumen de la escala generalmente aceptada:

<u>GRADOS DE PERMEABILIDAD</u>	<u>VELOCIDAD DE INFILTRACION</u> <u>cm/hora</u>
Muy lenta	Menor de 0.127
Lenta	de 0.127 a 0.5
Moderadamente lenta	de 0.5 a 2.-
Moderada	de 2 a 6.35
Moderadamente rápida	de 6.35 a 12,7
Rápida	de 12,7 a 25.-
Muy rápida	Mayor de 25

1.1.2.4. CAPACIDAD DE HUMEDAD APROVECHABLE.-

Es la capacidad del suelo para almacenar agua utilizable por las plantas, es decir, es la diferencia existente para un suelo, entre la "capacidad de campo y el porcentaje de marchitez permanente". - Se diferencia el concepto del de "suelo mojado" que se aplica al suelo - que contiene más agua que su capacidad de campo y por tanto percola o de ja escurrir agua.

1.1.2.5. REACCION DEL SUELO.-

Indica la intensidad de acidez o alcalinidad de un suelo, lo que es importante no solamente porque diferentes cultivos se adaptan y producen más en determinados rangos de acidez o alcalinidad, sino porque otras cualidades del suelo pueden ser inferidas de ella.

Normalmente se expresa en P.H., que es el logaritmo decimal con signo negativo de la concentración del ion hidrógeno.

El P.H. 7 es neutro y la siguiente es la pauta para interpretar el P.H. de un suelo:

<u>REACCION DEL SUELO</u>	<u>P.H.</u>
Fuertemente ácido	Menor de 5,0
Moderadamente ácido	de 5,1 a 6,5
Neutro	de 6,6 a 7,3
Moderadamente alcalino	de 7,4 a 8,5
Fuertemente alcalino	Mayor de 8,5

Por lo general, los horizontes superficiales de un suelo son más ácidos que el subsuelo en razón a los ácidos orgánicos de la materia orgánica que se incorpora al suelo.

1.1.2.6. DRENAJE NATURAL.-

Se refiere al tiempo que demora un suelo en eliminar el exceso de agua. Está íntimamente relacionada con la permeabilidad y el escurrimiento superficial.

Generalmente se separan seis clases de drenajes en las descripciones de perfiles de suelos, las que se listan a continuación, incluyendo su principal característica distintiva:

CLASE DE DRENAJECARACTERISTICAS

Drenaje Excesivo

El agua es muy rápidamente eliminada del perfil. Los suelos retienen insuficiente humedad para el adecuado desarrollo vegetal.

Bien Drenado

El agua se elimina con facilidad, pero no rápidamente. Mantiene una humedad óptima para el crecimiento de las plantas.

Moderadamente Drenados.

El agua se elimina del suelo con cierta lentitud. Generalmente se encuentra un horizonte de lenta permeabilidad o un nivel freático que mantiene saturado el suelo por períodos algo prolongados.

Drenaje Imperfecto

El agua es eliminada lentamente y permanecen mojados por apreciables períodos de tiempo. Por lo general hay un horizonte de muy lenta permeabilidad en el perfil y/o un alto nivel freático.

Pobrementemente Drenados

El agua es removida tan lentamente que el suelo permanece mojado gran parte del año. Son suelos grises con moteados superficial y en subsuelo.

Muy pobrementemente drenados

Suelos con sobresaturación casi permanente en todo su perfil. Solamente aptos para praderas con especies resistentes o bien solo en Primavera y/o Verano.

1.1.2.7. CONTENIDO EN NUTRIENTES.-

Se expresa en general centrándose en el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el suelo. Se investiga el contenido para cada serie de suelo y son de importancia para determinar fertilidad. Los nutrientes se expresan como contenido total o como contenido en N, P y K asimilable.

El análisis de suelos para determinar dosis y tipo de fertilizaciones ha ido perdiendo importancia con el perfeccionamiento del método de análisis foliar que determina carencia de nutrientes en la planta.

1.1.2.8. MATERIA ORGANICA.-

El porcentaje de materia orgánica de un suelo varía ampliamente, así como también el tipo, la calidad y estado de la misma. Depende básicamente de clase de suelo, del uso dado anteriormente y del clima predominante en el lugar.

Normalmente la mayor cantidad de materia orgánica se encuentra en el horizonte superficial y va decreciendo hacia los horizontes más profundos.

No es fácil y exacto determinar el contenido de materia orgánica a simple observación, pero se puede emplear como criterio para distinguirla, el color del suelo, esponjosidad del mismo, la mayor o menor tendencia a formar costras superficiales, la existencia y/o abundancia de macrofauna, etc.

1.1.2.9. PEDREGOSIDAD.-

Se refiere a la presencia de gravas y piedras en la superficie, denominándose "gravas" a los clastos de 2 a 7,5 cm y "piedras" a las de 7,5 a 15 cm de diámetro.

La mayor o menor cantidad de ellas puede limitar en forma grave el empleo de maquinarias, afectar la fertilidad y reducir la capacidad de retención del agua aprovechable en los suelos.

Los grados de pedregosidad se determinan por porcentaje de clastos entre 2 y 15 cms. de diámetro, aunque las clases de pedregosidad abundante o muy abundante pueden incluir clastos mayores de 15 cms.

<u>CLASES</u>	<u>% DE PEDREGOSIDAD</u>
Sin pedregosidad	Menos de 5%
Ligera pedregosidad	No interfiere las labores, pero rebaja la aptitud del suelo entre 5 y 15%.
Moderada pedregosidad	Limitante para cultivos escardados y riego por surcos. Entre 15 y 35%.
Abundante pedregosidad	Seria limitante para cultivos en general. Entre 35 a 50%.
Muy abundante pedregosidad	Impide cultivo del suelo. Sobre 50%.

1.1.2.10. PENDIENTE.-

La pendiente tiene diferente significación para el uso y manejo de un suelo, según sea la susceptibilidad de éste a la erosión. Así en suelos estables o poco susceptibles, los márgenes considerados son más amplios que en suelos erosionables. Un suelo altamente arcilloso puede incluso beneficiarse con una pendiente suavemente ondulada, ya que ello contribuye a un mejor drenaje. En suelos planos las arcillas aumentan de volúmen con la llegada de las lluvias e impiden el paso del agua a través del perfil, manteniéndose gran parte del invierno anegados con serio resentimiento de su productividad.

Según la susceptibilidad o erosionarse de los suelos, se pueden distinguir dos clases en las pendientes simples, medidas estas perpendicularmente a las curvas de nivel:

CLASE DE PENDIENTE	SUELOS NO EROSIONABLES PORCENTAJE	SUELOS EROSIONABLES. PORCENTAJE
Casi plano	0 - 2	0 - 1
Ligeramente inclinado	0 - 2	1 - 3
Suavemente ondulado	2 - 8	1 - 4
Moderadamente ondulado	8 - 15	4 - 8
Fuertemente ondulado	15 - 30	8 - 15
Escarpado	30 - 50	15 - 30
Muy escarpado	Más de 50	Más de 30

1.1.2.11. EXPOSICION DE LA PENDIENTE.-

Es un factor cuya influencia en la aptitud y potencialidad de los suelos tiende a subestimarse. Tiene muy marcada validez con la propensión a la erosión, ya que determinadas exposiciones presentan en cada región una evolución diferente de los suelos, distinta composición y grado de cobertura de la vegetación, el contenido en humedad y de materia orgánica también varía ampliamente, y todo ello determina suelos más o menos delgados, intemperizados y erosionables.

Las laderas más asoleadas, por lo general con exposición poniente, son casi siempre más secas, desprovistas de vegetación protectora, más afectadas por lluvias y escurrimientos que las laderas sombrías que guardan mayor humedad y vegetación por el rocío nocturno y su menor exposición a la radiación solar intensa. Según las regiones, hay también marcadas diferencias entre exposiciones. Las que miran al norte en el hemisferio boreal y las pendientes que dan al sur en el austral, son más sombreadas, húmedas y con más vegetación y suelos más profundos.

1.1.2.12. EROSION.-

Es el movimiento y arrastre de las partículas del suelo por los agentes naturales, como viento, agua, hielo, favorecidos o no por la acción del hombre. La observación de la erosión inducida o favorecida por el hombre, que es una erosión acelerada, puede dar una estimación aproximada de los cambios y daños que se han producido o se están operando en el suelo, indica daños predecibles para el futuro y revela aproximadamente como va apareciendo el suelo original. Como es difícil comparar un suelo erosionado con un suelo equivalente virgen, se estima la erosión a través de pérdida de fertilidad, estructura de la cubierta, cambios de color y la cantidad, frecuencia y magnitud de indicadores directos de erosión, como el arrastre superficial y las zanjas.

Las categorías generalmente usadas son:

A. EROSION DE MANTO:

- Erosión No aparente: Circunscrita a regiones planas o casi planas. Es im posible determinar el proceso erosivo con exactitud. El porcentaje de suelo perdido es inferior al 20%.

- Erosión Ligera: Se aprecian y a algunos pedestales de erosión, presencia de piedras en la superficie, cambios en el color, diferencias en composición y desarrollo de la cubierta vegetal. El suelo perdido puede ir del 20 al 40%.

- Erosión Moderada: A la acentuación de las características señaladas, se agrega la aparición del subsuelo en ciertas áreas.

- Erosión Severa: Se puede indicar que sólo pequeñas áreas presentan el horizonte superior ya erosionado y el subsuelo es visible, la vegetación muy afectada y todos los indicadores de erosión de manto están presentes. Pérdida del 60 al 80% del suelo.

- Erosión Muy Severa: Sólo restan retazos que demuestran la existencia anterior de suelo. Sólo se presenta el subsuelo y en algunas áreas ya está visible el material de origen. El porcentaje de suelo perdido es más del 80%.

B. EROSION DE ZANJAS:

Zanjas Ocasionales no profundas:

Se producen en forma esporádica en ciertas zonas por canalización y concentración de flujo de aguas. Actúan como drenes muy efectivos en áreas ganaderas, desecándolas muy rápidamente. Se podría considerar como zanjas ocasionales a no más de una o dos zanjas no profundas por hectárea.

Zanjas frecuentes y profundas:

Area de zanjas frecuentes se estima cuando se las encuentra cada 10 ó 20 metros. Debe observarse si se encuentran en actividad y si son cruzables por implementos de labranza para ajustar un diagnóstico y su posterior control.

Zanjas muy frecuentes:

Es un área totalmente cubierta de zanjas.

En la mayoría de los casos se van a encontrar erosión de manto y de zanjas en el mismo suelo. Para apreciar el grado de actividad de la erosión, el indicador principal es la mayor o menor cobertura vegetal y el vigor de su desarrollo.

1.1.2.13. MOJADURA.-

Para diferenciar el concepto de mojadura del de humedad, se dice que mojado es el suelo que contiene más agua que su capacidad de campo, húmedo corresponde más bien al agua que las plantas utilizan. El suelo mojado percola, y al apartarlo con la mano, deja escurrir agua.

GRADOS

CARACTERISTICAS

Ligeramente mojado :	El crecimiento de cultivos se afecta débilmente. El período de siembra se retrasa en una semana.
Moderadamente mojado :	Crecimiento algo más afectado y el retraso se estima de una semana a un mes.
Muy mojado:	Cosechas seriamente afectadas y retraso de siembra en más de un mes.
Extremadamente mojado:	Pantanos, ñadis, puquios, sualves, vegas húmedas y otros nombres en diferentes países. No prosperan - cultivos ni pastos mejorados.

1.1.2.14 SALINIDAD.-

Es la acumulación de sales en el perfil del suelo. Generalmente predominan las sales de calcio, en especial cloruros y sulfatos (álcalis blancos).

Se resume a continuación una dosificación de grados de salinidad y características predominantes).

- Salinidad ligera : Ligeras limitaciones en rendimientos y en posibilidades de rotación de cultivos.
- Salinidad moderada : Cosechas y rotaciones afectadas moderadamente.
- Salinidad severa : Rendimientos y posibilidad de rotaciones severamente limitadas. Escasos cultivos resisten y con escasa producción.
- Salinidad muy severa : Solamente prosperan plantas tolerantes casi siempre no útiles.

1.1.2.15. ALCALINIDAD.-

Algunos edafólogos unen su clasificación con los suelos salinos. En los alcalinos el complejo de absorción está saturado con elio (álcalis negro) y daña profundamente la estructura del suelo.

Los grados de alcalinidad: ligera, moderada y severa indican que las propiedades del suelo están afectadas en forma débil, media o seriamente.

Las plantas que crecen en suelos salinos se ven afectadas en su sistema radicular y reducen absorción y transpiración. La planta mantiene una concentración osmótica similar o inferior a la del agua que dispone. Por eso los suelos salinos se consideran "fisiológicamente secos" aunque estén mojados.

Para tratar suelos salinos y alcalinos se debe conocer no sólo el contenido en sales sino el tipo de éstas, ya que procesos de lavado sin esta información puede empeorar la situación al lavar sales de calcio dejando al ión sodio que comande, con grave deterioro del suelo y cultivos.

1.1.2.16. INUNDACIONES.-

Corresponde al período de tiempo en que el agua permanece sobre el suelo. La falta de estabilidad en el régimen de las aguas de los ríos y esteros produce, en grandes sectores, inundaciones de suelos bajos y terrazas aluviales. Se reconocen tres clases:

- | | |
|---|--|
| - Ocasionales y/o de corta duración | Atrasa época de siembras y labores y daña ocasionalmente los cultivos. |
| - Frecuentes y/o de baja duración | Limitación fuerte de rotaciones y considerable daño a cosechas. |
| - Muy frecuente y/o de muy larga duración | No apta para cultivos. |

1.1.2.17. CLASE DE MATERIAL SUBYACENTE.-

Diversas clases de materiales, consolidados, o no, componentes de origen del suelo o no, y que estén colocados a menos de 1.20 m de profundidad, frecuentemente afectan las características básicas del suelo, como fertilidad, características hídricas, permeabilidad, profundidad, etc.

Se clasifican según el material subyacente y debe indicarse la profundidad en que se les encuentra. Entre estos materiales tenemos: Rocas cristalinas, trumaos - rocas metamórficas, areniscas, rocas sedimentarias, materiales glaciares, turbas, toscas (hard pan), terrazas marinas o lacustres, clay-pan, gravas y piedras.

1.1.2.18. POSICION GEOMORFOLOGICA.-

Dice relación con el material de origen del suelo y de las condiciones y duración de la evolución geológica y pedológica.

Las formas más generalmente reconocidas son:

- Terrazas aluviales
- Terrazas Remanentes
- Lacustrinos
- Terrazas fluvioglaciales
- Terrazas Aluvio-coluviales
- Terrazas Marinas
- Piedmont
- Lomaje
- Cerros
- Altiplano
- Dunas
- Terrazas bajas formadas por ríos o esteros.
- Terrazas altas con suelos generalmente desarrollados.
- Originados por sedimentación muy lenta de texturas finas o muy finas.
- Origen en materiales fluvioglaciales.
- Suelos de plano inclinado con depósitos transportados por agua. Presentan gravas y piedras.
- Distintos grados y texturas que cubren materiales u origen marino.
- Suelos inclinados al pie de laderas montañosas formadas por sedimentos de posiciones más altas.
- Originadas a partir de planicies en posición alta, afectadas y erosionadas por el agua.
- Topografía fuertemente ondulada sean de cerros, islas o de cordilleras.
- Suelos de planicies altiplánicas.
- Acumulaciones de arenas por el viento, con texturas moderadamente gruesas o gruesas.

Son clasificaciones tecnológicas hechas para objetivos específicos en base a los reconocimientos de suelos, interpretando sus características o parámetros edafológicos y de cualidades inferidas de ellos. No solamente tienen una finalidad específica sino que también una clara limitación ya que están supeditados a calidades de otros recursos, a determinadas condiciones económico-sociales y a la tecnología aplicada en ese momento. Si hay cambios significativos en estas condiciones, deberán reinterpretarse los estudios básicos y sus parámetros edafológicos para ajustar él o los estudios interpretativos. La permanencia de los estudios básicos es pues, bastante mayor.

Los estudios interpretativos pueden estar adaptados a varias finalidades, siendo la principal y con mucho, la más usada, el estudio de capacidad productiva de la tierra que determina su uso potencial. Se efectúan también para determinar aptitud de la tierra o adaptación de determinados cultivos que está siendo cada vez más solicitado, estudios que determinan grado de productividad, propensión a la erosión, factibilidad para riego y/o drenaje, riesgos a inundaciones y otros fines aún más específicos.

Los estudios interpretativos son de valor más limitado en la medida que las regiones donde se aplican difieren en condiciones generales y económico-sociales y en niveles tecnológicos de su agricultura de donde provienen los estudios básicos. Además están más o menos influenciados por criterios técnicos de los profesionales que lo realizan.

El sistema de clasificación de la capacidad productiva de la tierra o estudio de "capacidad de uso" más extensamente aplicado en Latinoamérica, siendo este amplio uso una ventaja adicional a su valor intrínseco y metodológico, es el propuesto por el Soil Conservation Service de los Estados Unidos.

Agrupar los suelos en ocho clases, siendo la primera la que tiene más usos posibles y la octava donde menos usos son factibles. De igual modo las limitaciones y riesgos para uso agrícola se hacen progresivamente mayores de la primera a la octava clase.

Atendiendo a los mayores riesgos de cada clase, éstas se dividen en cuatro subclases, a saber: con símbolo "e" riesgo de erosión por agua y viento; "w" limitaciones por drenaje pobre o inundaciones; "s" deficiencias intrínsecas del suelo, como: suelo delgado, pedregosidad, salinidad, baja capacidad de retención del agua, etc.; y "c" limitaciones impuestas por el clima.

Las subclases se encuentran a su vez divididas en "unidades de capacidad de uso".

Las características de clases, subclases y unidades de capacidad productiva o de uso se resumen a continuación:

GRUPO DE TERRENOS ARABLES (CLASES I A IV).

DEFINICIONES SINTETICAS

CLASE I.- APTA PARA TODO CULTIVO.- SIN RESTRICCIONES.-

Suelos planos o casi planos (menos de 5% de pendiente), más de 1,20 metros de profundidad, alta fertilidad, drenaje bueno, sin peligro de inundaciones y no erosionables. Pueden ser cultivados sin riesgos con sistemas corrientes, produciendo cosechas altas o muy altas en la región. Aptos para todo cultivo en suelos bajo riego y para todo cultivo escardado y cereales en condiciones de secano por no tener períodos de sequía mayores de un mes.

