

FECHA	DURACION	TEMA	PROFESOR
Oct. 7	3 Hs.	PROBLEMATICA EN EL MANEJO DE LAS CUENCAS	Ing. Alberto Jaime Guadiana
		Análisis histórico e institucional Necesidad de controlar las cuencas Beneficiarios del buen manejo de las cuencas Perspectivas de solución	
Oct. 9, 11	3 Hs. c/día	LA CUENCA COMO SISTEMA ECOLOGICO-ECONOMICO-SOCIAL	Lic. Juan Soto Romero
		Definición de ecosistema Climatología Hidrología Edafología Vegetación Geomorfología Integrantes socioeconómicos Economía de la cuenca El factor humano en el manejo de recursos naturales Importancia de las estructuras socioeconómicas en el manejo de recursos naturales.	
Oct. 14, 16 y 18	3 Hs. c/día	METODOLOGIA	Dr. John L. Thames Ing. Jack Fischer
		Localización y selección de cuencas (extensión, importancia, habitantes, representatividad, etc.) Recopilación de información existente sobre las cuencas elegidas (discriminación y ordenación) Obtención de datos de campo que permitan integrar un estudio descriptivo de la zona. Análisis de la información y trabajos de gabinete. Fotointerpretación Elaboración e interpretación de cartas Perfiles y proyecciones Métodos para el mejoramiento ecológico.	
Oct. 21 y 23	3 Hs. c/día	PLANEACION	Ing. Roberto Merino Sanders
		Diagnóstico Variables a considerar (recursos, factores políticos, económicos y sociales).	

FECHA	DURACION	TEMA	PROFESOR
		Criterios para la planeación - Viabilidad (recursos humanos, técnica y financieros) - Participación de la población. - Consecuencias de las limitaciones (márgenes de aceptación y limitaciones políticas, burocráticas, etc.) - Flexibilidad (capacidad para implementarse y corregirse) Especificación del plan - Coyuntura económica - Tiempos - Participación popular - Financiamiento Pronóstico - Implementación del Plan (especificación de los pasos a seguir: tiempo, costo, personal, aspectos legales, etc.)	
Oct. 25, 28 y 30	3 Hs.c/día	OPERACION DEL PLAN Y MOTIVACION SOCIAL Operación - Esquema propuesto - Objetivos - Estructura - Función - Proceso de diferenciación - Proceso de integración Motivación social - Relevancia de la participación popular en los trabajos de manejo de cuencas - Motivación colectiva (técnicas, medios) - Capacitación colectiva (medios, formas) - Organización de campesinos para el manejo de cuencas.	Ing. Angel Roldán Parrod
Nov. 4 y 6		ANALISIS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES PRACTICAS	

1a. PARTE

DEFINICION DE ECOSISTEMA

El crecimiento de la población aunado a sus necesidades y a una mayor explotación, ha provocado cambios en el medio ambiente por la actividad humana, haciéndose necesario por este motivo, el estudio detallado de los fenómenos que se originan por esta actividad y sus efectos sobre la estabilidad de la biósfera.

La biósfera está dotada de una marcada estabilidad y plasticidad, pero su transformación no puede rebasar ciertos límites, de lo contrario, se pueden poner en peligro las relaciones establecidas del equilibrio dinámico de la misma. En algunos casos estos límites ya han sido transgredidos dando lugar a su deterioro.

Si el hombre vive en ella es lógico que ésta sea de gran importancia para él, por lo que se hace necesaria:

1. Su preservación y mejoramiento, y
2. Fomentar el desarrollo y utilización de sus recursos en forma racional.

La energía radiante del sol ha dado lugar a una gran diversificación del reino mineral y orgánico, desde que apareció la vida hace 500 millones de años. Cambios radicales ha sufrido la tierra en su estructura, condiciones y procesos, teniendo un lugar especial las plantas verdes que acumulan la energía solar.

Como resultado de la vida, se formó una nueva unidad estructural conocida como "biósfera", que es una de las partes externas del globo, en la cual la misma vida se desarrolla en forma tal, que han dado lugar a una gran variedad de organismos diferentes que habitan la superficie terrestre: el suelo, las capas inferiores de la atmósfera y la hidrósfera. Básicamente, la biósfera es un producto de la interacción de sustancias propias de la vida (bióticas) o impropias para la misma (abióticas).

Debido a las actividades de las plantas, la biósfera acumula y distribuye la energía que llega a la tierra desde el espacio y por medio de los organismos vivos, que representan importantes agentes geoquímicos, esta energía se transforma en actividad química y mecánica, dando lugar a cambios en el medio.