CLASE II.- APTA PARA TODO CULTIVO CON CIERTAS RESTRICCIONES.-

Suelos de pendientes suaves, profundidad mediana, fertilidad moderada o buena. Pueden ser cultivados con métodos de protección de fácil aplicación y sujetos a moderados riesgos y limitaciones para su uso. Las características restrictivas más comúnmente consideradas son:

Pendientes suaves (hasta un 8%); moderado riesgo a erosión; profundidad de 0,6 a 1 m., alcalinidad y/o salinidad moderada; Texturas favorables o débilmente afectadas; inundaciones ocasionales y/o de muy corta duración; drenajes de fácil económica aplicación; moderados cuidados en el manejo, riego y fertilizaciones.

Aptas para cereales y con moderadas limitaciones para chacras en secano por efecto de heladas o sequías algo prolongadas. Cosechas moderadas o buenas.

CLASE III.

Suelos que producen rendimientos moderadamente buenos mediante adecuada rotación y tratamientos intensivos de manejo a causa de severas restricciones de uso y/o de severos riesgos de daños por limitaciones permanentes. - Las restricciones más frecuentemente encontradas son:

Suelos delgados (menos de 0,6 m), muy secantes (arenosos o gravosos que descansan en material similar), pendientes relativamente pronunciadas (moderada ondulado), muy erosionables, excesiva humedad y/o riesgos de inundaciones frecuentes o prolongadas, fertilidad inherente baja (necesitan uso continuo de fertilizantes para asegurar rendimientos medios), permeabilidad de lenta a muy lenta, afectos a sequías y/o heladas que afectan seriamente el cultivo de chacras y moderadamente el de cereales.

En resumen, necesitan métodos intensivos de manejo, de uso de agua de riego, empleo de fertilizantes y frecuentemente trabajos de habilitación de suelos como despedregamientos y drenajes.

CLASE IV.-

En general no aptos para cultivos escardados, ocasionalmente para cereales con manejo cuidadoso. Sus limitaciones más frecuentes son:

Fuertemente inclinados, muy erosionables en cultivos normales, fertilidad baja, rendimientos bajos, aptos para forrajeras o para cereales en rotaciones amplias y cuidadoso manejo, nivel freático muy alto, mala textura (muy arenosos o muy arcillosos), frecuentes riesgos de inundaciones y/o larga duración de ellas, suelos muy delgados (menos de 0.25 m).

GRUPO DE SUELOS NO ARABLES

CLASE V.-

Sin otra limitación para uso de praderas o forestales que un buen manejo. Suelos con poca pendiente pero con severas restricciones de clima. Sujetos a inundaciones frecuentes y prolongadas, excesiva salinidad, demasiado húmedos o pedregosos para ser cultivados.

CLASE VI.-

Tierras solamente aptas para praderas o forestales en razón a su alta pendiente (más de 15%), susceptibilidad a erosión, alta salinidad - alcalinidad, suelos delgados, limitaciones climáticas u otras características desfavorables que impiden su cultivo en forma permanente. En climas lluviosos, son habitualmente más rentables en producción de madera aserrable que en ganadería. Su riesgo a la erosión obliga a estrictas prácticas de manejo.

CLASE VII.

Suelos igualmente aptos para praderas o forestales, pero con mayores limitaciones o riesgos, habitualmente por: suelos muy delgados, pendientes escarpadas, secantes, ya con erosión severa o condiciones de alta alcalinidad. Requieren muy cuidadoso manejo. En zonas semiáridas y aún subhúmedas su uso ganadero es temporal y la forestación se restringe a las áreas más favorecidas.

CLASE VIII.-

Suelos sin uso agrícola. Solamente utilizables para resguardo de la vida silvestre, recreación y/o protección de hoyas hidrográficas. Limitadas permanentemente en su uso por clima, pendientes escarpadas, dunas estériles, suelos en avanzada etapa de destrucción por erosión, etc.

Como quedó expreso, cada clase puede dividirse en las cuatro sub-clase definidas y cada una de éstas en "unidades de capacidad de producción".

Estas últimas son divisiones más específicas y detalladas, solamente útiles en estudios detallados de suelos y de aplicabilidad en predios o fincas determinados. Son agrupaciones de suelos de características intrínsecas muy similares, con aptitudes muy semejantes para desarrollo de cultivos y con respuestas casi iguales a las mismas prácticas de manejo.

1.1.3.2. Aptitud de los suelos para Cultivos.-

Consiste en correlacionar las exigencias establecidas por estudios fenológicos para determinados cultivos en lo correspondiente a suelos y las características descritas en los levantamientos de suelos a nivel de detalle o semidetalle.

Los diferentes cultivos tendrán necesidad de hacer este balance en base a diferentes parámetros, balance que es efectivo y rápido si estos parámetros están en memorias de computadores apropiados.

Este tipo de estudio es altamente interpretativo y exige una base agronómica generalmente de gran especialización.

De mucha utilidad para proyectos de factibilidad en instalación, ampliación de líneas de procesamiento de agroindustrias agropecuarias, en proyectos de reasignación de recursos naturales y productivos a nivel de predios o de áreas de programas de créditos, extensión y capacitación, estudios de pronóstico de producciones, etc. etc.

1.1.3.3. Estudios de Adaptación a Riego y Drenaje.-

Siendo el riego uno de los principales medios para elevar la producción agropecuaria en los países, los estudios interpretativos de suelos de adaptabilidad a riego, son uno de los más frecuentemente realizados.

Los estudios de riego y drenaje tratan de superar la limitación de uso del suelo por contener exceso y carencia de humedad. Ambos se basan por lo general, en estudios interpretativos de capacidad de uso de los suelos, profundizando análisis y estudios de las clases de suelos I, II y III, en el caso de riego y de la clase V para drenaje, si la limitación determinante de esta última es el exceso de humedad. En ambos casos la clasificación referida es la explicada en párrafo 1.1.3.1. (correspondiente al sistema del Depto. de Agricultura de los EE.UU.).

Hay también estudios de factibilidad para riego y drenaje, en que por el nivel de gran detalle en las características hídricas y/o topográficas necesarias y que no se encuentran en levantamientos normales de suelos, usan metodologías especiales. La más utilizada es la del Bureau of Reclamation de los EE.UU.

1.1.3.4. Grados de Productividad.-

No es sino una profundización de los estudios sobre capacidad productiva de la tierra normalmente efectuados, estableciendo grados comparativos de productividad para cada clase de suelo contenido en un levantamiento. Son estudios interpretativos que necesitan de sólidos conocimientos en agronomía, pedología y economía agraria, para ponderar debidamente el peso de factores como tipos de cultivos con aptitud, y grado de aptitud, niveles de manejo por clase de suelo, adaptación a mercados y otras razones de costo-beneficio.

1.1.3.5. Estudios de Erosión.-

Se realizan dos tipos de estudios referentes a deterioro del suelo por erosión, aquellos levantamientos que reflejan los grados de erosión ya sufrida en diferentes unidades de suelos, y el estudio verdaderamente interpretativo que refleja la vulnerabilidad o propensión de unidades de suelos a la erosión. Esta última se basa en la interpretación de la estructura física del suelo y una evaluación del grado en que pueden ser afectados por los agentes erosivos. No son estudios frecuentes y su uso más socorrido es para base de planes de defensa de hoyas hidrográficas o para evitar avances de procesos erosivos.

1.2. HIDROLOGIA.-

1.2.1. Niveles alternativos de Investigación.-

En general, al igual que en otras investigaciones, se reconocen tres niveles de investigación que van de un estudio general de una cuenca o sub-cuenca hidrográfica, al estudio detallado correspondiente al punto específico en que se planifica y luego se diseña la obra de aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

1.2.1.1. Etapa de Reconocimiento o Evaluación global de las Posibilidades de Desarrollo.-

El primer paso, en muchos casos, corresponde a la ubicación y recopilación de la información estadística preexistente, así como el material cartográfico del área en estudio.

La siguiente tarea, se trata de ubicar en una cuenca hidrográfica - las concentraciones potencialmente más favorables de los recursos hidráulicos disponibles. Para este efecto, es suficiente, como primera aproximación, operar con la red básica de controles fluviométricos y con la red de estaciones meteorológicas. De no existir información hidrológica, deben emplearse información hidrometeorológicas de largo registro.

En esta situación se emplea el año como unidad de tiempo, y la representación cartográfica se hace en mapas 1:250.000 a 1:500.000 con curvas de nivel de 50 a 100 metros. Con base en esos antecedentes se realiza una evaluación espacial de las condiciones hidrológicas por medio de las siguientes cartas:

1. Mapa de isotermas medias anuales
2. Mapa de isoyetas medias anuales
3. Mapa de isolíneas medias anuales de escorrentía.

La escorrentía media anual se obtiene a través de la expresión general del balance hidrológico, esto es la diferencia entre la precipitación media anual y las pérdidas en igual período por evaporación. Las pérdidas por infiltración en un período anual se compensan con los afloramientos.

1.2.1.2. Etapa de Prefactibilidad.-

En esta etapa, además de hacer una evaluación local muy aproximada de la relación beneficio-costos, que implica un desarrollo específico de los recursos hidráulicos, se establecen las bases para la etapa siguiente.

Generalmente se recurre a este nivel en las investigaciones cuando se cuenta sólo con datos hidrometeorológicos, principalmente pluviométricos, y escasa y esporádica información pluviométrica.

En estas circunstancias, es aconsejable tomar precauciones muy conservadoras durante la estimación de las disponibilidades de agua, condiciones de estiaje y crecientes. Ello se logra mediante la aplicación de coeficientes bajos de escurrimiento a las precipitaciones cuando se evalúan disponibilidades y sequías y fijación de condiciones extraordinariamente críticas para las crecientes.

En esta etapa y con la información disponible, los cálculos sólo permitirán sacar conclusiones muy preliminares, que servirán para definir la conveniencia de entrar o no a la etapa siguiente durante la cual se necesita obtener una estimación más realista de las condiciones hidrológicas imperantes.

En esta etapa se definen las recomendaciones respecto a ubicación y número de estaciones pluviométricas y pluviográficas, complementadas con registros hidrométricos, y a proporcionar información básica sobre las condiciones bacteriológicas, químicas y de sedimentación. Se fija también la frecuencia y característica de las observaciones.

Lo usual es contar con registros de al menos cinco o siete años de duración, lo cual permite obtener valores normales representativos y estable con suficientes fluctuaciones estacionales como para poder correlacionarlos y ampliarlos con otra estadística de mayor longitud. También se recomienda preparar un catastro de derechos de agua y llevarlo actualizado. Por último se señala el área para la cual se requiere contar con material aerofotogramétrico, escala no inferior a 1:30.000 y topografía con escala no inferior a 1:50.000 con curvas de nivel de 10 a 20 metros de intervalo.

1.2.1.3. Etapa de Factibilidad y Diseño.-

Las operaciones de esta fase se inician con la recolección y evaluación del material disponible y el preparado en la etapa anterior.

Los mosaicos aerofotogramétricos, sirven de base para la localización de las principales concentraciones de agua freática y los canales que componen el sistema de riego existente.

En esta etapa los estudios deben centrarse en el área de localización de la obra hidráulica, captación o acumulador. Las unidades de tiempo se reducen, según la obra, a estimaciones semanales, diarias y horarias, en zonas urbanas. En esta etapa corresponde efectuar el diseño de ingeniería del proyecto y su evaluación económica detallada.

1.2.2. Principales tipos de Proyectos que requieren información hidrológica.-

1.2.2.1. Uso del Agua para Fines Utiles:

- Abastecimiento de Agua Potable
- Regadío
- Generación de Energía hidroeléctrica
- Navegación.

1.2.2.2. Control o Regulación de las Aguas:

- Control de Avenidas
- Drenaje de terrenos
- Puentes y alcantarillas en obras viales
- Redes de alcantarillados para la evacuación de aguas servidas.

1.2.2.3. Control de Contaminación:

1.2.3. Información Hidrológica requerida.-

Para abordar estos proyectos es necesaria la siguiente información hidrológica:

- 1) Demandas totales y temporales de Agua
- 2) Disponibilidades promedio de Agua
- 3) Disponibilidades mínimas de Agua
- 4) Determinación de los caudales máximos de las crecientes.
- 5) Determinación de los volúmenes de las crecientes.
- 6) Disponibilidades de Aguas Subterráneas
- 7) Evaluación de derechos de agua
- 8) Condiciones bacteriológicas del Agua
- 9) Condiciones Químicas del Agua
- 10) Análisis del sedimento en suspensión y de arrastre.

1.2.4. Análisis de la Información Hidrológica requerida en función de los Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable y de Regadío.-

1.2.4.1. Demanda Total y Temporal de Agua.-

La evaluación de la cantidad de agua que se requiere para un determinado desarrollo se afina sucesivamente a medida que el estudio pasa a través de etapas de prefactibilidad o etapas estimativas, o de factibilidad, esto es etapas tendientes a demostrar si las obras se justifican o no, hasta las etapas de proyecto definitivo, en la cual se diseñan las obras. Sin embargo, los antecedentes que se requieren, difieren también - según el tipo de proyecto de que se trate.

- Abastecimiento de Agua Potable.-

En sus etapas de prefactibilidad o estimativas, es necesario establecer la cantidad de agua que se necesita a lo largo de la vida útil del proyecto. En esta etapa es suficiente expresar la demanda de agua en miles de litros diarios como consumo de un día promedio, tomando como base el crecimiento de la población y el aumento del consumo diario per cápita. En estos últimos valores se debe ser realista, considerando el nivel de vida de la población a beneficiar.

En etapas más avanzadas de diseño, en especial tratándose de aducción y distribución, es necesario detallar más los cálculos. Por ello se estima la demanda horaria para un día típico y para el día de máximo consumo. Para ello se distribuye en porcentajes el valor de la demanda de un día promedio a lo largo del día. Será necesario agregar a los valores de consumo una cierta cantidad que compense las pérdidas en el Sistema de Aducción y distribución y en algunos casos una compensación de agua para quienes habitan en la zona comprendida entre el lugar de captación

y la o las áreas de distribución. Por último, deben calcularse márgenes para afrontar emergencias como incendios, etc.

- Regadío. -

La función del regadío es suplir una cantidad tal de agua que permita compensar el déficit de las precipitaciones y mantener en el suelo un contenido de humedad que asegure un rendimiento óptimo a las cosechas de cada uno de los cultivos que se encuentran en el área del proyecto. La demanda de agua para un proyecto de regadío se compone de:

1. Del agua consumida en forma beneficiosa por los cultivos, mientras pasan por las distintas etapas de crecimiento, para compensar las pérdidas por transpiración y evaporación de las superficies del área de cultivo.
2. De los aprovechamientos no beneficiosos, y en las pérdidas que incluyen el derrame superficial y las percolaciones que se producen en el área regada.
3. A la cantidad de agua que se pierde en el camino de aducción desde el lugar de captación hasta la entrada a los terrenos por regarse.

Para una investigación a nivel de Reconocimiento o Prefactibilidad, la demanda de agua para una determinada área de riego puede estimarse por comparación con la precipitación, y el aprovechamiento del agua con algún proyecto de irrigación de alguna zona cercana. Sin embargo en las etapas siguientes, y en ausencia de estadística confiables de irrigación, es necesario evaluar los componentes antes señalados.

El primer componente se llama consumo neto de agua y corresponde a las pérdidas por la evapotranspiración. En aquellas zonas en que hay escasa información, lo usual es estimar este componente a partir de las informaciones climatológicas para cada uno de los cultivos existentes o previstos. Uno de los métodos que ha sido más aplicado últimamente es el de Blaney Criddle, modificado por el U.S.D.A. Soil Conservation Service.

El segundo componente, o eficiencia de riego, depende fundamentalmente del sistema de riego que se recomienda adoptar y de la recuperación de las aguas remanentes. Una eficiencia de un 50 por ciento para una irrigación superficial es un buen promedio.

El tercer componente, o eficiencia de conducción, se compone de las pérdidas por infiltración en el canal y en las compuertas y por las pérdidas de regulación del sistema. Sus valores dependen del tipo de revestimiento del acueducto, la longitud de éste, el tipo de compuertas y se expresan generalmente en porcentaje de la cantidad de agua por derivarse.

1.2.4.2. Disponibilidad Promedio de Agua.-

Este concepto incluye el análisis hidrológico de las disponibilidades de agua medias anuales, medias mensuales y medias diarias con que puede contarse, ya sea por medio de los escurrimientos superficiales o subsuperficiales o a través de las precipitaciones, a fin de permitir la comparación de dichos valores con los resultados de los estudios de demanda. Por tanto, es necesario ordenar los antecedentes hidrológicos en forma tal que se facilite su comparación.

Cuando la información sobre caudales es limitada, o cuando el tiempo disponible es escaso, en etapas preliminares de análisis, se recomienda efectuar una estimación regional o puntual del caudal anual disponible ocupando como base las estadísticas anuales de precipitaciones.

A partir de esta información, los valores de la escorrentía media anual, se obtienen, mediante un balance hidrológico simple del tipo $E=P-D$, donde E = escorrentía media anual; P = precipitación media anual y D = déficit de escorrentía o pérdidas. Este último se compone principalmente de las pérdidas por evaporación y evapotranspiración, fenómeno que depende básicamente de la temperatura del aire.

Cuando existe estadística limitada de caudales, puede ampliarse esta información a base de las precipitaciones anuales, mediante una correlación simple del tipo $Q = a P + b$.

El análisis de las disponibilidades de los caudales mensuales se realiza, cuando se cuenta con una buena estadística en caudales, con base a una correlación múltiple, entre los caudales y los valores de la precipitación del período (t) y de algunos períodos anteriores al vigente ($t-1$; $t-2$; etc.), del tipo: $Q = at + b (t-1) + \dots + c$. Si no se cuenta con estadística alguna, de los caudales mensuales, en el área en estudio, sólo pueden hacerse estimaciones de escasa precisión, aplicando relaciones obtenidas en áreas vecinas, de condiciones climáticas, topográficas y geológicas similares.

La información obtenida de caudales, se grafica en hidrogramas. Estos hidrogramas se comparan con la demanda, del período analizado, anual o mensual, y es posible definir a simple vista la ubicación de los subperíodos deficitarios y los excedentarios de agua.

En el caso de Proyectos de Regadío, debe definirse primero si la demanda de agua de los diferentes cultivos es satisfecha por las precipitaciones, por lo tanto, el análisis preliminar comprende dos fases:

En la primera fase, se determina si las precipitaciones medias regionales anuales y mensuales son iguales o superiores a la demanda. De ser así, en principio, no se necesita el riego. En caso contrario se entra en la

segunda fase en la que se definen los meses deficitarios y se analizan las disponibilidades de los caudales promedios mensuales correspondientes a los escurrimientos superficiales y subterráneos. A continuación se efectúa un análisis más detallado con base en las disponibilidades mínimas de agua.

De existir una fuente adicional de abastecimiento de agua, si un estudio económico indica la ventaja de ocuparla durante ciertos meses, es necesario enfocar un estudio de frecuencia o probabilidades de ocurrencia.

Cuando se trata de definir el efecto de operar una regulación del agua o embalse, o cuando se efectúa un estudio de alternativas entre dos o más fuentes de abastecimiento, se recurre generalmente a las curvas de duración general que muestran el porcentaje del tiempo en que un determinado caudal o volumen correspondiente a una cierta unidad de tiempo es igualado o superado, independientemente de la secuencia del tiempo en que se produce este hecho. Si se estudia un embalse de regulación estacional o de temporada, tales curvas pueden prepararse con los valores medios mensuales.

Por último, para un proyecto de regulación diaria, o de captación con almacenamiento es necesario analizar la disponibilidad media diaria. Debido a la gran cantidad de valores que deben ser examinados, por lo general se utiliza directamente la estadística de caudales medios diarios conjuntamente con las curvas de duración general, preparadas para dichos valores.

1.2.4.3. Disponibilidades Mínimas de Agua.-

Las investigaciones sobre las disponibilidades de las cantidades mínimas de agua o el análisis de los períodos de estiaje o sequías son necesarias para los proyectos de regadío y de regulación o de captación con almacenamiento.

Para hacer el análisis de frecuencia de los gastos de estiaje, es recomendable usar años climatológicos cuyo comienzo se fija en pleno invierno o período lluvioso. Se determina para cada año climatológico el valor del caudal mínimo medio diario. Luego se promedian los caudales medios diarios agrupados en grupos de 7, 30, 60, 120 y 183 días, separando para cada año el promedio mínimo. Para cada uno de estos valores se definen los intervalos de retorno T_r . Los valores $T_r = f(Q_m)$ obtenidos se llevan a un Papel Log-Prob.

La aplicación de estos gráficos es sumamente amplia. Para un proyecto de abastecimiento de agua o un sistema de alcantarillado, para la evacuación de aguas servidas o en el control de la contaminación de los ríos, por lo general se diseñan las obras admitiendo un cierto riesgo debido a un déficit temporal en las disponibilidades del elemento líquido. Tratándose de una obra de abastecimiento de agua potable, es usual tener una fuente de abastecimiento auxiliar que durante una emergencia pueda ser ocupada. De igual manera existe cierta tolerancia en determinados cultivos para resistir una corta sequía, etc.

El mismo análisis indicado, se sigue también para un proyecto de riego con el fin de estudiar las frecuencias de las sequías a esperarse en función de las precipitaciones, para poder definir los períodos de riego para una determinada zona durante el ciclo de crecimiento. Para ello se seleccionan las precipitaciones mínimas que se presentan en períodos de diversas longitudes durante dichos ciclos.

Durante el estudio a nivel de prefactibilidad, es usual operar mediante las curvas acumulativas de las aportaciones netas, esto es, ya ajustadas por las pérdidas de evaporación y los volúmenes comprometidos por los derechos de agua.

Ya en la etapa del diseño definitivo es necesario sustituir esta estimación gráfica mediante un detallado cálculo numérico afinando los factores que inciden en el balance hidrológico total: caudal afluente, precipitación, demandas de agua, pérdidas por evaporación, pérdidas por infiltración, derechos de agua comprometidos, etc.

1.2.4.4. Estudio de las Crecientes o Avenidas.-

En la hidrología, las crecientes, ocupan un sitio especial por las incidencias que tienen tanto en la definición de las obras que se construyen o en las precauciones que deberán tomarse para el control de las inundaciones, como en el diseño de determinadas obras hidráulicas que pueden quedar afectadas por sus consecuencias o las que son necesarias para su normal evacuación.

Se define una creciente como el incremento del caudal que trae consigo un alza del nivel de agua en un lugar específico de un curso pluvial hasta culminar en un peak máximo para en seguida bajar según una curva de bajada o de recesión:

El estudio de las crecientes comprende la determinación de la magnitud del caudal máximo a esperarse en un sector fluvial y el consecuente nivel máximo de agua, la frecuencia con que pueden esperarse en el futuro dichos caudales o niveles máximos y la determinación de sus volúmenes.

El cálculo de los caudales o niveles máximos y la frecuencia con que se anticipan las crecientes es de interés para la totalidad de los estudios que se relacionan con la utilización del agua para fines beneficiosos y las investigaciones referentes al control y regulación de las aguas, exceptuando las redes de alcantarillado para la evacuación de aguas servidas. En cambio, la determinación del volumen de las máximas crecientes probables es esencial en un estudio de control de avenidas o en proyectos de drenaje de terrenos.

En la etapa de reconocimiento o prefactibilidad, o cuando se carece de información básica en el lugar de investigación, las estimaciones del caudal máximo pueden basarse en las curvas envolventes de las crecientes máximas registradas, en áreas vecinas a la zona bajo estudio, aplicando los adecuados factores de seguridad o por falta aún de estas informaciones, recurriendo a las expresiones empíricas del tipo $Q = CA^n$ en que A= Superficie del Area de Drenaje y C y n constantes que involucran características climáticas y topográficas.

Para estudios más detallados se utiliza, al margen de los procedimientos ya señalados, el hidrograma unitario sintético a base de los coeficientes de Snyder o el Método de Bureau of Reclamation u otro similar, reservando otros procedimientos más laboriosos, como el método del hidrograma unitario propiamente dicho o correlaciones múltiples, para la etapa del diseño final.

Ya en la etapa de prefactibilidad, en un estudio específico, generalmente se determinan tres valores en crecientes cuyas definiciones se aclaran a continuación, adoptando normas y conceptos actualmente aceptados por las Naciones Unidas (Manual Of Standards and Criteria for Planning Water Resource Projects) y otros organismos internacionales.

La Creciente Máxima Posible: se considera como la creciento máxima que teóricamente puede presentarse en un lugar determinado durante nuestra actual era geológica y climatológica.

La Creciente Máxima Probable: es la creciento más grande que razonablemente puede esperarse que se produzca en un lugar específico.

La Creciente de Diseño: es la creciento mediante la cual se diseñan las obras hidráulicas o se planifica el proyecto.

1.2.4.5. Disponibilidad de Aguas Subterráneas.

El estudio de las aguas subterráneas es de primordial importancia en proyectos de drenaje, redes de alcantarillado para aguas servidas, riego, abastecimiento de agua potable y en el control de la contaminación de las aguas.

Mientras que para los primeros tres proyectos señalados interesa conocer el nivel freático respecto de la superficie, en los proyectos de abastecimiento, las subterráneas pueden constituir una fuente adicional y por lo tanto será necesario investigar adicionalmente el rendimiento de las zonas perforadas.

Durante la etapa de reconocimiento o de un estudio semidetallado, las investigaciones se limitan a definir en forma aproximada las áreas en que existe la posibilidad de efectuar un aprovechamiento de este recurso señalando su extensión, espesor y características, y estimando su rendimiento económico en base a estadísticas e información provenientes de pozos ya existentes complementados con una pequeña cantidad de pozos adicionales de exploraciones.

En la etapa siguiente es necesario investigar y registrar estadísticamente las fluctuaciones de nivel durante las pruebas de bombeo o del caudal para pozos artesanos, a fin de poder sacar conclusiones más definitivas sobre el rendimiento de los pozos y sobre la seguridad hidrológica de que se pueda contar en el futuro con estas fuentes de abastecimiento. Es deseable un control de recarga que experimentan estos pozos con las aguas sobrantes y con la precipitación.

1.2.4.6. Derechos de Agua:

Al analizar una estadística de caudales medios diarios hay que tener en cuenta que dicha información señala solo el registro de la cantidad de agua que ha pasado frente a una determinada sección y que no refleja la cantidad de agua disponible para ser ocupada para algunos proyectos. Por ello debe realizarse un catastro de los derechos de agua que debe contener básicamente las siguientes informaciones:

1. Nombre de los usuarios.
2. Acequias que se aprovechan
3. Uso del agua
4. Caudal medio
5. Caudal máximo que pueden conducir las acequias
6. Caudal a que tenga derecho el usuario de acuerdo con las concesiones otorgadas.
7. Balance de requerimientos y dotación ocupada.
8. Plano de límites de las tierras regadas y regables y ubicación de los recursos aprovechables.

1.2.4.7. Condiciones Bacteriológicas.-

El análisis de las condiciones bacteriológicas se basa en el resultado de muestras obtenidas diariamente o semanalmente, las cuales se extraen en conjunto con los controles fluviométricos.

La información es necesaria en las etapas de diseño de las obras, ya sea de redes de alcantarillado, de abastecimiento de agua, de riego, o de control en la contaminación.

1.2.4.8. Condiciones Químicas.-

Su obtención es similar a la del análisis bacteriológico, mediante muestras. Los análisis incluyen informaciones sobre pH, alcalinidad, dureza y la temperatura. La determinación de las condiciones químicas es de gran importancia para los mismos estudios del punto anterior. Existen sales que son toleradas por un cierto cultivo o por el consumidor hasta un cierto límite.

1.2.4.9. Análisis del Sedimento en Suspensión y de Arrastre por el Fondo.-

El gasto sólido se compone del sedimento en suspensión, del arrastre por el fondo o acarreo y del sedimento de lavado. Para algunos problemas interesa conocer la carga total del sedimento, vida útil de embalses, pendiente mínima de canal, etc.

La información se obtiene mediante muestras extraídas diariamente.

1.3. CLIMATOLOGIA.-

1.3.1. Introducción.-

El clima es uno de los recursos naturales básicos que tiene mayor influencia en las actividades desarrolladas por el hombre, por lo cual - su conocimiento es necesario para una buena adaptación a las condiciones que presenta o para buscar las formas de corregir o moderar su influencia.

En la actividad agrícola, se busca implantar aquellos cultivos que se adaptan a las condiciones climáticas locales, analizando factores como resistencia a las sequías, intervalos de temperaturas para un desarrollo adecuado, influencia de las heladas, etc. El riego es la forma más usada para corregir una deficiencia climática, que es la falta de precipitación en - alguna época del año. Otras formas de corregir la acción de algunos elementos climáticos son por ejemplo el uso de invernaderos, implantación de corta vientos, métodos de protección contra heladas, etc.

La influencia del clima también es importante en otros sectores de la economía. La construcción de viviendas debe adecuarse al clima existente en cada área, adecuando pendientes de techos, desagües, aislación térmica; orientación según vientos predominantes; asoleamiento, efecto de la humedad, etc. En este sector, un diseño apropiado al clima del entorno puede producir importantes ahorros.

La influencia del clima en las actividades desarrolladas al aire libre es obvia; por ello es importante su conocimiento para el desarrollo del turismo, deportes, recreación, etc. También debe considerársele en faenas industriales o de construcción.

En el sector energético, el clima influye en varias formas. - La producción de energía hidroeléctrica está basada en las precipitaciones. La energía solar puede ser un recurso energético importante en algunas localidades apartadas. El consumo de energía está afectado por factores meteorológicos.

El transporte es una de las actividades que se ve más afectada por el clima en todas sus formas, terrestre, aéreo y marítimo. En otros sectores de la actividad económica también se pueden identificar influencias climáticas.

El objetivo de los estudios de clima no debe ser dar una respuesta a todas sus aplicaciones posibles, sino entregar análisis de los factores climáticos que son de mayor relevancia para determinadas actividades que lo requieran.

En este caso el análisis estará orientado hacia la actividad agropecuaria y la hidrología con lo cual se dará énfasis al análisis de precipitaciones y temperaturas y también análisis de la humedad, nubosidad, horas de sol y radiación solar.

Uno de los aportes importantes que la climatología puede hacer a la actividad agropecuaria es la definición de distritos agroclimáticos, de los cuales también se indicarán antecedentes para su delimitación.

Algunas situaciones en que los estudios de clima son especialmente útiles para la actividad agropecuaria son las siguientes:

- a) Colonización racional de áreas no dedicadas a la agricultura.
- b) Selección de zonas climáticamente aptas para la implantación de cultivos o especies ganaderas exóticas.
- c) Áreas recomendables para la producción de nuevas variedades producidas en estaciones experimentales.

- d) Establecer equivalencias climáticas con áreas del exterior, para importar especies, cultivos, forrajeras, forestales, - etc., que mejoren el potencial productivo de un área local.
- e) Conocer las limitantes climáticas más importantes para de - terminados cultivos, con el objeto de sobrepasarlas, median - te selección de variedades; labores culturales, y épocas de cultivo adecuadas; uso de invernaderos, túneles, mulches, - calefactores, riego, etc.
- f) Proyectar obras hidráulicas o de riego.
- g) Aplicar o incentivar la aplicación de prácticas de conserva - ción para disminuir el deterioro causado por las limitantes de clima.

1.3.2. Escalas Alternativas de Investigación.-

El clima, se define como el ambiente atmosférico constituido - por una serie de estados de la atmósfera en un lugar determinado en su suce - sión habitual. El clima de un lugar no se define por su temperatura, o por las precipitaciones, o los vientos de esa área, sino por las combinaciones complejas de esos fenómenos.

Sin embargo, para caracterizar el clima, habitualmente se hace a través del registro de los valores que toman algunos de esos fenómenos - climáticos, en las llamadas estaciones meteorológicas.

Cada estación reúne uno o más instrumentos de medición. Nor - malmente estas estaciones son de responsabilidad de una o varias Institu - ciones que tienen como función llevar estos registros regularmente a través del tiempo.

La ubicación y densidad de las estaciones es sumamente variable de región en región. Su ubicación ha dependido del uso u objetivo que han tenido los registros, así como de la posibilidad material de atender cada estación. Así el estudio del clima a nivel de una zona determinada, se ve ante el problema de contar con escasas estaciones que provean información, por contraste con el enorme volumen con que cuentan los principales centros urbanos, generalmente.

En la práctica también se aprecia el hecho de que las estaciones urbanas o "centrales" los componentes del clima han sido observados por largos períodos, en cambio las estaciones locales son de períodos cortos o con intermitencias.

De ahí que, por las razones señaladas, al realizar análisis climatológicos, en que el problema fundamental es el de poder asignar probabilidades a un valor observado, el número de variables, el nivel de precisión y la escala en que puedan ser representadas, dependerá de la cantidad y calidad de la información obtenible de las estaciones meteorológicas existentes y de la densidad de ellas.

Existen sin embargo, formas de atenuar las dificultades originadas en la escasez de información, mediante procesamientos estadísticos de correlación entre varias estaciones, lo cual es la base de las metodologías de uso normal en estas situaciones.

Sin embargo, pueden señalarse algunas escalas de trabajo para los diferentes niveles de detalle.

En la etapa de Reconocimiento, es suficiente como primera aproximación, se puede emplear el año como unidad de tiempo, para los principales parámetros y el uso de escalas 1:500.000 para las cartas de isolíneas con curvas denivel cada 100 metros.

En la etapa o nivel de prefactibilidad, puede emplearse el mes como unidad de tiempo y se requeriría un período mínimo de observación en las estaciones, para poder signar probabilidad, plazo no inferior a cinco o siete años. La escala de la cartografía de isolíneas deberá ser no menor de 1:250.000 con curvas de nivel cada 50 metros.

Las variables medidas de cada fenómeno climatológico también se relaciona con el nivel de detalle empleado, siendo suficientes aquellas más generales en el nivel de reconocimiento y aspectos más detallados a nivel de prefactibilidad.

1.3.3. VARIABLES ESTUDIADAS.-

La selección de variables que se expone a continuación ha sido basada en las demandas que surgen principalmente del Sector Agropecuario y del hidrológico.

En general, ellas dicen relación con la Precipitación, Temperatura, Humedad Relativa, Nubosidad, Evapotranspiración Potencial, Insolación, Radiación y Viento.

A. Precipitación.

A.1. Precipitación Total (mensual y anual).

Esta variable es de interés fundamental y puede expresarse mediante trece cartas de isoyetas de valores promedios.

A.2. Precipitación Total que exceda varios niveles de probabilidad (mensual y anual).

Normalmente se seleccionan los niveles 5, 20, 50, 80 y 95%. Pueden ser representados en cartas.

- A.3. Número de días de precipitación que igualen o excedan ciertos valores (mensual y anual).

Los valores normalmente seleccionados son 0.1, 1.0 y 10.0 mm. Pueden también representarse en cartas los valores anuales sobre cada umbral.

- A.4. Número de días con tormenta (mensual y anual).

Se define una tormenta con una agrupación de días consecutivos de precipitación, entre dos días sin lluvia. La información de lluvia diaria es imprescindible para la determinación de este parámetro.

- A.5. Cantidad promedio de precipitación por tormenta (mensual y anual).-

Para la determinación de este parámetro también se requiere información de precipitación diaria.

- A.6. Duración promedio del período seco entre dos tormentas. (anual y mensual).-

Este parámetro también requiere la información diaria de precipitaciones.

- A.7. Fecha promedio entre el primer y el último día de precipitaciones (Anual).

- A.8. Duración promedio del período lluvioso (anual).-

Este período se define como el número de días entre la precipitación ocurrida a medio verano y la última precipitación anterior a la mitad del verano. Requiere de información diaria.

A.9. Promedio Anual de Precipitación Util.-

Este antecedente se obtiene por la sumatoria de los excedentes mensuales, positivos, entre la precipitación mensual y la evapotranspiración del mes. Para estos efectos la evapotranspiración se estima como 0,5 de la evapotranspiración potencial.

B. Temperatura.-

B.1. Temperatura Media (Mensual y Anual).-

Este antecedente se obtiene a partir de los registros históricos y se representa en 13 cartas de isotermas.

B.2. Promedio de Temperaturas Máximas y Mínimas diarias (Mensual y Anual).-

Estos parámetros pueden representarse en cartas para los meses de mayor interés o para el total.

B.3. Amplitud media de la Temperatura (Mensual y Anual.-

Corresponde al promedio de las diferencias entre temperaturas máximas y mínimas diarias.