La biósfera consta de tres componentes principales:

1. Materia viva.- (Totalidad de los organismos, determinados cuantitativamente por los "biomas").

2. Materia biogénica.- (Orgánico-mineral: carbón, bitúmenes, gases combustibles, mantillo, suelos humíferos, etc.).

3. Materia biocénica.- (Formada por la asociación de organismos vivientes y naturaleza inanimada: atmósfera, rocas sedimentarias, arcillas minerales y agua).

La energía solar se conserva en forma de sustancias orgánicas y por lo mismo como sustancia biogénica y biocénica, - geoquímicamente hablando; la corriente y deposición de ambas da como resultado una considerable "biologización" del planeta en su litósfera, atmósfera e hidrósfera, por esto, la biósfera puede considerarse como un antiguo-sistema de autocontrol de materia viva y sustancia muerta, complejo múltiple, termodinámicamente abierto, el cual abarca todo el planeta, acumulando y - redistribuyendo enormes cantidades de energía determinando la composición - y dinámica de la corteza terrestre, atmósfera e hidrósfera.

El autocontrol es el resultado de la propiedad autocatalítica de la materia viviente, es decir, su capacidad de absorber sustancias, su crecimiento y reproducción; es la corriente establecida entre las plantas y los herbívoros y su nivel depende del número de biomas de los mismos, siendo precisamente algunas de las peculiaridades de la biósfera, su diversidad de organismos vivientes, la irregularidad del patrón de mosaicos de su estructura y su absoluta asimetría.

Considerada desde un punto de vista histórico, la biósfera es el resultado de un largo período de evolución de organismos y de la interacción e interrelación de factores astronómicos, geofísicos, geoquímicos y biológicos. En los continentes existen áreas de paso o acumulación de las corrientes geoquímicas producto de la denudación, en las que, - cuando la humedad es suficientemente elevada, se crean las condiciones más favorables, para el desarrollo de la vida y para la formación de materia viva; - desde el punto de vista geoquímico, tales áreas se caracterizan por una definida estabilidad de la composición, migración y acumulación de compuestos, el nivel de los cuales puede estar por encima o por debajo del óptimo geológico para determinados organismos, incluyendo al hombre. Comprende además, un desusado nivel de acumulación de elementos químicos, por lo que re

ciben el nombre de Provincias Biogeoquímicas, cuyo exceso o déficit de determinados elementos biofísicos importantes, frecuentemente inducen males específicos del hombre, como enanismo y baja productividad en los animales y plantas.

La unidad primaria en la estructura elemental de la biósfera es la "biogeocenosis", que es, genéticamente, un encajamiento geográfico y trófico de combinaciones de animales, suelos, vegetación, relieve, clima e hidrología, con características homogéneas; en este sistema la circulación de materia y energía sigue una dirección característica y cierta intensidad, siendo su punto de iniciación, la fotosíntesis realizada por las plantas.

Las dimensiones horizontales de las biogeocenosis varían desde unos cuantos metros (micro-depresiones en las estepas, etc.), la verticales son igualmente variables, desde unos centímetros en las rocas, hasta algunas decenas de metros en la taiga o bosque tropical.

En el presente sólo se distinguen cuatro niveles en la organización de la sustancia viviente de la tierra:

1. Nivel macromolecular (actividad de macromoléculas activas).
2. Nivel celular (organización celular de la sustancia viva).
3. Nivel organismo (nivel de especies).
4. Nivel población (diversidad de especies, viviendo en conjunto).

El nivel ecosistema puede ser aún un nivel más elevado de vida que ha sido estable en tiempo geológico, siendo la biósfera el más elevado nivel de organización de la materia viva en la tierra, al representar la total combinación de ecosistemas.

Existen en la biósfera y ecosistemas, mecanismos estables que hacen a los organismos capaces de resistir, por autocontrol, los cambios en el medio ambiente, así como las modificaciones rápidas en el número de organismos; pero existen límites a estas modificaciones, que cuando son más extremadas que las oscilaciones periódicas, a las cuales los organismos están adaptados, el ecosistema sufre cambios irrever-

sibles y aún catastróficos, haciéndose necesaria una radical reorganización en el mismo, por ejemplo: la radiación iónica es un factor ecológico, a la cual todos los organismos están adaptados; las pruebas nucleares incrementan local o generalmente la radiación, lo que puede dar lugar a un aumento en el número de mutantes y mutaciones entre los organismos vivientes. Otro caso es el uso de sustancias tóxicas (insecticidas, pesticidas, etc.) que mal llevado puede romper la cadena trófica del ecosistema y producir un fuerte desequilibrio entre los organismos vivientes.

La moderna sociedad industrializada debería estar basada en una planeación científica y en el uso conveniente de las leyes de la naturaleza, a través de la ciencia, tecnología e industria. La biósfera debe ser manejada como un sistema controlado por el hombre, el cual debe suministrar las condiciones más favorables para el bienestar humano. Cualquier grado de manejo deberá, por consiguiente, tener lugar dentro de los límites de tolerancia y plasticidad de la biósfera.

HIDROLOGIA

PROBLEMAS DE LOS RECURSOS DE AGUA.

El agua es esencial para todas las formas de vida animal y vegetal, así como también para casi todas las actividades humanas. Al mismo tiempo es muy sensible a las modificaciones del medio ambiente, como resultado de esas actividades inevitablemente se dan cabida a agudos problemas para la humanidad.

Estos problemas surgen del constante aumento de los requerimientos de agua de la especie humana y de sus repercusiones en el ciclo hidrológico. Esta interrelación cambiante entre el agua, el hombre y la biósfera que ha existido desde el origen de la humanidad, actualmente está teniendo consecuencias cruciales, puesto que el hombre posee conocimientos y medios que le permiten intervenir con gran efecto tanto en el ciclo hidrológico como en la circulación de la biósfera, tales intervenciones pueden ser perjudiciales o benéficas. Esto tiene una importancia creciente en la presente situación del mundo, para intervenir correctamente y evitar, equivocaciones, cuyas consecuencias, a largo plazo, pueden ser catastróficas.

EL CICLO HIDROLOGICO.

Vastas cantidades de agua circulan constantemente arriba, sobre y abajo de la superficie terrestre. Debido a la radiación solar el agua se evapora y es transpirada por plantas y seres vivos. La atmósfera está cargada de humedad y su distinto grado de calentamiento origina grandes movimientos que redistribuyen las masas de aire húmedas sobre la superficie terrestre. Debido a la condensación el agua regresa a la tierra en forma de lluvia, granizo o nieve.

Parte del agua se evapora del suelo y de la vegetación después de ser precipitada, otra parte se infiltra en el suelo y puede ser almacenada, convirtiéndose en reserva para las plantas, las cuales la absorben y transpiran; o puede penetrar más profundamente y agregarse a corrientes subterráneas y por último las corrientes más profundas llegan a los océanos. Otra parte corre por la superficie del suelo.

EL AGUA Y LA BIOSFERA.

Durante su ciclo en la biósfera el agua tiene

lo en donde se acumulan sobre todo capas de sesquioxidos de aluminio y - fierro (bauxita), por los procesos de iluviación y eluviación. (Lixiviación) que adquieren mayor importancia.

Pero también debe considerar que hay suelos en la que el clima no imprime su huella, pero por lo general ocupan poca extensión.

Por estos motivos, el análisis climático es básico en el conocimiento de los ecosistemas, puesto que en gran medida determina las características de los suelos y la vegetación.

Debe contarse con una red de estación bien localizada con criterio ecológico y no únicamente con el criterio de tener información de las variables, sin relación alguna con el ecosistema en donde éstas producen y actúan.

CLIMATOLOGIA

El conocimiento de las variables climáticas que integran y caracterizan el clima de un lugar, es de enorme importancia - pues en una porción considerable, éstas imprimen su sello en la vegetación y en los suelos que el hombre utiliza como satisfactores de sus necesidades primarias.

La marcha de las temperaturas en un día, un año o varias décadas, incide directamente en la distribución de calor en el - suelo y en la atmósfera, en los valores de humedad y en la evapotranspira - ción, que en todo caso determinan la fisonomía de los biotipos y algunos de sus caracteres fenológicos, al igual que en las asociaciones o fitobiomas.

Los climas con grandes oscilaciones térmicas por lo general presentan fitobiomas que se desarrollan, crecen y decaen en corto lapso, mientras que los mesotermes sostienen vegetación de tipo más o menos perenne.