B.4. Número de días con temperaturas mínimas, iguales o menores a 0° C (Mensual y Anual).-

B.5. Número medio de días con Temperaturas Mínimas, iguales o menores que 5° C (Mensual y Anual).-

B.6. Número de días con Temperaturas Máximas iguales o inferiores a 25 ° C. (Mensual y Anual).-

B.7. Fecha de la Primera y Última Helada con probabilidad del 20% y 50%. -

B.8. Duración media del Período libre de Heladas. -

B.9. Grados días acumulados (Mensual solamente). -

C.- Humedad Relativa.-

C.1. Humedad Relativa media diaria. - (Mensual y Anual).

D.- Nubosidad.-

D.1. Promedio diario de cielo cubierto (Mensual y Anual).

D.2. Promedio de días despejados o con nubosidad (Mensual y Anual).

D.3. Promedio de días con neblina (Mensual y Anual).

E. Evapotranspiración Potencial.-

E.1. Promedio acumulado de Evapotranspiración (Mensual y Anual).

F. Insolación y Radiación.-

F.1. Media diaria de Horas de Sol (mensual y anual).

F.2. Media diaria de Radiación Solar (mensual y anual).

G.- Viento.-

G.1. Rosa de Vientos (mensual y anual):

Esta información se representa para cada uno de los puntos del compás e incluye la frecuencia que el viento sopla des de una dirección y el promedio de su rapidez.

Está basado en tres observaciones diarias.

G.2. Promedio de Rapidez (Mensual y Anual).-

G.3. Promedio de días con vientos superiores o iguales a 20 nudos (Mensual y Anual).-

1.3.4. Metodología de Trabajo.-

Se identifican 5 etapas básicas para el ingreso de la información requerida.

A. Entrada de Datos Básicos.-

Esta etapa se relaciona con la localización y registro de todos los datos climatológicos disponibles y necesarios.

Se reconocen en ella, las siguientes subetapas:

A.1. Definición de los Datos Necesarios.

A.2. Catastro de Estaciones.

Este catastro considera la evaluación del período de registro de cada variable.

A.3. Recolección de Datos

A.4. Grabación de los Datos.

A.5. Creación del Archivo Maestro de Estaciones.

B. Ajuste de los Datos.-

Esta etapa se relaciona con la eliminación o minimización de las inconsistencias en los datos como producto de los diferentes períodos de registro.

B.1. Selección de Estaciones en normalización

B.2. Normalización de los Datos:

Determinación de la serie patrón, construida sobre la base de las estaciones seleccionadas.

- B.3. Depuración de los Resultados de Normalización.
- B.4. Selección de la Estadística de Datos Bases.
- B.5. Ajuste de los Datos a Funciones Empíricas.
- B.6. Depuración de los Resultados del Ajuste.

C. Cálculo y Control de Calidad de los Parámetros.-

El propósito de esta tarea es realizar aquellos cálculos necesarios para definir los promedios mensuales y anuales de los diversos parámetros. Se emplean para ello los datos brutos o normalizados u otros.

D. Almacenamiento de Datos.

Esta etapa requiere especial atención al tratarse de archivos computarizados.

E. Generación de Mapas de isolíneas.

1.3.5. Distritos Agroclimáticos.-

Introducción:

La agricultura, uno de los componentes del desarrollo regional, moviliza una serie de recursos sobre los cuales el hombre posee la tecnología para influir en mayor o menor grado. Dentro de estos recursos está el clima, que constituye el menos manejable desde un punto de vista tecnológico. Debido a esto último, existe la necesidad de contar con una afinada evaluación cuantitativa del recurso, especialmente de aquellas características de importancia para la adaptación y productividad de los cultivos.

Los estudios climáticos normalmente tienen carácter general y descriptivo, por lo que no entregan información suficiente para su utilización en la interpretación agroclimática de sus potencialidades. Este hecho ha conducido a la elaboración de metodologías cuantitativas de zonificación agroclimática basada en doce aspectos de relevancia agrícola del clima. Los doce parámetros elegidos se condensan en una nomenclatura o fórmula agroclimática, de fácil interpretación, que entrega antecedentes sobre las principales características térmicas e hídricas del verano e invierno para cada localidad.

La información contenida en la fórmula agroclimática, incluye aspectos de interés hidrológicos como los déficits y excedentes estacionales de agua, lo que constituye una primera aproximación para la determinación de necesidades de riego de los cultivos y de regulación hidrológica.

Los doce parámetros que integran la fórmula agroclimática de una localidad, son directa e indirectamente confrontables con los requerimientos climáticos de los cultivos. Con este objetivo se ha establecido un código numérico donde a cada parámetro se le asigna una cifra de acuerdo al grado de favorabilidad o limitación que imponga el desarrollo de cada cultivo particular.

De este modo el conjunto de códigos agroclimáticos entregan - una primera aproximación sobre las potencialidades agrícolas de cada localidad.

La determinación de la fórmula agroclimática y los códigos de los cultivos es puntual por cuanto la información climática tiene esta característica. La información puntual es de uso limitado teniendo en cuenta el alto grado de indeterminación espacial que la caracteriza. Por esta razón se zonifica la Región mediante un método cartográfico en Distritos Agroclimáticos, los que representan áreas de características agroclimáticas homogéneas. La Carta Agroclimática elaborada permite superponer para cada área geográfica las características de suelo y clima de donde podrán emanar pautas para el uso eficiente de estos recursos.

METODOLOGIA

A. CARACTERISTICAS GENERALES DEL METODO USADO.-

La potencialidad del clima de una región para el desarrollo de las plantas está basada fundamentalmente en dos aspectos: las disponibilidades energéticas y las disponibilidades hídricas.

El aprovechamiento de la energía disponible por las plantas depende de diversos factores ambientales, entre los cuales cabe destacar las condiciones térmicas, la duración del día, la intensidad de la radiación solar incidente, etc. La temperatura del aire y otros parámetros de rivados de ella han sido usados profusamente para estudios de potencialidad del clima. La existencia de datos de temperatura para diversas localidades es una razón adicional para usarlos en los estudios de potencialidad agroclimática.

Las disponibilidades de agua en una región son determinantes para el crecimiento de las plantas. El déficit hídrico que puede producirse en algunos meses es un factor limitante de los rendimientos si no se cuenta con riego. Es por ello fundamental establecer la relación entre la demanda potencial de agua por las plantas y la cantidad aportada por las precipitaciones.

En esta Metodología se han definido las condiciones térmicas e hídricas de las estaciones extremas del año (verano e invierno) y con ellas se propone una división de las regiones en distritos agroclimáticos que presentan características homogéneas.

Tanto las condiciones térmicas como hídricas de verano e invierno se caracterizan por su duración, su efecto acumulado y los valores extremos alcanzados durante el período. En la Tabla N° 1 se indican los parámetros usados para caracterizar las condiciones térmicas e hídricas.

TABLA Nº 1

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS E HÍDRICAS DE VERANO E INVIERNO

	DURACION	EFECTO ACUMULADO	VALOR EXTREMO
Características térmicas estivales	Período libre de heladas	Días-grado sobre 10°C entre septiembre y febrero	T. máxima del mes más cálido.
Características térmicas invernales	Período de receso vegetativo (T < 10°C)	Horas de frío bajo 7°C (acumulado)	T. mínima del mes más frío
Características hídricas estivales	Período seco (Ih < 0.5)	Déficit hídrico estival.	Índice de humedad de los 3 meses más cálidos.
Características hídricas invernales	Período húmedo (Ih > 1.0)	Exceso hídrico invernal.	Índice de humedad de los 3 meses más fríos.

Ih: Índice de humedad, razón entre precipitación mensual y evapotranspiración potencial mensual.

La descripción del método de cálculo de cada uno de los parámetros usados se incluyen a continuación. Se incluyen precipitaciones, - temperaturas, período libre de heladas, período de receso vegetativo, días - grado, horas de frío, evapotranspiración potencial, índice de humedad, - períodos húmedos y secos y déficit y exceso de agua.

A.1. Precipitaciones.-

El análisis de las precipitaciones mensuales y anuales está basado en valores registrados en estaciones locales y su entorno. El procedimiento detallado de la validación de datos, homogenización, confección de patrones para corregir las series y cálculo de valores anuales, no se expone, y sólo se incluye aquí un resumen de algunos de los aspectos más relevantes.

Las Regiones se dividen en sectores y en cada uno de ellos se construye una serie patrón para un período de 30 a 50 años. Con la serie patrón se amplían y normalizan las series de las estaciones al período considerado, calculándose un promedio normalizado para cada estación con más de 20 años de datos. Se obtienen promedios mensuales normalizados reparamentando el promedio anual según el porcentaje de precipitación que se recibe en cada mes.

Con el apoyo de una base cartográfica a escala 1:250.000 con relieve realizado a color, se trazan las isoyetas anuales de la Región.

Los mapas pluviométricos se leen punto a punto en una malla regular trazada cada 15 minutos de latitud y longitud.

A.2. Temperatura Media, Máxima y Mínima.

Se usan observaciones de temperatura de estaciones locales y su entorno. Los datos diarios se perforan y procesan en computador para obtener promedios, desviaciones standard, valores extremos, intervalos, etc., además de otros parámetros derivados como, número de heladas, fechas de ocurrencia y grados-día acumulado sobre y bajo determinados umbrales. Para calcular temperaturas medias diarias se usa el promedio de las temperaturas observadas a las 8 horas, 20 horas, máxima y mínima del día.

Además de estos datos se usan como referencia adicional los valores mensuales y anuales entregados por otros autores.

Se trazan cartas de temperaturas medias mensuales máximas y mínimas para la región y su entorno, usando como base un mapa a escala 1:1.000.000, con el relieve realzado. En el trazado se tiende a suavizar las isotermas respetando las configuraciones que tengan cierta extensión y dejando de lado las singularidades que presentan algunas estaciones, las que podrían deberse a un fenómeno real de pequeña escala (microclima) ó a efecto de sus observaciones.

A.3. Período Libre de Heladas.-

Para la determinación del período libre de heladas se usa la definición de helada en que se considera como tal a todos los días en que la temperatura mínima registrada en el cobertizo meteorológico haya sido igual o inferior a 0°C. Esta definición tiene limitaciones por cuanto no considera las diferencias de temperatura que se producen entre el cobertizo, ubicado a 1,5 metros de altura y el nivel del suelo. Durante la noche la temperatura del aire en los primeros 20 centímetros puede ser varios grados más baja que la registrada a 1,5 metros. Por otra parte, la definición aludida no dá ninguna referencia sobre la intensidad de las heladas. A pesar de estas limitaciones se adopta esta definición por ser de uso generalizado.

El procesamiento de datos de temperatura permite obtener las fechas de la primera y última helada de cada año, definiendo año helado - la observación de temperatura mínima menor o igual a 0°C en el cobertizo meteorológico. A partir de las series formadas por las fechas, se puede obtener valores con determinada probabilidad de excedencia. El período - con heladas, se puede definir de la diferencia entre la fecha probable de la última helada menos la fecha probable de la primera helada, en que el nivel de probabilidad se fija, por ejemplo, en 50%, 80%, etc. El período libre de heladas es el complemento anual del período con heladas y ha sido calculado con un nivel de probabilidad para la primera y última helada de 50%.

Los valores obtenidos para las estaciones se complementan con información preexistente y se llevan a una carta a escala 1:1.000.000. El método de trazado es similar al de las temperaturas, las variaciones punto a punto de este parámetro, son influenciadas fuertemente por la topografía, puesto que el aire frío tiende a deslizarse pendiente abajo y acumularse - en las concavidades del terreno o contra resaltos de la superficie. Es - por ellos que los centros de heladas a escala regional, deben entenderse - como tendencias generales, sobre las cuales se superponen las variaciones locales que pueden llegar a ser muy importantes.

A.4. Temperaturas Acumuladas en el Período de Crecimiento Vegetativo (Días-grado).-

A partir de las temperaturas medias diarias se calculan los días-grado mes a mes sumando los excesos de la temperatura diaria sobre la temperatura umbral (los días con temperatura media igual o menor a la temperatura umbral no se consideran). El cálculo se hace para todas las estaciones que se procesan y para varias temperaturas umbral.

Con el fin de representar las disponibilidades térmicas que existen en las regiones para el crecimiento de las plantas, se considera el período correspondiente a la época de mayor desarrollo vegetativo. La temperatura umbral seleccionada es de 10°C.

Cabe destacar que el umbral de 10°C representa bien la temperatura mínima de crecimiento para los cultivos de verano, mientras que - los cultivos de invierno poseen umbrales más bien cercanos a 5°C. (Caso chileno).

Se traza una carta de días-grado sobre 10°C para el período (septiembre-febrero), usando la técnica descrita para las temperaturas.

A.5. Horas de Frío Acumuladas Bajo 7°C.-

Las horas de frío acumuladas durante el invierno bajo 7° C han sido calculadas en la siguiente forma.

Se emplea una regresión lineal entre el valor de temperatura mínima observada y el número de horas en que la temperatura ha estado por debajo de 7°C. A partir de la distribución estadística de temperaturas mínimas (promedio y desviación standard), se obtiene el número de horas de frío acumuladas mes a mes. El método se aplica mes a mes a todas las estaciones para las cuales hay calculados promedios y desviaciones standard de la temperatura mínima. Se traza una carta de horas de frío acumuladas en el año, a escala 1:1.000.000, siguiendo la técnica descrita para las temperaturas.

A.6. Período de Receso Vegetativo.-

Se determina el período de receso vegetativo como el número de meses en que la temperatura media mensual es menor que 10°C.

El cálculo se hace a partir de valores sacados de las cartas de temperatura media mensual, que se leen en puntos de una malla regular cada 15 minutos de longitud y latitud. Para cada punto de la malla se determina el número de meses en que la temperatura es menor que 10°C.

A.7. Evapotranspiración Potencial.-

La ETP se estima mediante una fórmula empírica corregida por los valores de evaporación de estanque según un método explicado más adelante.

Existen numerosas fórmulas empíricas para estimar a ETP, basadas en parámetros o combinación de parámetros, tales como temperatura, humedad del aire, radiación solar, viento, etc. Donde las mediciones meteorológicas son escasas el uso de fórmulas empíricas está limitado a aquellas más simples basadas en parámetros tales como temperatura (en primer lugar) y humedad. La aplicación de fórmulas más complejas está restringida a sólo aquellas estaciones en que se miden simultáneamente varios parámetros, por lo que se ha dejado de lado su aplicación en esta metodología.

Entre varias fórmulas basadas en la temperatura y humedad, se eligió la de Ivanov (1954) por presentar mejores ajustes a las mediciones de evaporación con tanque standard existentes en la Región. La fórmula usada es:

$$E_o = 0.0018 (T + 25)^2 (100 - HR)$$

en que E_o : Evapotranspiración potencial mensual, en mm/mes.

T : temperatura media mensual ($^{\circ}C$)

HR : humedad relativa (%)

Para aplicar la fórmula se construyen cartas mensuales de temperaturas medias y humedades relativas, las cuales se leen punto a punto en una malla regular espaciada cada 15 minutos de latitud y longitud.

En cada punto de la malla se calcula la ETP mediante la fórmula anterior, trazándose a prtir de esos valores campos tentativos de ETP - mensual usando como base un mapa con relieve realzado a color.

Con el fin de aumentar la confiabilidad de estas cartas preliminares de ETP, se usan las mediciones de evaporación de tanque standard, co - rregidas por un factor que toma en cuenta al clima el tipo de tanque vaporimétrico, la velocidad del viento y el entorno del lugar de medición. La evapotranspiración potencial se obtiene de la evaporación medida mediante la - fórmula.

$ETP = Kp \cdot Ev$ en que ETP: evapotranspiración potencial (mm/mes).
Kp + coeficientes del evaporímetros; Ev: evaporación medida (evaporímetro cla - se A) (mm/mes).

A.8. Indice de Humedad.-

Se define un índice de humedad mensual como la razón entre la - precipitación mensual y la evapotranspiración potencial del mes:

$$I_h = \frac{PREC}{ETP}$$

El índice de humedad mide en forma porcentual el exceso o défi - cit de las precipitaciones con respecto al requerimiento potencial de agua de las plantas. Si el $I_h \geq 1$, las precipitaciones cubren el total de las deman - das hídricas y podemos hablar de un mes húmedo, si I_h está comprendido entre 0,5 y 1 (0,5 $I_h < 1,0$) hablamos de un mes con satisfacción parcial de los -

requerimientos hídricos y si $I_h < 0,5$, las precipitaciones cubren menos del 50% de la demanda de agua por evapotranspiración y podemos definir un mes seco.

Se calculan índices de humedad mes a mes para cada uno de los puntos de una malla regular trazada cada 10° de latitud y longitud.

A.9. Período Húmedo.-

Se define el período húmedo como el número de meses en que el índice de humedad es $I_h > 1.0$, es decir, los meses en que las precipitaciones superan a la evapotranspiración potencial.

Se calcula el período húmedo en cada punto de la malla regular.

El período húmedo permite definir la duración de la estación lluviosa en el año.

A.10. Período Seco.-

Se define como período seco al número de meses en que las precipitaciones no alcanzan a satisfacer el 50% de la demanda de agua por evapotranspiración potencial ($I_h < 0.5$). Esta definición de período seco, permite caracterizar la duración de la estación con deficiencia marcada de precipitaciones.

Se calcula el período seco en cada punto de la malla regular definida.

A.11. Déficit y Exceso de Agua.-

Se denomina déficit hídrico al total acumulado de los déficits mensuales de precipitaciones (con respecto a la evapotranspiración potencial) que se producen en los meses más cálidos del año.

Por otra parte, se denomina exceso hídrico a la suma de los excesos mensuales de precipitaciones (con respecto a la evapotranspiración potencial de cada mes) que se producen en los meses de invierno.

Se calcula el déficit hídrico estival y el exceso hídrico - invernial en cada punto de la malla regular, usada.

A.12. Otros Parámetros Climatológicos.-

Se usan también otros parámetros meteorológicos como humedad relativa, nubosidad y radiación solar en la caracterización agroclimática de las regiones.

A.13. Fórmula Agroclimática.-

Con el fin de presentar en forma sintética las condiciones térmicas e hídricas de verano e invierno, se vierte a una fórmula simbólica los valores de los parámetros que caracterizan las cuatro condiciones estacionales definidas en la metodología.

La fórmula está dividida en cuatro sectores, usándose el superior izquierdo para las condiciones térmicas invernales y los sectores inferiores izquierdo y derecho para las condiciones hídricas estivales e invernales respectivamente. La Fig. 2 muestra un ejemplo de utilización de la fórmula simbólica.