Un factor esencial, tan importante como el - anterior o más todavía lo es la precipitación, el agua que cae al suelo en - forma de lluvia, nieve o granizo, representa la principal fuente de abasteci - miento de agua para los habitantes de una cuenca, pero también es importan - te la distribución que guarda la precipitación durante el transcurso de las es - taciones del año y durante varias décadas; pues las plantas, principalmente las que el hombre cultiva, tienen sus regímenes térmico y fotosintético bien determinados, de manera que si no cuentan con agua en los períodos de ma - yor actividad orgánica, mueren por la falta de agua, que puede precipitarse quizá en grandes cantidades pero es forma extemporánea; de ahí la aleatorie - dad de la agricultura de temporal y la necesidad de asegurar el abasteci - miento de agua para las plantas y aún para los hombres.

La evapotranspiración ha recibido poca aten - ción por parte de las autoridades que manejan las estaciones climatológicas y meteorológicas, siendo uno de los elementos básicos para determinar el - balance hidrológico de una cuenca, es decir la relación que existe entre la oferta y la demanda de agua, y la disponibilidad que se tiene para satisfa - cer esta última.

El poder evaporante de la atmósfera determi - na cambios en la estructura de las plantas, tales como sustitución de espi - nas por hojas, para reducir la transpiración y otras formas que las plantas -

emplean para conservar su dotación de agua cuando ésta es escasa.

También el hombre y los animales sufren los efectos de este fenómeno, demandando mayor líquido para mantener su equilibrio con el medio y no sufrir deshidratación, que puede ocasionar aún la muerte.

En el suelo, los efectos de la evaporación - pueden tener consecuencias graves debido a que las sales solubles son conducidas a la superficie por el agua que asciende desde las partes bajas del suelo para compensar la tensión capilar creada por la deficiencia de humedad en la superficie desecada, estas sales se van acumulando hechando a perder los suelos agrícolas.

El viento interviene en forma determinante - al sumarse a la fuerza evaporante de la atmósfera, un viento cálido y seco - produce mayor evaporación que una calma cálida y seca; la intensidad de éste en épocas de floración y polinización resulta decisiva porque así como - puede tirar las flores, también puede transportar el polen; en épocas de fructificación suele ocurrir que un viento fuerte tire los frutos, con las consiguientes pérdidas económicas.

La energía radiante del sol que en la superficie terrestre recibimos como insolación, es componente esencial del análisis climático a que debe someterse la cuenca que se pretende desarrollar.

La insolación pone en movimiento los circuitos de energía de las cadenas tróficas de los ecosistemas, es decir representa la fuente primaria de donde las plantas comienzan su ciclo vital, energía que se transmite a los hombres y animales que las consumen.

El período de iluminación solar (fotoperíodo) es básico para el desarrollo de las especies naturales o cultivadas y debe tomarse en cuenta cuando se pretende introducir nuevas variedades de vegetales en un ecosistema.

El clima también ejerce una marcada influencia en los procesos pedogenéticos que originan los grandes grupos en que se clasifican los suelos.

En un clima tropical con lluvias todo el año, las altas temperaturas y abundantes lluvias, provocan la rápida descomposición de la materia orgánica que cae en el suelo y el rápido transporte de las partículas, producto de su disgregación, a los horizontes profundos del suelo.

El mayor uso que se le da al agua dulce en los países avanzados es para la disolución y transporte de desperdicios.

Para hacer el mejor uso del agua disponible en el presente, surgen dos clases de problemas: uno de cantidad y otro de calidad.

CANTIDAD DE AGUA.

El hombre no puede esperar ejercer una gran influencia en la ecuación del equilibrio de agua.

El manejo de la cubierta vegetal, la iniciación local de precipitaciones mediante el sembrado de nubes, los métodos de cultivo, el drenaje, el almacenamiento en presas, el riego, el bombeo y la recarga de los acuíferos subterráneos en forma deliberada, aumenta la disponibilidad momentánea de agua, por lo que es un grave problema el saber como calcular y como satisfacer las necesidades de una población creciente, tanto para el futuro inmediato como a largo plazo.

CALIDAD DEL AGUA.

El agua frecuentemente es alterada en su pureza, debido a su uso. Esto puede a su vez ocasionar una disminución en su calidad o sea en su potencial anterior. Debe ser tratada entonces para que pueda servir una vez más a un propósito dado. Así el hombre puede dañar la calidad del agua o restaurarla.

NECESIDADES DE UNA PLANEACION.

Cuando el hombre se enfrenta con el problema de la utilización de los recursos hidrológicos debe planear su acción en función de una estrategia global que aproveche al máximo el agua disponible, para poder satisfacer los requerimientos a corto, mediano y largo plazo.

Tal planeación presupone primeramente una estimación de las necesidades y de los recursos, seguido por una comparación de ellos a la luz de los prospectos futuros. Implica en segundo lugar, establecer prioridades y coordinar los diferentes usos que se van a hacer del agua. Por último se necesita la selección de unidades de planeación, siendo generalmente la unidad más apropiada la cuenca o área de captación, porque es aquí donde hay ventajas múltiples que pueden ser aprovechadas más fácilmente y los conflictos que surjan por su utilización pueden ser solucionados, y pueden establecerse también los mejores esfuerzos de coordinación.

una serie de acciones fundamentales, su primera acción se inicia con el origen del suelo del cual el hombre obtiene la mayor parte de sus medios de subsistencia. La descomposición y la desintegración mecánica de las rocas es un factor gobernado por la precipitación del agua y por la temperatura; los fenómenos de hidrólisis, disolución e hidratación son los procesos principales de la intemperización de las rocas, en la formación del suelo y en las etapas subsecuentes de la evolución pedológica. Cuando el suelo ha sido formado sus propiedades físicas le permiten convertirse en una reserva de humedad que queda a disposición de la vida vegetal.

LA INTERVENCION DEL HOMBRE.

Cuando el hombre apareció sobre la tierra empezó a cambiar el equilibrio original del ciclo hidrológico, con el asentamiento permanente, el aumento de la población y el advenimiento de una industrialización avanzada, fue el que la presión sobre los recursos del ambiente se incrementó y para poder solucionar las siempre crecientes demandas el ciclo hidrológico fue afectado más radicalmente, aún cuando el clima era desfavorable.

La reforestación masiva reduce la regulación del caudal de los ríos y lleva a inundaciones más frecuentes y de mayor volumen. La irrigación de llanuras aluviales sin drenaje puede originar el estancamiento de las aguas y la salinización del suelo. El funcionamiento impropio de la cubierta vegetal inicia el proceso de erosión del suelo como una consecuencia de que prevalece el escurrimiento sobre la infiltración. Estos ejemplos muestran como el uso irracional del agua puede acarrear la pérdida de los recursos vegetales y del suelo, tal como el uso irracional de estos puede causar la pérdida del agua.

Cuando se intenta resolver ciertas dificultades hidráulicas, por ejemplo las relacionadas con la navegación, generación de electricidad o aún con la irrigación, el ingeniero interviene en el ciclo hidrológico y debe tener siempre en mente las consecuencias de más largo alcance de sus acciones, tanto para el equilibrio hidrológico como biológico. En otras palabras cada intervención del hombre en el ciclo hidrológico debe ser examinada teniendo en cuenta todas estas consecuencias. La utilización debe efectuarse en cada caso como un "acto integrado".

LAS NECESIDADES HUMANAS.

El agua se necesita en cantidades considerables para el consumo doméstico e industrial, para la eliminación de los desperdicios, para la agricultura, para la navegación, para la generación hidroeléctrica y para fines tanto recreativos como estéticos.

También presupone un análisis económico de los problemas involucrados y sus posibles soluciones. Por último el aspecto dual (calidad y cantidad) de estos problemas no debe pasarse por alto. Es bien sabido que una gota de agua puede ser utilizada muchas veces antes de que llegue al mar o se evapore.

El primer requerimiento de cualquier forma de desarrollo de los recursos hidrológicos es contar con registros hidrométricos, cuya recolección e interpretación necesita de equipos y especialistas de diversas disciplinas involucradas en estos problemas.

El aspecto más difícil de la planeación del desarrollo de los recursos hidrológicos es la naturaleza ampliamente variable del abastecimiento tanto estacional como de año en año, por lo que el establecimiento y mantenimiento de redes de registro hidrográfico deben tener gran prioridad en los países en desarrollo.

UTILIZACION DE LOS RECURSOS ACUATICOS.

De todos los recursos naturales, el agua probablemente tiene la más grande variedad de usos, partiendo del consumo doméstico, la producción de peces, la agricultura, uso industrial, incluyendo la producción de fuerza hidroeléctrica, navegación transporte de desperdicios, al uso deportivo, recreación y de amenidad.

Antiguamente la utilización de los recursos acuáticos, tanto vivientes como no vivientes constituía un proceso simple, generalmente había bastante agua para todos los usos y los conflictos entre usos variables eran generalmente menores o únicamente de importancia local, pero con el aumento de la tecnología industrial, urbanización y presiones demográficas los patrones de utilización del agua han cambiado considerablemente y se ha tomado conciencia que los recursos de aguas continentales no son inagotables y que la explotación de un tipo de recurso puede tener efectos perjudiciales en otro.