Se emplea la siguiente codificación:

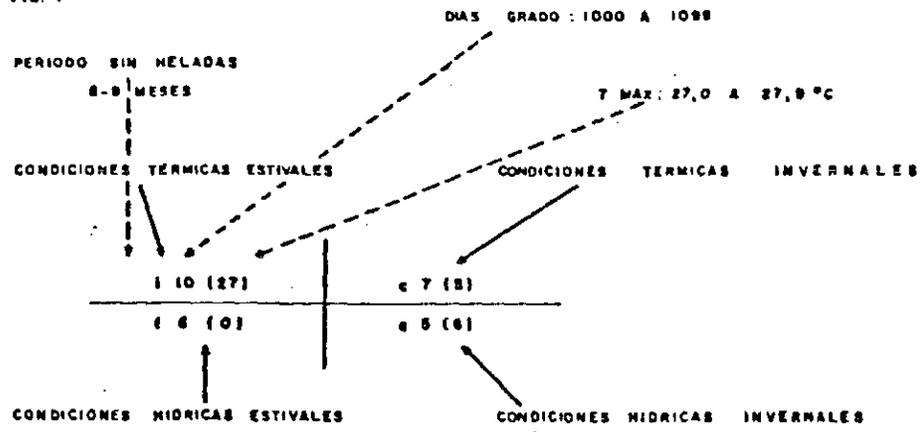
- La duración está caracterizada por una letra minúscula que corresponde al número de meses (a = 1 mes, L = 12 meses) y de acuerdo con la clave incluida en la Fig. 1.

- El efecto acumulado (días-grado, horas de frío, déficit o exceso de precipitaciones) está representado por la cifra de las centenas (ej.: 800 a 899 se representa por 8).

- El valor extremo va entre paréntesis.

La fórmula agroclimática se construye en cada punto de la malla regular usada.

FIG. 1



Interpretación de la fórmula del ejemplo (Fig. 1).

- Condiciones térmicas estivales (o categoría térmica estival):
 - i: Período libre de heladas dura entre 8 y 9 meses.
 - 10: Acumulación térmica estival entre 1000 y 1099 días-grado.
 - (27): Temperaturas máxima del mes más calido entre 27 y 27,9°C.
- Condiciones térmicas invernales (o categoría térmica invernal)
 - c: Período de receso vegetativo dura: 3 meses.
 - 7: Acumulación de frío invernal entre 700 y 799 horas de frío.
 - (5): Temperatura mínima del mes más frío entre 5 y 5°C.
- Condiciones hídricas estivales (o categoría hídrica estival).
 - f: Período seco dura entre 5 y 6 meses.
 - 6: Déficit hídrico acumulado durante el período seco entre 600 y 699 mm.
 - (0): Índice de humedad de los 3 meses más cálidos inferior a 0.1 (la precipitación cubre menos del 10% de las demandas de evapotranspiración).
- Condiciones hídricas invernales (o categoría hídrica invernal):
 - e: Período húmedo dura entre 5 y 6 meses.
 - 5: Excedente hídrico acumulado durante el período húmedo entre 500 y 599 mm.
 - (6) índice de humedad de los 3 meses más fríos entre 6 y 6,9°C.

A.14. Trazado de Distritos Agroclimáticos.-

Con el fin de definir unidades espaciales (distritos) de características homogéneas, se vierten las fórmulas agroclimáticas calculadas en cada punto de la malla regular a una carta a escala 1:250.000. Usando como base un mapa con relieve realzado, se trazan en forma tentativa los límites de los distritos usando para ello los accidentes orográficos más destacados (cadenas montañosas, valles encerrados, etc.).

Para efectuar el primer trazado de zonas se jerarquiza la información contenida en las fórmulas, dando primera importancia a la categoría térmica estival. Las subdivisiones posteriores se hacen tomando en cuenta las categorías térmicas invernales y las categorías hídricas de verano e invierno.

Este primer trazado se corrige y afina usando como base fotografías de las Regiones tomadas por un satélite Landsat en bandas espectrales que realzan la configuración ("pattern") de cultivos y vegetación natural.

Posteriormente, la carta se amplía a escala 1:100.000 para realizar comparaciones con resultados de otros estudios (suelos, etc.). En esa escala, se afina la delimitación de los distritos en base al mayor detalle topográfico que se obtiene.

Los límites, a pesar de aparecer como líneas en el trazado, en realidad representan variaciones continuas de los parámetros agroclimáticos, por lo que en su interpretación sólo deben tomarse como una referencia tentativa.

1.4. LA VEGETACION NATURAL.-

1.4.1. Escalas Alternativas.-

Los niveles, usualmente empleados, de intensidad en los levantamientos de vegetación natural son: exploratorio, de reconocimiento, semidetallado y detallado.

El nivel exploratorio, se usa generalmente en zonas extensas en las cuales no existe ningún tipo de información cuantitativa respecto de la vegetación. Las clasificaciones empleadas en este nivel son amplias, tales como: bosques, pastos, matorrales desérticos, etc.

El nivel de reconocimiento subdivide estas categorías amplias, empleadas en el nivel anterior, en varias unidades menores. En este nivel comienza a insinuarse el criterio de utilidad final que orienta estas clasificaciones.

El es el de individualizar en planos, las posibles unidades de explotación, esto es zonas de una homogeneidad tal de vegetación que sea posible aplicar en ellas medidas uniformes de manejo, a las cuales la vegetación dará respuestas.

A nivel semidetallado, las unidades de explotación, individualizadas en levantamientos de reconocimiento, se definen más precisamente, identificando los diversos tipos de vegetación comprendidos, trazando sus límites definitivos, y reuniendo información sobre los tipos de vegetación natural o artificial, con el fin de llegar a una primera aproximación del manejo de la vegetación que pueda hacer aumentar sus posibilidades productivas.

El levantamiento semidetallado, debe proporcionar variables tales como condición de los pastos naturales, y predecirse la respuesta ecológica de las especies a las prácticas de manejo, especies forrajeras componentes, especies tóxicas y nocivas, especies indicadoras, etc.

El levantamiento detallado, corresponde a la planificación de la explotación misma. En este nivel, ya reconocido los tipos básicos de vegetación, de cada unidad de explotación, debe mapearse su actual estado y tendencia de modo de poder recomendar prácticas de manejo que garanticen su conservación o mejoramiento. Se deben evaluar mejoras tales como pozos, cercos o caminos de acceso y evaluar económicamente el beneficio que acarrearía este tipo de inversiones. Se debe determinar la carga talajera, y recomendar las áreas de muestreo para medir la vegetación.

1.5. RECURSOS FORESTALES.-

1.5.1. Escalas Alternativas de Levantamientos, Objetivos y Usos.-

Los niveles de intensidad de investigación para los levantamientos Forestales son los tradicionales, Exploratorio, Reconocimiento, Semidetallado y Detallado.

En el levantamiento de tipo Exploratorio, el objetivo es la identificación y delimitación de las áreas cubiertas de bosques potencialmente comerciales.

Este tipo de levantamiento será empleado en la elaboración de políticas de conservación y de desarrollo forestal, y para definir áreas que deben ser inventariadas en más detalle. También puede servir como punto de partida para un censo agrícola o para levantamientos de pastos.

En el levantamiento a nivel de Reconocimiento, el objetivo es examinar las áreas forestales delimitadas previamente para confirmar la posibilidad de una oportunidad comercial de explotación. Se determina la composición en especies, volumen bruto del bosque y productividad o incremento anual de volumen para el área de estudio.

El levantamiento de Reconocimiento recoge información suficiente para permitir la definición de los bosques en unidades de manejo, basadas en la mejor utilización de los varios tipos de bosques.

Los datos que se tienen en este nivel, pueden usarse para el desarrollo de presupuestos de producción forestal regional, prácticas de conservación para zonas críticas, o para definir necesidades de investigación a los efectos de la reforestación o del desarrollo industrial.

El nivel Semidetallado de levantamientos, corresponde a investigaciones más intensivas destinadas a obtener una estimación preliminar de los costos y beneficios de la explotación. Se centra en aquellas unidades de manejo ya definidas que parezcan tener el mejor potencial para el desarrollo económico, a fin de determinar el uso al cual se dedicarán, así como la prioridad de utilización.

La información de este levantamiento permitirá la evaluación económica de los rodales con fines de tasación, o para la compra y venta de la madera o de la tierra.

Este tipo de levantamientos puede ser usado para diseñar, localizar y dimensionar la planta de industrialización de la madera. Pueden también establecerse las necesidades de investigación para el uso, prácticas de reforestación y de manejo.

Por último el nivel Detallado de levantamiento completa la fase de recolección de información y provee la información necesaria para llegar a la factibilidad económica de la utilización del recurso forestal.

Este nivel de investigación provee de información para justificar la inversión forestal en comunas y plantas industriales y los beneficios que se generarán. La información permite preparar planes de manejo.

1.5.2. Variables Investigadas.-

Normalmente, los datos coleccionados para propósitos de levantamiento forestal son los siguientes:

- Tipos de bosques:

Clasificación en asociaciones homogéneas basadas en tamaño, densidad, especies, utilización, etc.

- Localización:

Ubicación geográfica de los bosques y de los varios tipos de bosques.

- Extensión:

Areas de los varios tipos de bosques.

- Composición:

Especies que componen los rodales, y su relativo porcentaje expresado en área basal, volumen bruto, o frecuencia de la ocurrencia de árboles.

- Cantidad:

Volumen del bosque expresado como volumen bruto en pie y como volumen neto comerciable por especie.

Ello dependerá de:

- Medida del diámetro de dos árboles
- Medida de la altura de árboles
- Tablas de volumen por especie o por árbol dentro de las clases.
- Estimación de la densidad de los rodales por especie.
- Estimación de los factores de defecto y de recuperación, por especie.

- Productividad:

Incremento anual de los rodales, generalmente expresado como el volumen por unidad de superficie, por especie, por edad o por tamaño. La productividad de las especies se basa en el suelo, clima y factores ecológicos que determinan un sitio forestal.

- Evaluación forestal:

Calidad, cantidad y valor de los productos forestales que pueden ser cosechados del bosque bajo condiciones de mercado dadas,

2. PRESENTACION Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION SOBRE RECURSOS NATURALES

2.1. LA SITUACION ACTUAL.--

El sistema actual de información, no es el más adecuado para los pronósticos de orientación de las decisiones que deben tomarse con relación al desarrollo.

Así, por ejemplo, las formas tradicionales de producir y presentar las estadísticas en cuadros múltiples son un proceso largo e ineficiente, y deberían ser reemplazadas por métodos más modernos de recolección, almacenamiento y uso de estos datos; métodos que además deben estar ajustados a las necesidades específicas del planificador y de los posibles usuarios.

Otra consideración que debe tenerse en cuenta, desde el punto de vista de la planificación del desarrollo regional, es que tanto los censos como las encuestas estadísticas tienen enormes limitaciones en cuanto a sus posibilidades de desagregación espacial, y más aún, sufren de ineficiencia en cuanto a la descripción de flujos interregionales e interlocales. Aún la información en mapas, que es por naturaleza más desagregada, precisa de gran cantidad de elaboración para transformar sus patrones físicos en aspectos estadísticos.

Aparece entonces como un gran adelanto, en cuanto a eficiencia y economía, el que se introduzca un esquema que considere entre otros factores la normalización de los datos regionales. De ese modo, varios obstáculos podrían eliminarse entre los grupos de flujos de información, podrían desaparecer las brechas de tiempo, y lo que es más importante, en las citadas observaciones el componente espacial recibiría tanta atención como la dimensión tiempo.

2.1.1. El Sistema de Información Necesario.-

El desarrollo regional, como ya se ha dicho, es en gran parte consecuencia de lamovilización o traslado de información de todo tipo hacia sectores socio-económicos y políticos donde pueda usarse eficientemente. Lograr esto es en parte el producto de establecer un constante flujo y acceso a la información por parte de los gobernantes nacionales, las organizaciones y las empresas privadas. A este acceso hay que sumar un conocimiento del contenido y potencial de esa información. Obviamente, el propósito final es tratar de mantener una familiarización con el sistema, y promover su uso constante en la planificación del desarrollo regional.

El Sistema que se ha considerado necesario sería entonces aquel que esté íntimamente relacionado, y que tienda al mejoramiento de la capacidad de discernir sobre el impacto que pueda ocasionar una decisión, con relación a observaciones tales como:

- Estimación del alcance de los problemas estructurales de la región, en particular de aquellos que se originan endógenamente.
- Determinación del potencial de desarrollo de una estructura regional.
- Evaluación del efecto de los planes alternativos que puedan ser ejecutados por los sectores públicos o privados.

Para lograr estas observaciones, el Sistema debe tener la capacidad estadística de describir la estructura regional, y de suministrar las bases sobre las cuales evaluar y comparar la estructura económica a través del tiempo (mediante un sistema de actualización) y de los varios sectores que la componen.

La mecánica para lograr un Sistema como el descrito, y más aún, la teoría que la respalda, ha sido desarrollada a un punto tal que ha ya sido probada como factible y eficiente. Los avances y adelantos tanto en la tecnología como en el conocimiento de los procesos de recolección, procesamiento, almacenaje y utilización de datos han sido tales que han permitido la elaboración de sistemas que complementen y reemplacen a los tradicionalmente usados.

El tipo de Sistema que se presenta se enmarca dentro del concepto de "Bancos Regionales de Datos" como los establecidos en Suecia, Francia y Checoslovaquia (*). La teoría que respalda estos conceptos se describe a continuación, y se conoce como "Teoría de Sistema" o "Teoría de Sistemas de Información". Estas definen y analizan los procesos de información como procesos (auxiliares), en los cuales hay componentes que recogen, transmiten, almacenan, procesan y presentan datos informativos (**).

(*) Ver: Cerniansky, V. y Mikulas V., Data Requirements for Industrial Location (Czechoslovakia), documento presentado en el Seminario sobre Localización Industrial y Desarrollo Regional, UNIDO, Minsk, 1968. Ver: Trystam, J.P., Data Archives and Regional Planning in France, Social Science Information 1966, No. 3, Ver: Hermansen, T. Requirements and Provision of Information for Regional Planning in Sweden, UNESCO 169/c.56 Ginebra. 1969.

(**) El carácter de auxiliar proviene del hecho que su existencia está condicionada a la provisión e intercambio de información con un sistema más grande, que es el sistema del mundo real.

2.2. TEORIAS Y CONCEPTOS SOBRE BANCOS DE DATOS Y SISTEMAS DE INFORMACION.-

Las grandes organizaciones empresariales y las organizaciones sociales eficientes fueron las primeras en identificar y desarrollar la teoría de sistemas de información, que posteriormente se han extendido a otras áreas, como en este caso, a la planificación regional.

La evolución de esas teorías ha permitido tener un claro concepto de lo que son los Sistemas de Información. Si se entiende por Sistema un conjunto de elementos (con sus respectivos atributos), enlazados en un todo a través de ciertas relaciones (entre los elementos y entre sus atributos), se tiene la abstracción inicial de lo que se pretende describir*

El concepto de "Sistema de Información" abarcaría entonces a "un conjunto de elementos o partes componentes que son: recolección, transmisión, almacenaje, procesamiento y presentación de datos, que se enlazan (o que se relacionan) en cuanto al propósito con que fueran creados, o al uso que se les quiera dar".

Su estructura se puede entonces describir con relación a:

- Las propiedades y los propósitos del esquema al que sirven, que permite tener el tipo de información que se requiere.
- Las fuentes de información.
- Los canales a través de los cuales la información es obtenida y transmitida.
- Las formas de procesar y almacenar esa información.
- Los receptores del producto-información.

* Los sistemas a su vez se subdividen en subsistemas, que pueden ser enlaces de elementos y relaciones más elementales. Esto implica que cualquier sistema puede entonces ser subclasificado en subsistemas, de acuerdo al propósito de esa subdivisión.

Dentro de esa estructura hay elementos que abarcan o que conforman lo que se conoce como Bancos de Datos, y hay otros elementos que transforman esos Bancos de Datos en verdaderos Sistemas de Información. La diferenciación entre estos conceptos es interesante y se presenta a renglón seguido.

2.2.1. Diferencia entre un Banco de Datos y un Sistema de Información

El Concepto de Banco de Datos es frecuentemente interpretado como la acumulación de una gran cantidad de información estadística localizada de manera centralizada y con fácil acceso y manipulación.

Desde este punto de vista, la estructuración de un Banco de Datos tendría como problema fundamental el tipo de información que debería ser recogida. Pero un esfuerzo en este sentido no tiene gran validez científica (excepto desde el punto de vista eminentemente técnico), puesto que el concepto en que se basa un Sistema va más allá de la simple recolección de datos, llegando a involucrar un sistema en el cual:

- a) Se conoce qué tipo de información está disponible y cómo se usa la misma para transmitirla a los sitios o a las personas que deben ser sus usuarios.
- b) La información, además de acumularse, es normalizada, sistematizada, y unificada en términos de sus definiciones y conceptos, de la validez de sus datos, y de los métodos de recolección.
- c) Se atiende a los requerimientos de los usuarios potenciales, es decir, se diseña y se usa un sistema que sea efectivo y fácilmente utilizable.

Para poder transformar esas necesidades en métodos, es necesario hacer una serie de evaluaciones, definiciones y "modelos" de lo que se quiere, o de lo que se puede obtener de esos datos. Ese paso nos llevaría, del concepto de "Banco de Datos" (definido como un subsistema automático de información, diseñado para ayudar a hacer operativos esos modelos o ideas preconcebidas), al concepto más amplio de "Sistema de Información" definido anteriormente, y que abarca toda la gama de relaciones entre el Banco de Datos, su propósito, y el carácter de sus usuarios.

2.2.2. Relación con otros Sistemas de Información a Nivel Regional.

Los conceptos expresados anteriormente son, obviamente, muy generales, y precisan de mayor definición para servir de guía para la construcción de un Sistema específico. La incorporación del concepto espacial o regional provee a esos conceptos justamente del tipo de definición que se necesita, puesto que se identifica tanto el tipo de datos necesarios para el análisis regional, como las fuentes de esa información, y la identificación de los usuarios potenciales del Sistema.

Este esquema y el proceso que se ha descrito hasta el momento no son en realidad pioneros en su campo. Este tipo de observaciones y esfuerzos han sido realizados muchas veces. Lo que es interesante anotar es que los esfuerzos previos han dado énfasis, generalmente, al suministro de información adecuada sobre el uso de la tierra, o a la elaboración de un sistema de "cuentas regionales", similar a las series estadísticas macroeconómicas que se encuentran a nivel nacional.