CONCLUSIONES.

Es de lamentarse que el interés de la población en los problemas del agua solo se despierte con inundaciones o sequías excepcionales que pueden ser desastrosas.

La solución aplicada durante una emergencia esta lejos de ser satisfactoria. El pueblo y el gobierno deben por lo tanto estar concientes de los problemas del agua.

La investigación de los recursos acuáticos - se enfoca mejor en problemas prácticos y es esencial que los estudios de cuencas hidrológicas no se den únicamente a ingenieros y meteorólogos. - Aún cuando es necesario establecer redes hidrológicas y meteorológicas para medir el comportamiento actual de las cuencas, el uso del suelo es un aspecto crítico del comportamiento de los ríos; especialistas agrícolas, silvicultores y administradores deben evaluar la posibilidad de estructuras. Donde estas impliquen modificaciones importantes al uso del suelo, deben iniciarse sin demora estudios pilotos sobre vertientes experimentales para obtener pruebas cuantitativas.

Estas consideraciones revelan hasta que grado el uso racional del agua exige un enfoque integral de los problemas y una acción multidisciplinaria.

Todos los proyectos de investigación importantes necesitan financiamiento, administración y apoyo político de las legislaturas. En un plano general el uso racional del agua exige intervención multilateral, ya que los aspectos económicos, sociales y políticos no deben de estar disociados de los aspectos técnicos. Depende por lo tanto en forma directa de la información pública, que se forme conciencia de las necesidades y problemas del agua de la comunidad, el público necesita una presentación enérgica de sus problemas hidrológicos.

GEOMORFOLOGIA

Las formas del relieve terrestre son las formas de una superficie de contacto, en el sentido físico del concepto, resultando de la acción de dos fuerzas: internas unas que dan lugar a la formación del relieve tectónico y externas las otras que modifican dicho relieve y le imprimen nuevas características.

Entre ambas puede existir un determinado equilibrio, pero al modificarse algunas de ellas, se modifica el equilibrio existente y tienden a buscar uno nuevo, lo cual origina cambios en las formas del relieve.

Sobre esta superficie de contacto también se desarrolla la vida que influye en la pedogénesis y por lo tanto en la morfogénesis. De esta manera podemos notar que la Geomorfología, en su concepción moderna, tiene vínculos con otras ciencias como la Geología, Edafología, Biogeografía, etc., por lo que encuadra estrechamente con las ciencias naturales. De aquí derivan aplicaciones.

a) Evolución de las formas.

Dentro del campo de estudio de la Geomorfología, es la evolución de las formas, al igual que su origen, uno de los aspectos en los que se apoyan las investigaciones con aplicación concreta. En algunos casos la evolución es normal, es decir, lenta desde el punto de vista de la escala geológica, razón por la que casi no se toma en consideración; pero en otros casos es intensa y si no se la toma en cuenta en la ejecución de algunas obras en especial, éstas resultan muy onerosas o tienen que abandonarse porque su construcción es impracticable, tal es el caso de algunas carreteras y vías de ferrocarril, pues al construir terraplenes y cavar fosas se pueden desencadenar reacciones morfodinámicas, que en ocasiones es imposible controlar, tales como grandes masas de tierra en solifluxión o liberación de energía de un río al ser mal aprovechado, energía que puede alcanzar enormes valores si tomamos en consideración que la energía producida por una planta hidroeléctrica representa una pequeña porción de la energía total del río.

b) Aplicación en obras hidráulicas.

Al realizarse el aprovechamiento de un río mediante la construcción de una presa o represa, se modifica sustancialmente el régimen del río al ser interrumpido el trayecto de los sedimentos que son -

depositados en el vaso. La velocidad de sedimentación es lo que hace costeable una obra; por lo general en México se calculan las presas con una vida útil de cincuenta años pero en ocasiones vemos que ésta se reduce a sólo veinte años debido a la gran cantidad de aportes sedimentarios provenientes de diversas partes de las cuencas.

El buscar las fuentes de sedimentos y su control es de gran utilidad pues en algunos estudios empíricos se ha visto que - aproximadamente el 90% de los sedimentos provienen de sólo el 10% de la superficie de la cuenca en cuestión, cuyo control resulta poco oneroso y de - gran utilidad.

Por otra parte, aguas abajo de la presa, el - río tiene un déficit de arrastre que libera potencial energético y tiende a en - cajonarse el río. Es por esto que debe estudiarse la dinámica geomorfológi - ca de los ríos para su adecuado aprovechamiento.

c) Aplicaciones en Agrología.