Los sistemas descritos pueden dar una visión de la interdependencia entre varios sectores económicos, el sector poblacional, y los aspectos ecológicos. Sin embargo, todos tienen limitaciones en cuanto no hay ninguno que pueda dar una visión más o menos completa de la gran variedad de relaciones que existen entre todos los elementos que componen o que determinan la estructura productiva de una región.

Por otra parte, la gran mayoría de los sistemas propuestos se basan en datos estadísticos existentes, y que en consecuencia obedecen a censos o encuestas de una estructura espacial que ha sido determinada administrativamente. Esa característica hace difícil obtener un nivel de desagregación espacial que permita hacer análisis de sub-regiones escogidas de acuerdo a un criterio no administrativo, así como difícilmente permiten tener una visión más o menos detallada de la manera como las varias características observadas están distribuidas espacialmente a lo largo y ancho de la región.

2.3. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE INFORMACION.

2.3.1. Descripción.

El Sistema consiste en un Banco de Datos, en el que se incluyen los datos codificados geográficamente y contienen una serie de programas de computadora que los almacenan, recuperan y los manejan.

Bajo ese esquema teórico y conceptual, se pueden describir a continuación los elementos que integran ese sistema. Esos elementos son:

- Las fuentes de información.
- Preparación, codificación y almacenaje de datos.
- Su procesamiento.
- Presentación de información (datos procesados) en forma utilizable.
- Su manipulación por parte de los usuarios.

En la estructura propuesta hay dos procesos fundamentales:
a) establecimiento del Banco de DATos y b) manipulación y uso del sistema. El primero incluye todo lo referente a identificación de las fuentes, procesamiento, análisis, etc. de los datos a utilizarse. El segundo constituye la estructuración de modelos que permiten asociar ese Banco de Datos al esquema político administrativo que va dirigido.

2.3.2. Proceso de Establecimiento del Banco de Datos.-

El Banco de Datos consta básicamente de tres tareas ejecutadas en forma simultánea: a) Recolección de datos, b) Diseño y escritura de programas de computadora, y c) Estructuración del Banco.

La estructura podría resumirse como se indica en la figura que se muestra a continuación:

TAREA I	TAREA II	TAREA III
Recolección de Datos:	Diseño y escritura de programas	Estructuración del Banco.
Definición de Variables	Edición y estructuración de archivos	Dispositivos de almacenamiento.
Códigos, rangos, límites, valores.	Diseño de Informes, listas, etc.	Recuperación de datos
Formularios de codificación		Proceso de análisis específicos

En la etapa de recolección de datos se establecen metodologías para efectuar la preparación, cálculo y codificación de datos en forma ordenada, uniforme y eficiente. También se seleccionan a ser almacenadas y las fuentes de información.

En la etapa de diseño y escritura de programas, se definen los formatos de los archivos de datos, las especificaciones y funciones de cada programa, los dispositivos de almacenamiento y los lenguajes apropiados para cada tipo de proceso. Mediante una descripción gráfica, se detallan los pasos lógicos y transformaciones que sufren los datos iniciales hasta llegar a obtener una estructura integrada de datos. En la última etapa se define la naturaleza del Banco de Datos, su posible utilización, y sus características técnicas.

2.4. CONSTRUCCION DEL BANCO DE DATOS.-

El proceso de construcción del Banco de Datos, de acuerdo a las bases conceptuales expresadas anteriormente, involucra la secuencia - tanto teórica como práctica de: recolección de datos, codificación, almacenamiento y actualización; esta última fase es en realidad posterior al establecimiento del Sistema. Cada uno de estos procesos se describen a continuación.

2.4.1. Recolección de Datos.

2.4.1.1. Variables incluidas:

Las variables que van a ser estudiadas, analizadas, procesadas y almacenadas, necesitan de una definición que debe ser el producto - de la evaluación técnica que hacen los usuarios potenciales y los expertos en cada campo específico. Así, mediante una serie de ese tipo de evaluaciones sobre las necesidades de información, en cada uno de los elementos de estudio antes mencionados, se procede a especificar las variables que se deberían incluir, y que son las siguientes:

1. Uso Actual de la Tierra

Superficie en hectáreas; centros de población y tierras no agrícolas; áreas urbanas, centros poblados con huertos familiares, zonas industriales y áreas urbanas asociadas. Hortaliza comercial; cultivos permanentes; Tierras de cultivos anuales; pastos cultivados, pastos naturales, tierras con vegetación natural; terrenos húmedos; tierras improductivas.

2. Suelos:

Posición geomorfológica, profundidad efectiva del suelo, limitantes de desarrollo reticular, pendiente, erosión, pedregosidad, drenaje natural (drenaje relativo), peligro de inundación, textura, reacción del suelo (pH), salinidad, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, etc.

3. Vegetación:

Localización, tipo o especie de vegetación: Superficie en hectáreas de la especie. Altura de la especie: 0-3 metros, 3-10 metros, 10-15 metros, 15-20 metros, y más de 20 metros. Densidad, grado de cobertura forestal por unidad de superficie: 21% a 40%, 41% a 60%, 61% a 80%, 81% a 95%, y más del 95%. Función, ejercicio o acción que cumple la vegetación: producción de maderas, protección, etc. Sanidad, estado o condición en que se encuentra la vegetación respecto a la contaminación. Uso, rendimiento y cantidad, etc.

4. y 5. Hidrología y Meteorología:

Rendimiento, áreas inundadas, agua subterránea, Precipitación media mensual, temperatura, humedad relativa, números de días con lluvia, evapotranspiración potencial, velocidad del viento a 2 metros de altura, etc.

6. Tenencia de la Tierra:

Propietario, predio, parcela, extensión de la propiedad por propietario, etc.

7. Infraestructura:

Económica: salineras, ingenios, moliendas o trapiches, beneficios de café, puertos pesqueros (muelles), fábricas, silos, establos, centros de acopio, pistas de aterrizaje y rastros. Servicios: pozos, plantas de bombeo, carreteras pavimentadas, carreteras revestidas, carreteras de tierra, caminos vecinales o senderos, vías férreas, puentes, rutas de buses, gasolineras, energía eléctrica, oficinas de correo. Social: escuelas, hospitales, unidades de salud, puestos de salud, centros de recreación, parques nacionales, campos de deportes, iglesias, mercados, puestos de seguridad, centros penales y alcaldías.

8. Distribución de la población.

Localización de viviendas.

9. Economía agrícola y Manejo de la tierra:

Número de explotaciones que emplearon personal agrícola permanente; total de trabajadorea agrícolas permanentes; toda edad y sexo; total de explotaciones con productores y familiares sin remuneración; total de productores y familiares sin remuneración que trabajaron permanentemente, toda edad y sexo; total de explotaciones con crédito; monto total de los créditos; monto total de créditos según sistemas de tenencia; número de explotaciones según tractores empleados y procedencia; número de explotaciones con vehículo automotor de propiedad de productores por número de unidades; número de explotaciones que emplearon abono

orgánico; cantidad de abono orgánico empleado en kilógramos; número de explotaciones que emplearon abono inorgánico; cantidad de abono inorgánico empleado en kilógramos; número de explotaciones que usan riego; superficie bajo riego en hectáreas; número de propietarios de explotaciones agrícolas; número de arrendatarios con promesa de venta; número de arrendatarios simples; número de propietarios-arrendatarios simples; número de colonos; número de tenedores de la tierra bajo otra forma; superficie total trabajada en propiedad; superficie trabajada en arrendamiento con promesa de venta; superficie trabajada en propiedad y arrendamiento simple; superficie trabajada en arrendamientos simples; superficie trabajada por colonos; superficie trabajada en otras formas de tenencia; número de parcelas (tenencia) fraccionada por cada explotación (promedio); superficie total cultivada; superficie cultivada en forma de tierra de labranza; superficie cultivada en forma de cultivos permanente; superficie cultivada en forma de pastos sembrados; superficie cultivada en forma de otras tierras; superficie cultivada en forma de montes o bosques, superficie en descanso. número de explotaciones con ganado vacuno, superficie total con ganado vacuno; superficie de pastos naturales con ganado vacuno; superficie de pastos sembrados con ganado vacuno; superficie de montes y bosques con ganado vacuno superficie de otras tierras, con ganado vacuno; número total de vacas; número total de vacas en ordeño; número total de cabezas de ganado vacuno; número de cabezas de ganado porcino; número total de gallos, gallinas y pollos; número total de gallinas ponedoras; número de explotaciones que producen principalmente para el consumo doméstico; número de explotaciones cuyo ingreso depende principalmente de venta de cosechas, de animales y otros productos; número de explotaciones que venden sus cosechas; número de explotaciones que venden ganado y aves de corral; número de explotaciones con ingresos por la venta de otros productos

número total de explotaciones; número de explotaciones que transportan su producción al mercado a pie o en bestia; número de explotaciones que utilizan en sus operaciones solamente energía humana.

2.4.1.2. Tipo de Variables incorporadas.-

De la lista anterior se puede apreciar como se trata de incorporar en el Banco de Datos dos clases de variables

- a) Las variables Contables, que determinan la magnitud con que esa variable se presenta.
- b) Las Variables Nominales, en las cuales es necesario especificar una de sus varias características posibles en determinadas observaciones; por ejemplo, si un predio está bajo cultivo, en pastos, urbanizado, etc.

2.4.2. Fuentes de Información.-

Existen cuatro fuentes de las que pueden provenir los datos. A través de diferentes procesos, esos datos se convierten o traspasan a los diferentes archivos que integran el Banco de Datos, procesos que gráficamente se presentan en el Gráfico 1.1.

i. La Fotografía aérea:

La fotografía aérea se utiliza como fuente de información para los estudios de Uso Actual de la Tierra, Suelos, Vegetación Natural, Infraestructura y Distribución de la Población. Mediante la aplicación de la técnica de fotointerpretación se detectan las características del suelo y/o su cobertura, se analiza la topografía del terre

no y se identifican sus características, o se observan los patrones, que pueden representar un cultivo o uso específico de la tierra. Otras variables se detectan - más fácilmente mediante simple observación, por ejemplo: una carretera o una vía férrea. En el Anexo I se podrá encontrar, en la sección correspondiente a cada uno de los estudios aquí mencionados, una descripción más detallada acerca del proceso de fotointerpretación.

ii. Mapas de isolíneas.-

En los estudios de Hidrología y Meteorología se tomaron como punto de partida los mapas en los cuales se presenta la información ecológica y la referente al recurso - de agua. En estos dos estudios la recolección de datos se llevó a cabo de manera más ágil, ya que algunos mapas habían sido preparados previamente. Sin embargo, en varios casos necesitaban actualización, de acuerdo con los últimos datos, y éstos requieren una extensa tarea de cálculo previo al proceso de codificación.

iii. Instituciones Públicas de Estudios Geográficos.

Las instituciones de referencia, dependientes del Gobierno, facilitan la información de complemento necesaria.

iv. La Oficina Nacional de Estadística y Censos.

Puede proporcionar información consignada en los Censos de Población, Vivienda y Agropecuario realizados recientemente.

Gráfico 1.2
INTERPRETACION DE SIMBOLOS
DE DIAGRAMAS DE FLUJO DE SISTEMA

	= Tarjetas Perforadas		= Programa
	= Cinta Magnética		= Pregunta
	= Disco Magnético		= Transferencia de Control
	= Actividad		= Funciones Manuales
	= Función con una Actividad		= Listado de Salida

2.4.3. Codificación y Almacenamiento de Datos.-

i. Codificación.

La naturaleza del Banco de Datos requiere que los datos sean almacenados en forma ordenada para facilitar su proceso, recuperación y análisis.

La codificación de datos consiste en traspasar la información plasmada en ortofotos, foto-grafías aéreas, mapas, etc. a formularios especialmente diseñados. Los datos contenidos en estos formularios son copiados o perforados en tarjetas de procesamiento electrónico para almacenarlos posteriormente en la computadora. La unidad de información o nivel de almacenamiento debe ser tal que permita, mediante una técnica de agrupamiento, obtener un conocimiento de las características físicas y socio-económicas de un Cantón, Municipio, Departamento, Cuenca Hidrográfica o una zona o región específica del país.

ii. Almacenamiento de Datos.

En el Gráfico 1.1. se presentó la serie de pasos a seguir en forma de diagramas de flujo para el almacenamiento de datos en dispositivos magnéticos y su procesamiento electrónico posterior, para efectuar las tareas de estructuración de los registros y archivos que integralmente llegan a constituir el Banco de Datos. Los diagramas de flujo representan la ejecución lógica de los pasos seguidos tanto para almacenar y recuperar como para utilizar los datos en diferentes tipos de análisis. No necesariamente esta forma gráfica de representación da una idea clara acerca del procesamiento de los datos. A continuación se hacen algunas aclaraciones.

El primer paso consiste en cargar una cinta magnética con los datos perforados en tarjetas de procesamiento electrónico. Luego se efectúan diferentes tipos de comprobación para que no haya datos que sobren o que falten por codificar en una determinada sub-zona. Posteriormente, se lleva a ca

bo un proceso para estructurar archivos y por último, se efectúan diferentes tipos de procesamiento encaminados a resolver diversos análisis y cálculos de acuerdo a las necesidades de información de los técnicos en cada estudio o del usuario en general.

Los archivos almacenados en cintas magnéticas son procesados por medio de un programa que estructura un solo conjunto en forma de matriz bidimensional que constituye, en definitiva, el Banco de Datos.

El Banco de Datos es un archivo secuencial escalonado en índices, y residente en discos magnéticos, que facilitan la obtención rápida de las cifras de todas las variables mencionadas, y cualquier otro dato incluido.

2.5. UTILIZACION DEL SISTEMA.-

Recuperación de los Datos..

El Banco contiene datos de naturaleza variada, es decir, es una fuente integral de información, suficientemente detallada como para describir las características físicas y socio-económicas del área, en su total, no en una o varias partes de la zona. El Banco de Datos cumple o puede cumplir con la función de abastecer información detallada o información agregada.

Después de que el usuario entiende claramente lo que es el Banco de Datos, que información contiene, como está estructurado el archivo maestro, qué zona del país cubre, cuál es el detalle de los datos, se puede pasar a la fase de cómo obtener esos datos o cómo utilizarlos para satisfacer sus necesidades. El lapso transcurrido entre el momento en que el usuario presenta la solicitud de información, hasta el momento en que recibe la información, puede variar de uno a varios días, dependiendo principalmente de la necesidad de diseño y escritura de nuevos programas, tiempo que tomará la computadora, prioridad del usuario y otros problemas ajenos al programa que pudieran presentarse.

Se puede presentar la necesidad de escribir nuevos programas, ya que los preparados no siempre van a satisfacer las necesidades del usuario. Por ejemplo, el listado normal muestra una serie de variables a nivel de unidad básica, pero un usuario puede solicitar datos a nivel de cantón o bien la sumatoria de una variable específica para una determinada región.

Es de importancia mencionar que, las consideraciones que se acaban de presentar, se aplican a la mayor parte de los servicios cuya actividad es primordialmente la de proporcionar información, como en el caso de organizaciones que operan Bancos de Datos.

La manera de cómo, operativamente se hace la recuperación y manipulación de los datos para un uso específico, se presenta en el cuadro 1.1. en el cual se ha tomado, a modo de ejemplo, los pasos que en la computadora deberían seguirse para aumentar la producción de frijol en el área.

2.5.1. Ejemplos de análisis realizados.-

A continuación se muestran algunos ejemplos de los varios análisis que se pueden desarrollar para diferentes estudios, en los cuales se utilizan datos almacenados en el Banco.

i. Clasificación de suelos.

Por medio de un programa de computadora se evalúa a nivel de unidad de suelo, cada una de las características físicas del mismo de acuerdo con un cuadro que contiene los requerimientos de cada uno de sus componentes. Luego se lo clasifican dentro de una de las 8 clases de acuerdo a su capacidad de uso.

Cuadro 1.1

ACTIVIDADES DEL BANCO DE DATOS

		Formulación y Evaluación de Proyectos
Deseo del MAG para aumentar la producción del frijol (un ejemplo):	Utilizando matriz "Necesidades Ecológicas de 30 Cultivos" que está almacenada en el Banco de Datos, determinar los factores de la selección física del sitio. Entrar al Banco de Datos, para que entregue todos los sitios que reúnen los criterios requeridos. La computadora revisa el cuadro, localiza sitios (áreas en km ²). Utilizando los criterios del MAG y otras fuentes, revisar los sitios potenciales, según los factores sociales y económicos. Estos criterios ponen límites a las variables sociales y económicas para tomar decisiones de conformidad socio-económica (características de población, educación, niveles de alfabetismo, infraestructura, estratos de tenencia, etc.).	Criterios para el proyecto
Si se especificaron criterios de tamaño, buscar áreas de conformidad a éstos.	Seleccionar un número limitado de sitios potenciales. Usar la computadora para evaluaciones, todo lo posible. Actividad de Simulación: si se realiza este proyecto, cuál es el efecto sobre el patrón del uso de la tierra, empleo, granos básicos, cultivos para exportación (si un nuevo cultivo reemplazó al algodón, por ejemplo, etc.).	Identificar un posible proyecto para este sitio (o sitios) considerando la forma de explotación, ganancia sobre la inversión, etc. Formular un proyecto (o proyectos alternativos) para el sitio. Evaluar el proyecto, según los criterios económicos, sociales y políticos.

La técnica de programación para este caso involucró el uso de varias tablas monodimensionales, siendo una de ellas la tabla de texturas, que contiene cientos de combinaciones. Una de las principales ventajas de la clasificación de los suelos realizada por la computadora - es la objetividad y exactitud del resultado, sobre todo si se toma en cuenta que se trata de analizar o tener en cuenta todas las combinaciones de textura, para determinar la clase de suelos que pertenecen a la unidad que se analiza. Otra de las ventajas es la rapidez con que elabora la computadora. Por ejemplo, el tiempo utilizado para clasificar 185.000 hectáreas de suelos es de 45 minutos, mientras que si eso mismo lo realizara un técnico tomaría varios meses, considerando el grado de detalle utilizado en el trabajo.

ii. Cartografía de suelos por computadora.

Otro tipo de análisis efectuado con los datos de suelos consiste en tomar la unidad de suelos para luego producir un mapa dibujado por la computadora.