En los estudios agrológicos la geomorfología puede representar una ayuda básica en dos aspectos:

1. Proporciona resultados directos al agró -
nomo.

2. Auxilia el mapeo de suelos.

Un mapa con características geomorfológi - cas de primera importancia en donde estén representadas las diferentes uni - dades geomórficas del terreno tales como extensión y naturaleza del mate - rial, drenaje, microrelieve, existencia de bloques sueltos, grado de erosión y procesos morfogenéticos, representa un instrumento básico para la planea - ción del uso del suelo, evaluación de posibilidades agronómicas y clasifica - ción de tierras para riego y para su conservación ya que permite decidir qué medios hay que emplear para combatir la erosión y si hay justificación para - ello.

Por ejemplo, un agrónomo en determinado lu - gar decide la construcción de terrazas de nivel sin conocer previamente las características geomorfológicas del terreno el cual tiene una alta cantidad - de arcillas y hace peligrosa la construcción de éstas, sin embargo se cons - truyen, durante algún tiempo detienen la erosión por ravinamiento, pero una vez hidratadas las arcillas por infiltración se desencadena un proceso de so - liflujión que en poco tiempo las destruye con las consecuentes pérdidas de tiempo y recursos. Lo indicado en este caso, tomando en cuenta las carac - terísticas geomorfológicas, era haber trazado curvas de nivel con líneas de vegetación para retener el suelo.

En otro caso, se decide la construcción de un

EDAFOLOGIA

El suelo es una parte del medio ambiente que resulta de la acción de la atmósfera sobre las rocas y de la biocenosis. Esta formación es el resultado de una serie de procesos de destrucción o simplificación de los componentes minerales y no minerales de la corteza terrestre.

Estos procesos dimanar de los cambios y de la absorción de la energía derivada del suelo y de la acción de los agentes atmosféricos, principalmente la precipitación, la cual controla la humedad del suelo, que debido a su permeabilidad, penetrabilidad y naturaleza oxidable es capaz de iniciar la hidratación y calentamiento que permite el desarrollo de vida microbiana y vegetación, que aprovechan los elementos minerales de las rocas puestos a disposición por la hidrólisis.

El suelo de este modo juega una parte esencial en todos los ecosistemas en la superficie del globo terrestre, este ejerce una influencia moderada sobre las variaciones térmicas y las condiciones de humedad en el medio ambiente biótico.

UTILIZACION DE SUELO:

En su forma más elemental la utilización del suelo consiste en la recolección de lo que produce la vegetación natural o en recolectar la fauna silvestre periódicamente.

Una forma más desarrollada de utilización es la propagación de plantas y animales bastante bien adaptados a los requerimientos deseados. Los suelos pueden así mismo sustentar y nutrir plantas cuyos productos son principalmente de interés industrial.

Es esencial que el suelo tenga una producción o utilización balanceada, esto requiere una cierta proporción de tierras maderables y tierras cultivadas y así mismo praderas y pastizales. Este equilibrio es necesario por varias razones:

1. Mantenimiento de condiciones locales, climáticas y ecológicas.

2. Acción de equilibrio hidrológico en cada cuenca de drenaje.

3. Protección del suelo por si mismo contra la degradación bajo la acción de agentes atmosféricos.

Las verdaderas bases de este equilibrio entre tierras agrícolas, bosques y pastizales no son conocidas con suficiente precisión y nuevas investigaciones, son esenciales para definir las más claramente.

Los suelos así mismo juegan una parte muy importante en relación a la vegetación que los cubre y como un factor en el paisaje, cuyo valor para el hombre puede ser considerado desde los aspectos psicológicos, culturales, estéticos, recreativos y turísticos.

Mirando hacia la gran variedad de usos posibles el hombre debe elegir constantemente, observando las limitaciones debidas a las condiciones climáticas del lugar y con el criterio de prioridad frecuentemente aceptado al respecto, en la utilización de cualquier recurso natural, adoptado por la UNESCO y la FAO que es el siguiente:

- a) Grado de urgencia de la necesidad en la utilización de los recursos.
- b) Satisfacción de necesidades generales de un grupo de población.
- c) Los resultados a obtenerse y probable efectividad de las operaciones al ser llevadas a cabo.
- d) Permanencia de los recursos en largo término.
- e) Costos de la operación.
- f) Efectos probables, posibilidades de extensión y extrapolación.