El mapa muestra la clase de suelo predominante, diferenciando cada clase por la densidad de tono (blanco y negro), variando de suelo clase I (más oscuro) hasta suelo clase 8 (más claro). En los casos donde se encuentra una predominancia de no-suelo como, por ejemplo, áreas urbanas o agua, se utilizó el código representado por el tono más claro en el mapa.

Esta muestra cartográfica sólo constituye un ejemplo de una de las formas de representar gráficamente parte de los datos almacenados en el Banco. Dentro del estudio de suelos se pueden citar aquellos que presentan diferentes tipos de

problema a nivel de unidades básicas, tales como, erosión, drenaje, inundación, etc. De esta manera se identifican rápidamente áreas potenciales para diferentes tipos de proyectos.

iii. Areas adecuadas para el Desarrollo de Especies Forestales.

Por medio de este programa se analiza las características de las diferentes unidades de suelos, y junto con los requerimientos ecológicos óptimos de 30 especies forestales se podrán hallar los sitios adecuados para el desarrollo de tales especies.

El programa produce un resultado en el cual se señala la clase de suelo, la superficie y las especies forestales que allí se pueden desarrollar bajo condiciones de rendimiento óptimo.

iv. Inventario de Infraestructura.-

Este programa, aunque no implica un alto grado de sofisticación, es de gran beneficio, pues permite conocer dentro de una región o zona específica, el número de los diferentes tipos de infraestructuras, entre otras, carreteras, puentes, hospitales, alcaldías, mercados, fábricas, plantas eléctricas, escuelas, etc. Este tipo de información es generalmente muy útil, sobre todo si se trata de lograr un conocimiento rápido de la distribución de las infraestructuras de una región en estudio.

v. Representación gráfica de la densidad de la población.

Uno de los archivos que forman parte del Banco de Datos es el que contiene información referente a las características poblacionales de la zona.

Entre las variables del estudio se cuenta con el número de habitantes.

Con el sistema cartográfico por computadora, diseñado y desarrollado en el Proyecto, se puede representar gráficamente la densidad de población. Este gráfico consiste en un mapa en el cual se representan 10 rangos diferentes de densidad por medio de una variación en el tono de oscuridad, cada tono identificando un rango diferente.

vi. Propietario menor y propietario mayor.

En el estudio de tenencia de la tierra se asignó un código de identificación a cada uno de los propietarios de las diferentes parcelas. De esta manera, agrupando todas las parcelas de un mismo propietario, se puede determinar la superficie de tierra perteneciente tanto al "propietario mayor" como al "propietario menor", designando así al propietario que posee la mayor extensión de tierra y viceversa. También se logra saber si se trata de extensiones grandes, pequeñas (minifundios), o si son de un tamaño medio. Naturalmente que la misma información puede lograrse para las subzonas o áreas definidas.

vii. Valor de la producción actual.

Con los datos provenientes del estudio de Uso Actual, los datos de Suelos y la información recopilada por los técnicos en Economía Agrícola, se diseña un programa el cual computa el valor de la producción agrícola actual. Para encontrar este valor de producción es necesario obtener previamente para cada cultivo los respectivos precios y rendimientos.

El programa está diseñado para obtener el valor de la -
producción, a nivel de cultivo y a nivel de la zona de es
tudio.

viii. Estimación de mano de obra actual y potencial.

Este programa utiliza los datos correspondientes al Uso -
Actual de la Tierra, y aplica una serie de coeficientes de
mano de obra actual en lo referente a requerimientos de
días-hombre para el desarrollo de los diferentes cultivos
en el área del Proyecto. Esos coeficientes fueron formulad
dos en la sección de Economía Agrícola. Por otra parte,
se aplican coeficientes de mano de obra potencial (tecnolog
ía más avanzada), y se calcula la diferencia de empleo act
tual y potencial por trimestre y anual.

ix. Cálculo de áreas aptas.

Con la utilización de los datos referentes a las unidades
de suelos y sus características, lo mismo que los datos de
meteorología y la información suministrada por el experto
de suelos, referente a los requerimientos mínimos de éstos
para el desarrollo de los diferentes cultivos, se diseña -
un programa que analiza cada unidad de suelo y encuentra -
dentro de diferentes estratos de altura sobre el nivel del
mar, las áreas aptas para cada cultivo.

Esto permite ubicar dentro del área comprendida por el Prog
yecto, el total de áreas aptas que reúnan los requerimientos
ecológicos indicados para cada uno de 30 cultivos diferentes.
El programa produce un resultado en el que se detalla el có-
digo del cultivo y el área apta total para ese cultivo en las
8 clases de suelos.

x. Programación Lineal.

Otro de los análisis efectuados por el grupo de Economía Agrícola implicó la utilización de la técnica de programación lineal. Por medio del método simplex se maximiza el ingreso bruto, sujeto a la disponibilidad de suelos - aptos para los diferentes cultivos, y a las restricciones de mercado, reguladas por la demanda interna y externa de cada producto. El resultado de este proceso permite calcular los distintos valores de producción potencial, para establecer las diferentes brechas entre el valor de la - producción actual y potencial, lo mismo que las brechas - de empleo.

Los diferentes tipos de análisis que se acaban de exponer son a manera de ejemplo, con el objeto de dar una idea al lector de la flexibilidad que ofrece el Banco de Datos en lo que se refiere a la utilización de información de manera integrada.

3.1. CENTROS DE INFORMACION DE RECURSOS NATURALES.-

Contenidos y Objetivos

Necesidad de Información:

"En los últimos años se ha observado en muchos países un marcado aumento de interés y de demanda por las estadísticas y otras informaciones referentes a áreas geográficas a nivel subnacional. Esta creciente demanda ha sido generada básicamente por tres categorías mayores de actividades que utilizan información, a saber: planificación urbana y regional, investigación geográfica y socioecológica y planificación para el desarrollo económico regional e interregional. Todas estas actividades se han caracterizado por un veloz surgimiento en la aplicación de métodos y técnicas cuantitativas y en el uso de computadoras para el manejo de gran cantidad de información detallada.

La planificación regional para el desarrollo económico y social requiere información, cuanto mejor y más fácil es el acceso y la manipulación de la misma, tendrá mayor probabilidad de producir mejores proyectos o programas para el desarrollo en la región.

Al considerarse regiones que son esencialmente agrícolas se necesita una amplia y variada información. Gran parte de los aspectos agrícolas están relacionados con los elementos físicos, como por ejemplo, aquellos que tienen influencia en el crecimiento de las plantas, lo cual obliga a conocer la tierra, el agua, los recursos naturales vegetativos y los elementos climáticos que inciden en la región.

Sin embargo, con el objeto de sugerir cambios de productividad se hace necesario también saber acerca del hombre, su cantidad y características, como así también sobre el uso que ha hecho de los recursos. Aspectos tales como Uso Actual de la Tierra y el Agua, Infraestructura, Tenencia de la Tierra, Manejo y Economía Agrícola, etc. son indispensables de conocer.

El desarrollo implica cambios y estos tienen lugar en forma variada. Adopción de nuevas técnicas, siembras de nuevos cultivos, construcciones de obras, etc. La forma a través de la cual inducir o producir estos cambios es variada. Ella depende de la estrategia que aplique cada gobierno, y del rol que se haya definido para las instituciones públicas y para el sector privado.

Sin embargo, para cualesquiera sea la estrategia definida, es siempre papel del Estado, mejorar la información básica que posea, a través de adecuados sistemas de información y estadísticas, sobre las cuales se podrán fundamentar proyectos y planes. Un buen nivel de información logra no solo agilizar la inversión sino que a la vez, contribuye al desarrollo y formulación de medidas complementarias de política, que tengan por objeto incrementar la eficiencia en la asignación de los recursos productivos y la utilización de las tecnologías más adecuadas.

SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA.-

El factor espacial tiene carácter fundamental en la planificación de desarrollo regional. Los Sistemas de Información Geográfica tienen en común una ubicación espacial para el registro de información. El sistema de coordenadas puede ser parte de la red geográfica del mundo, o como suele ocurrir frecuentemente, puede pertenecer a otra clase de reticulado nacional o local configurado dentro del sistema mundial.

Mientras que la coordenada es por característica un punto en el espacio referido, en esta clase de Sistemas de Información, generalmente se relaciona con otros objetos de dos dimensiones, por ejemplo: construcciones, urbanizaciones, predios, tipo de suelos, etc. El desarrollo de estos sistemas ha tenido algunas variantes alternativas. Un sistema de información sobre áreas regulares se ha usado como unidades de registro.

Tal es el caso de Estado de Nueva York que usa como unidad de registro una cuadrícula de una milla cuadrada. El kilómetro cuadrado, se ha usado también en Europa, México y por O.E.A. en El Salvador.

Por otra parte se ha diseñado un sistema cuyas unidades de registro son irregulares, tal es el caso del sistema DIME de la Oficina del Censo de los Estados Unidos.

Cualquier cantidad de información puede ser referida a alguna de estas áreas, siempre y cuando la ubicación geográfica respectiva pueda ser asignada a esta información.

Algunos Bancos de Datos contienen categorías limitadas de información, otros contienen gran cantidad de datos en una variedad de campos.

El propósito de un Banco de Datos es aquello que normalmente guía su contenido.

Algunos propósitos considerados al establecer un Centro de Información, pueden ser entre otros a) La estimación de los problemas estructurales de cada región; b) La determinación del potencial de desarrollo; c) La evaluación del impacto de programas de desarrollo; d) Proveer información que sirva de base para la formulación de proyectos; etc.

Los propósitos primeros enunciados implican el combinar un "Sistema de información" con un "Sistema de Análisis" de la información, lo cual no sería necesario en el último objetivo ya que el análisis quedaría en manos de los usuarios mismos en ese Centro.

Un Sistema de Información o Centro de Información, es en esencia bastante simple. Consiste en un juego de cintas magnéticas conteniendo información ordenada y programas de computación que dirigen las operaciones del instrumental computacional, permitiendo la construcción de un Banco de Datos y el Manejo de su contenido para una variedad de propósitos.

El Sistema es ilimitadamente abierto con referencia a sus datos, cobertura geográfica y a los programas de computación, o sea, se pueden agregar nuevos programas y puede ir cubriendo nuevas áreas o sectores y nuevas materias.

El Sistema desarrolla un número importante de funciones en relación a la información. Primero almacena los datos en forma ordenada y consistente. Segundo, recobra datos. Tercero, manipula los datos de distintas formas proveyendo combinaciones, sobreposiciones, selecciona áreas de características restringidas, y puede, si los "Sistemas de Análisis" están adosados, hacer proyecciones, proveer soluciones alternativas y una amplia gama de análisis matemático-estadísticos, útiles para los planificadores y proyectistas.

El proceso de construcción del Banco de Datos, es una secuencia que involucra las siguientes funciones. Recolección de datos, codificación y almacenamiento y actualización.

La selección de las variables a adoptarse es el resultado de un proceso de discusión y análisis, teniendo presente los objetivos u propósitos del centro, esto es definidos los usuarios potenciales de este y sus necesidades.

Los datos una vez seleccionados y recolectados deben ser codificados, proceso que consiste en traspasar la información a formularios especialmente diseñados que son perforados luego en tarjetas o cintas de procesamiento electrónico, para luego ser almacenados en la computadora.

El almacenamiento se hace en archivos de tamaño prefijado, por medio de programas que estructuran un conjunto en forma de matriz bidimensional que constituye en definitiva, el Banco de Datos y en el cual se almacena la información.

La disponibilidad de los datos archivados permite hacer una serie de estudios y análisis diversos y en condiciones de detalle y tiempo que sería imposible de no contarse con todos los elementos descritos.

3.2. LOS USUARIOS DE INFORMACION, Y CARACTERISTICAS DE LA DEMANDA DE INFORMACION.-

La extensión que un Centro de Información tenga, tanto en lo que respecta a la superficie del área que abarque, como al nivel de detalle con que se recoja la información y la diversidad de recursos o aspectos de ellos que cubra, incidirán directamente en el costo de recopilación y de actualización de esa información.

Sin embargo, para el análisis que se hace a continuación, respecto de la demanda de información que puede tener un Centro de Información de Recursos Naturales, se hace abstracción de esta materia, la cual es sin duda fundamental para decidir sus características.

La información sobre Recursos Naturales, su localización, características productivas, su potencialidad, su actual utilización y la tecnología que se aplica en su explotación, es un requisito para alcanzar un desarrollo alto y sostenido.

Los sectores productivos que precisan de esta información, son entre otros, aquellos cuya actividad se basa principalmente en la explotación de los recursos naturales renovables o no renovables, tanto en el nivel de producción primaria como secundaria o industrial, tal como agricultura, ganadería, forestal, minería, pesca y turismo. A la vez, esta información es necesaria para el desarrollo de los sectores de infraestructura complementaria, que apoyan a las actividades productivas, como transporte, energía y comuni-

caciones, agua y para otros sectores que proveen servicios sociales básicos que satisfacen necesidades de la población que participa en esas actividades como salud, educación y vivienda.

Pero en especial, esta información es requerida por un sector compuesto por un conjunto de instituciones nacionales o regionales cuyas funciones son cautelar el interés nacional o activar el proceso de desarrollo a través de la generación de políticas, programas, planes y normas en las áreas de fiscalización, investigación, crédito y asistencia técnica.

En consecuencia, un Centro de Información debiera disponer de la información sobre Recursos Naturales que estos diversos sectores requieren para el mejor desempeño de sus actividades.

El cumplimiento de esta tarea, exige definir con la mayor precisión posible cuál es el tipo de información que requieren los servicios o bienes que estos diversos agentes producen. Ello implica establecer cuáles son esas variables y cuál es el grado de detalle en que ellas deben estar disponibles.

Con el objeto de identificar esas variables y su grado de detalle, debe enfrentarse cada uno de los sectores señalados a distintos niveles de exigencia de información. Estos niveles de exigencia se relacionan a pasos precisos que deben dar todas aquellas intenciones de incrementar la producción de bienes o servicios, originadas en los diversos agentes integrantes de alguno de los sectores señalados.

Los pasos referidos constituyen una secuencia de actividades a través de las cuales se recopilan, analizan y compatibilizan un conjunto de antecedentes con el objeto esencial de decidir la conveniencia de emprender una determinada acción.

Los pasos o etapas que se requieren desde el momento en que nace una iniciativa hasta la operación de la actividad resultante pueden clasificarse del siguiente modo: a) Identificación de Idea de Proyecto; b) Informe Preliminar o Prefactibilidad; c) Estudio de Factibilidad; d) Diseño Final y e) Construcción y operación del Proyecto.

El grado de detalle de la información archivada, en un centro de información, debe ser tal que satisfaga las necesidades de la evaluación en las dos primeras etapas y en algunos casos para la de Factibilidad. Ello implica que debe permitir fundamentar algunos aspectos esenciales de una evaluación en esas etapas, tales como precisar la Dimensión de un proyecto, su Localización y su Viabilidad Económica.

Un mayor detalle de la información recopilada, podría no ser demandado, ya que la información básica en proyectos de la naturaleza señalada trae consigo riesgos para las entidades inversoras y que son responsabilidad que un proyectista no puede delegar.

Así la información detallada requerida en las etapas de Factibilidad o Diseño Final de un proyecto es obtenida específicamente para cada estudio, por los proyectistas por lo cual ella no constituiría demanda para el Centro.

4. EL FUTURO DE LOS RECURSOS NATURALES

4.1. SOBREPOBLACION Y MEDIO AMBIENTE.-

4.1.1. La sobrepoblación y el deterioro.-

Hacia el final de la década de los sesenta, surge como preocupación importante en la literatura mundial y en los foros internacionales, el problema del medio ambiente, la contaminación y el eventual agotamiento de los recursos naturales. Análisis catastrofistas han indicado que, de continuar el proceso de deforestación y destrucción del suelo a la velocidad que adquirió a partir de la segunda guerra, en la primera veintena del próximo siglo el oxígeno, indispensable para la vida animal, será insuficiente. En este sentido, nuevos estudios alertan contra la contaminación de las aguas de los mares, donde el fitoplancton proporciona la mayor cantidad del oxígeno atmosférico.

De todas maneras, el efecto antrópico en países o regiones más pobladas ha hecho sentir su destructora presión en distinta forma según el recurso natural que se analice. Así tenemos, en orden decreciente, atendiendo a la intensidad y/o velocidad que ha adquirido el proceso de deterioro, el siguiente resumen:

a) Recursos Vegetacionales y de Bosques.-

Ha sido el más visible e importante de los daños ocasionados por el hombre al medio ecológico. Entre los agentes más activos del deterioro de la vegetación, se encuentran:

- Tala de árboles y arbustos, para la industria y fundición de minerales en los primeros tiempos, y para industrias rurales y energía hogareña, posteriormente, sin una equilibrada reposición de estos vegetales. Son varias decenas de millones de hectá -reas en América Latina la superficie totalmente talada y desertificada en el último siglo.
- La urbanización acelerada de extensos y por lo general fértiles suelos, para el crecimiento de grandes ciudades.
- El Inapropiado manejo de praderas o sobretalajeo, es un respon-sable asociado frecuentemente con la tala de árboles. Particu-larmente grave es este proceso en extensas zonas áridas o semi-áridas de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Haití, México, Pe-rú, Puerto Rico, República Dominicana y Venezuela.
- Roce a Fuego de la vegetación, para abrir tierras a la labranza y pastoreo, calcinando el laboratorio de vida que es la capa vegetal, afectando por años la fertilidad y estructura del suelo.

b) El Recurso Suelo:

Los grandes daños al recurso se llaman pérdida de fertilidad y de textura, compactación y erosión. Entre ellos llevan a la desertificación en cualquiera de sus grados, y sus causas deben buscarse en la pérdida de cubierta protectora vegetal y vulnerabilidad in-trínseca del suelo. La importancia del deterioro del recurso puede apreciarse al saber que más del 50% del suelo de América Lati-na está afectado por erosión en cualquiera de sus grados.

c) Recursos Hídricos:

La pérdida de calidad y/o cantidad del agua para uso agropecuario, va siempre asociada a alguno de los procesos de deterioro de algún recurso. Así el suelo desprotegido por desforestación contamina - las corrientes de agua al arrastrar suelo en el proceso erosivo, emnanca y hace innavegalbes ríos que antes los fueron, aumenta la velocidad del escurrimiento superficial autoacelerando el proceso de erosión y disminuye la proporción de agua infiltrada que alimentan los cauces subterráneos.

d) Clima.-

Como recurso es difícil se vea afectado en áreas rurales, salvo in convenientes derivados de caída fuera del área conveniente de lluvias artificiales.

4.1.2. Políticas de Uso y Conservación de Recursos Naturales.-

Las políticas relativas a recursos naturales tratan de influir a través de los procesos más determinantes en la eficiencia del uso de los recursos, ellas son: Procesos de Colonización, de Regadío y Drenaje, de Conservación de Recursos Naturales y las de Investigación e Información sobre Recursos Naturales.

Políticas de Colonización: Las actividades en este proceso se pueden adoptar bajo tres criterios:

- 1) Colonización espontánea en la que el gobierno se abstiene y solo permite que el proceso se lleve, lo que es difícilmente concebible en un estado moderno.
- 2) Colonización Dirigida, donde el gobierno apoya con informaciones sobre potencialidad de recursos naturales y sus localizaciones, otorga facilidades crediticias y de comercialización entre otras.
- 3) Colonización realizada por el estado, donde desde la elección del tipo de colonos hasta las organizaciones finales (cooperativas u otras) pasando por instalación de agroindustrias, servicios, créditos, capacitación, etc. Es la más cara pero la que asegura en mayor proporción un resultado exitoso.

Existe un cuarto sistema, en el fondo parecido al primero, donde de las tierras las licita el estado y la selección de colonos se basa solamente en su capacidad económica.

Políticas de Riego y Drenaje: Deben distinguirse dos situaciones. La primera donde por el riego se incorporan nuevas tierras de secano o se drenan tierras anegadas o inundables. En un segundo caso se trata de mejorar y modernizar los sistemas de riego, buscando la mayor eficiencia para el agua disponible.

En el primer caso el estado puede construir las grandes obras extraprediales y otorgar incentivos a los usuarios para pequeñas obras prediales complementarias a través de franquicias tributarias, créditos, asistencia técnica, entre otras.

En algunos países latinoamericanos el riego y drenaje sólo tiene significación en áreas reducidas y pequeños proyectos, mientras que en otros son de gran importancia actual y potencial. En éstos se debe propender o atacar el problema a través del desarrollo integral de cuencas hidrográficas y conformando una cartera de proyectos de riego localizados y jerarquizados según su urgencia.

En varios países, la principal limitante es escasez de agua y en ellos la política de riego deberá ampliarse a una política general de uso y manejo del agua, asignando prioridades de su uso entre los distintos sectores productivos (agricultura, minería) de servicios (uso urbano y sanitario rural).

Como el riego y drenaje sólo crean condiciones para mejorar la producción, pero no obligan a los tenedores a hacer un uso más intensivo y eficiente, es necesario que las políticas y los proyectos de regadío estén insertos en proyectos integrados de desarrollo agropecuario.

Por ello, las políticas de riego y drenaje deben ser definidas en estrecha concordancia con las políticas de tributación, creación y difusión de nuevas técnicas, capacitación agropecuaria, comercialización, crédito, abastecimiento de insumos y apoyo institucional (1).

Políticas de Conservación de Recursos Naturales: Como la producción agropecuaria se basa mayoritariamente en el uso de recursos naturales renovables, la capacidad productiva de éstos puede verse parcial o totalmente destruída si se utilizan en forma esquilante, excesiva o descuidada. Muchas veces el deterioro de un recurso en una determinada localidad, afecta a otro u otros en regiones a veces apartadas (la erosión de un sector provoca formación de dunas en litorales apartados, por el arrastre de ríos).

Las medidas generalmente propuestas son tanto preventivas como de recuperación. En ambos casos se recurre a acciones como:

- a) Dar otro uso al recurso (cambio de cultivos erosionables por ejemplo).
- b) Cambiar las técnicas de explotación, modificar intensidad del uso, período u época (manejo de praderas, como ejemplo).
- c) Inversiones físicas para controlar los agentes destructivos (reforestación de cuencas hidrográficas, terrazas, etc.).

"La conservación de los recursos renovables debe ser uno de los objetivos o restricciones prioritarias del desarrollo agropecuario. La estrategia seleccionada deberá ser acompañada de una política activa de conservación dedicada fundamentalmente a labores o acciones preventivas. Si esta política no existe no será posible intensificar en gran medida el uso de los recursos" (1).

Las políticas de recuperación de recursos deteriorados (presentes en todos los países latinoamericanos) deben atacar los procesos de destrucción para cada recurso en particular.

En general las políticas se implementarán a través de la acción pública y privada. De los recursos de uso público la primera (cuencas hidrográficas, áreas de dunas, planes sanitarios) y la acción de los empresarios privados en complementarias mediante medias intraprediales.

Los instrumentos son: el convencimiento de la acción privada mediante campañas de conservación de recursos, divulgación y capacitación; los estímulos económicos bonificando el costo de medidas de conservación, franquicias tributarias, políticas especiales de créditos y abastecimiento de insumos dirigidos al mismo fin y, las medidas punitivas, castigando aquellas actividades que contribuyan al deterioro de los recursos y obligando a practicar las acciones de conservación por parte de los productores, aplicando sanciones tributarias u otro tipo de penas económicas a los infractores.

Políticas de Generación e Información de Conocimientos sobre Recursos Naturales.-

La primera definición de este tipo de políticas, debe ser si la investigación de recursos naturales será función del gobierno, será implementada por empresas privadas con financiamiento total o parcial del estado y si quedará como acción que el sector privado realizará a la medida de sus necesidades y conveniencias.

El hecho de que la investigación de recursos naturales produzca beneficios a plazos relativamente largos, que es difícil que el agente que genere la información sea su propietario para venderla, que beneficia a distintos sectores de productores y que precisan de estudios costosos y comunes a todos los recursos (fotos aéreas), parece indicar al estado como el ejecutor más apropiado. Ha sido la pauta general en casi todos los países de Latinoamérica.

Debe propender esta misma política a la recolección de datos, información, almacenamiento, actualización y creación de sistemas de extensión y divulgación.

4.2. Incrementos en la Capacidad Productiva de los Recursos Naturales.-

4.2.1. Intensificación del uso de los Recursos.-

El primer paso que el hombre dió para utilizar con mayor eficiencia la potencialidad de los recursos que la naturaleza disponía, fué el reemplazo de la caza y recolección de frutos silvestres por una ganadería y agricultura sedentaria.

Con posterioridad y en la medida en que fué necesitando más superficie fértil para reemplazar las áreas agotadas, inició una primitiva colonización o expansión de fronteras agropecuarias. En el presente son relativamente menos los países que pueden aportar un significativo aumento de la producción a través de este medio. Aquellas naciones que inician procesos de colonización, necesitan imperiosamente conocer donde tienen recursos naturales económicamente aprovechables, qué potencialidad tiene cada uno de ellos y cuáles son las técnicas más apropiadas para explotarlos con rendimientos altos y sostenidos.

Un plan de colonización debe ser objeto de un complejo y profundo estudio, no solamente de recursos naturales, sino que debe ser analizado en sus perspectivas económicas, de mercados, sociales, culturales e institucionales para esperar un resultado exitoso. Son bastantes los fracasos completos o parciales, aunque de áreas más bien reducidas, de planes llevados en forma espontánea y sin una planificación y política gubernamental previa.

El regadío fué, y aún lo es, un eficaz medio de mejorar la productividad de las tierras, acercándose, con este paso, bastante a la meta de alcanzar el uso de la capacidad potencial de los recursos. Con esta técnica no solamente se multiplicó en varias veces los rendimientos de muchas áreas explotadas como suelos de secano, sino que permitió la introducción de nuevas y cada vez más productivas especies, razas y variedades.

Tan importante o más que lo anterior fué que estos nuevos rendimientos posibilitaron el uso económico de técnicas avanzadas.

El uso de técnicas avanzadas es en la actualidad y seguramente en el futuro próximo, el mejor medio de utilizar los recursos naturales cerca de su máximo potencial sin degradarlos o disminuirlos.

El despertar de los países del tercer mundo a esta nueva y gran posibilidad, se produjo con los logros espectaculares obtenidos por la Revolución Verde a mediados del presente siglo.

Son tres los tipos básicos de tecnologías que aplicadas a la producción agropecuaria concurren a utilizar cada vez más eficientemente y con menor deterioro los recursos naturales involucrados, a saber:

a) Prácticas de Manejo: en cada una de las etapas del proceso de producción agropecuaria, como: preparación del suelo, plantación o siembra, cuidados culturales, riegos, fertilizaciones, desinfecciones, recolección de la producción, entre las principales. El conocimiento acabado de las disponibilidades de recursos como clima (precipitaciones, temperaturas ^{por} ejemplo) agua (disponibilidad, calidad, etc.) y suelo (aptitud, potencialidad y otras características) van a permitir tomar decisiones en el manejo, determinando para preparación del suelo, la época más oportuna, profundidad, número de labores, mecanización más conveniente, humedad del suelo, etc. Para siembra resaltan decisiones como calidad de semilla a emplear, número de plantas por há; profundidad de la siembra, época en que se efectúa, tipo de maquinaria a usar, fertilización y aplicación de pesticidas asociada a la siembra, etc. etc. Así cada una de las labores enumeradas más arriba necesitará de decisiones en cuanto a sistemas, épocas, formas, combinaciones de labores u otras, lo que no corresponde aquí tratar en profundidad.

b) Los insumos tecnológicos, Toman este nombre aquellos insumos agropecuarios que llevan en sí avances tecnológicos en continuo mejoramiento, lo que determina también un aumento en la eficiencia de aquellos.

Los más influyentes en la producción y productividad agropecuaria son:

Maquinaria agrícola que ha revolucionado técnicas, rapidez y eficiencia en muchas labores o prácticas productivas.

Semillas mejoradas con una potencialidad genética capaz de elevar espectacularmente los rendimientos si cuentan con recursos naturales y prácticas de manejo apropiados, más fertilidad (o fertilización) y protección contra pestes.

Fertilizantes apropiados y asimilables para cada tipo de cultivo y para cada etapa de la vida vegetal.

Pesticidas que, bien aplicados (épocas, dosis, número de aplicaciones, máquina que los aplica) evitarán competencias de plantas no deseables o organismos patógenos que afectan la producción del cultivo.

c) Mejoramientos Biológicos y Genéticos: Se manifiesta en especial, en la obtención de nuevas especies, razas o variedades de mayor potencialidad productiva, más resistentes a enfermedades y a agentes climáticos, por un lado, y en la aplicación de avanzadas tecnologías bio-genéticas para perpetuar esta mayor potencialidad, para obtener más y mejores ejemplares de cada vez con más alta productividad que sean capaces de obtener ventajas básicas en el proceso productivo. Estos tres últimos logros se trata a continuación como:

4.2.2. Las Tecnologías del Futuro.-

Existen y están en uso numerosas tecnologías avanzadas cuya proyección, perfeccionamiento, en un futuro no lejano incidirán determinantemente en aumentar la producción y la productividad agropecuarias muy significativamente.

Estas tecnologías transcendentales se pueden clasificar en tres grandes grupos, a saber:

- a) Técnicas que permitirán un uso más intensivo y un aprovechamiento más completo de los recursos naturales existentes, aliviando la presión antrópica sobre recursos en agotamiento. A título de ejemplo se anotan los más próximos a cumplirse.

Aprovechamiento de la pluviometría y del agua:

- Técnicas de infiltración, acumulación y manejo de aguas lluvias en napas subterráneas para ser bombeadas donde y cuando se necesiten.
- Técnicas económicas en el manejo de nieves, transformando el macizo andino en un gigantesco acumulador de agua.
- Producción económica de lluvias artificiales y dominio más exacto del área a beneficiar.
- Técnicas para captar neblinas en amplias zonas costeras de Latinoamérica.
- Técnicas económicas para la desalinización del agua para usos agropecuarios.

- Manejo integral del agua por cuencas y reciclaje en áreas y circunstancias apropiadas.
- Manejo eficiente de técnicas de riego, vulgarizando y haciendo económicos sistemas como el riego por goteo, aspersión u otros más avanzados.
- Generación y o reproducción de especies vegetales más eficientes en el uso del agua, o cultivos que se adapten a condiciones de aridez.
- Cubiertas artificiales o naturales (mulches) que impidan una evaporación intensa del suelo. Su uso tiende a extenderse en la medida en que las cubiertas son de menor costo.

Aprovechamiento de otros factores climáticos como irradiación solar, vientos, temperatura:

- Utilización y/o producción de plantas más eficientes en la actividad fotosintética. Hay especies más eficientes como el maíz, el sorgo y la caña de azúcar que producen más del doble que otras menos eficiente, como el frijol y algunos cereales donde el proceso de fotorespiración consume gran parte de los azúcares alimenticios. Se está adaptando a estas últimas especies la estructura foliar y sistema enzimático desarrollado por el maíz. Se cree que se llegará a la producción totalmente artificial de azúcares simples perfeccionando estos sistemas. Hay máquinas en prueba para estos fines.
- Técnica para utilizar la energía solar en procesos agrícolas o agroindustriales que eliminen pérdidas y conservan los productos y alimentos.

- Aprovechamiento de la energía eólica en proporciones importantes, etc.

Aprovechamiento del recurso suelo:

- Todo aumento en la productividad de un cultivo supone un reemplazo del recurso suelo por otro recurso (agua), por capital (construcciones, mecanización) o por técnicas (insumos tecnológicos). Desde este punto de vista todos los nuevos procesos analizándose en este capítulo propenden a preservar el suelo.
- Los adelantos en fertilización foliar están permitiendo utilizar suelos por sobre su clase de capacidad de uso.
- Los cultivos hidropónicos economizarán este recurso.

b) Técnicas bio-genéticas que están ya produciendo especies cada vez más eficientes en la utilización de los recursos.-

- Producción de nuevas especies mediante la irradiación nuclear a plantas o semillas, dando amplias posibilidades a nuevas constituciones genéticas, con nuevas cualidades de las plantas así generadas.
- Reproducción natural por clones que es común a ciertas especies, se está aplicando a otras y en un futuro, a cualquiera. De aquí que podrá capturarse el valiosísimo vigor híbrido para siempre sin nuevos cruzamientos.

- Estas técnicas de reproducción por clones y por cultivo de tejidos ya comienza a abrirse paso en la investigación animal.
- La reproducción partenogenética ha obtenido resultados en gallinas y pavos.
- Producción de especies de gramíneas que producirán su propio fertilizante, semejante al bacillus radicolosa de las leguminosas, con lo que se abaratará enormemente la producción de alimentos y no se afectará la estructura del suelo como sucede con fertilizantes salinos.
- .. Producción de alimentos aprovechando la increíble velocidad de multiplicación de organismos unicelulares. etc. etc.

c) Técnicas que hagan disponible, actual localizada, completa e integrada la información relativa a recursos naturales y productivos.-

- El perfeccionamiento y el costo económicamente posible de las imágenes de satélites posibilitará el conocer en forma totalmente oportuna y actualizada la marcha de la producción agropecuaria de los países, hacer pronósticos de cosechas, vigilar estado de las comunicaciones, etc.
- La Técnica computacional permitirá, en corto plazo, entregar a cada centro productor de cierta importancia con la agregación que se necesite, toda la información de los recursos naturales.

Las nuevas tecnologías en desarrollo acotadas, son seguramente una parte pequeña del número de estudios y experimentos que los científicos están realizando para posibilitar una agricultura mucho más productiva en un futuro no lejano.

- 10.- A. Van Wambeke F.A.O. 1979
Examen de los Métodos de Levantamientos de Suelos en América Latina.
- 11.- Espildura C. Basilio - Centro Recursos Hidráulicos U. de Chile. 1975
Elementos de Hidrología.
12. Organización Meteorológica Mundial 1970
Guía para las Prácticas Meteorológicas
13. Poo . Raúl Memoria - U. de Chile 1964.
Elementos de Climatología y Meteorología y su Incidencia en la Agri
cultura.
14. Organización Meteorológica Mundial 1964
El tiempo y el Hombre - Función de la Meteorología en el Desarrollo
Económico.
15. Instituto de Investigación de los Recursos Naturales 1979
Perspectivas de Desarrollo de los Recursos Naturales de la VII Región
Chile - Climatología.
16. Instituto de Investigaciones de los Recursos Naturales 1979
Perspectivas de Desarrollo de los Recursos Naturales.
VII Región - Chile - "Distritos Agroclimáticos".
17. Sneyers R. - World Meteorological Organization 1968
"On the Climatological Analysis of Local Series of Observations"
18. Santis, Hernán - Aranda, M. Cristina Instituto Geográfico Militar de
Chile 1973.
Introducción a la Climatología.

- 19.- López B. Carmen IREN - CORFO - CHILE 1979
Evaluación de las Veranadas de la Provincia de Elqui
- Región de Coquimbo - Chile.
- 20.- Contreras, David. CIFCA-IREN-CORFO 1978
"Vegetación"
- 21.- O.E.A. 1977
Sistema de Información para el Desarrollo Económico - El Salvador.
- 22.- Hermansen, F. Information Systems for Regional Development,
A. Seminar - Lund 1971
Information System for Regional Planning, Issues And Problems
- 23.- Roig, Virgilio PNUF/RLA/74/018 1978
Creación de un Banco de Datos - istema de Información de Carácter Re-
gional para el Desarrollo de las onas Aridas y Semiáridas de Latino
América y Comtabir los Procesos de Desertificación. (Seminario Regional).
- 24.- Grandtner, Miroslav Quebec 1968
Conseil D'Orentation Economique OU QUEBEC
"Les Inventaires Bio-Physiques.
- 25.- Watlsius, Allen. H. Servicio Geodésico Interamericano 1979
"EL Centro de Datos EROS"
- 26.- J. Hurubia - Sánchez - Sejenuvich y Szekely PNUMA 1979
"Hacia una Conceptualización del Ecodesarrollo"
- 27.- Elgueta, Manuel Instituto de Investigaciones Agrícolas Chile 1979
La Investigación Agrícola en Chile.

- 28.- Valenzuela, A. Revista del Ingeniero Agrónomo - Chile N° 13 1979
Predicción de la Utilización del Agua de Riego en la Agricultura.
- 29.- Revista "El Surco" Volumen 86 N° 6 Obre 1979
"No se debe Engañar a la Madre Naturaleza... ¿o si se debe? "
- 30.- Rafael Elizalde Ministerio de Agricultura - Chile 1970
La Sobrevivencia de Chile.
- 31.- Conferencia de N.U. Sobre Desertificación Nairobi 1977
Proyecto de Estudio de Viabilidad de la Vigilancia de Los Procesos
de la Desertificación.