PROPIEDADES DE LOS SUELOS.

Fertilidad.- El suelo es fértil en tanto pueda sostener vegetación en un sentido más práctico, cuando este puede producir cultivos. Un suelo verdaderamente sin fertilidad pocas veces se encuentra.

La fertilidad del suelo no puede ser definida por un solo aspecto sino por la totalidad de sus características, la influencia de cada una de ellas en fertilidad y en la posible productividad, depende a veces del valor de las otras.

De esta manera en una zona húmeda tropical o ecuatorial la producción de arbustos de café puede ser la misma en dos suelos uno de los cuales tiene un total de bases de cambio más bajo que el otro; si el primero tiene una elevada porosidad permite una mejor circulación de las soluciones del suelo, además el efecto de varias de las propiedades del suelo en su producción, depende muy ampliamente de las condiciones ecológicas del lugar donde se encuentra.

Humedad.- El elemento más esencial que las plantas cultivadas deben encontrar en el suelo es el agua proporcionada por la lluvia, inundación, riego y aún por elevación del nivel freático. Debe ser capaz, si es necesario, de retener la reserva en la época en que esta llega, de manera que pueda ser utilizada por el sistema radicular de la planta cuando la necesite posteriormente.

El agua en el suelo no sirve solamente para nutrir a la planta con agua, sino también para transportar las sustancias nutritivas que las plantas necesitan, de un lugar a otro, estos procesos facilitan la alimentación de plantas con minerales.

Estructura.- Una estructura claramente definida de media a fina con partículas redondeadas y con porosidad aseguran la fertilidad del suelo porque proporcionan una buena circulación de los gases, particularmente de oxígeno y bióxido de carbono.

Propiedades físico-químicas.- Las condiciones físico-químicas del suelo (oxidación, reducción, así como también reacción) ejercen una influencia muy grande no solo en el crecimiento de los cultivos sino también en el desarrollo de ciertos procesos microbianos y químicos, esenciales para el crecimiento de la planta, como son la formación de productos nitrogenados, orgánicos y la solubilización y circulación de oligoelementos.

Espesor del suelo.- El espesor del suelo juega parte importante en cualquier ecosistema, varía de acuerdo a zonas ecológicas y es el resultado de dos fenómenos contrarios: profundización del suelo por procesos pedogenéticos o adelgazamiento por erosión natural.

El primero no puede continuar indefinidamente y es la consecuencia de condiciones bióticas, edáficas y topográficas, pudiendo ser detenido por obstáculos tales como la formación de una costra laterítica o una corteza calcárea o por la presencia de un filón particularmente resistente.

El segundo es lento, ocurriendo principal -
mente bajo una densa cubierta de vegetación que intercepta las gotas reduciendo y haciendo lento el escurrimiento.

CONCLUSIONES.

Toda autoridad que intente usar cada porción de tierra con el fin de asegurar el mejor desarrollo posible para la población que dependa de este deberá preparar una alternativa en relación al tipo de desarrollo que se pretenda llevar a cabo.

La elección hecha deberá conservar ciertas áreas o sectores en el estado más natural posible, para mantener los habitats originales de las especies y variedades de plantas y animales o los representantes más típicos de los grupos de plantas y animales. Son particularmente importantes las regiones montañosas o lluviosas que tienen la función de regular el flujo del agua.

Los tipos de utilización designados para la producción de cultivos para consumo nacional o para exportación, requieren de suelos suficientemente fértiles o de rendimiento productivo fácil, cuyo grado de fertilidad pueda mantenerse o mejorarse en el curso de su desarrollo. Por lo tanto tienen prioridad en caso de elección, bajo la cual existe por supuesto una decisión política que implica consideraciones sociales y políticas al igual que económicas.

Sin embargo no se debe olvidar que en muchos casos la misma naturaleza de los suelos y sus características guiarán la elección.

Es raro encontrar en una región dada que todas las áreas utilizables estén desarrolladas. La elección deberá evitar la distorsión regional, con sus consecuencias de tipo económicas y mantener un equilibrio relativo en el desarrollo de cada región, con excepción de regiones que estén demasiado poco pobladas.

Es también cierto que cada gobierno está obligado a tomar en consideración el costo de desarrollo de cada región o cuenca comparado con el valor y los resultados esperados; deberá también considerarse la relativa facilidad de obtención de los fondos necesarios, por medio de organismos financieros.

Finalmente, a pesar de todas las dificultades presentadas a consecuencia de la elección entre varias posibles utilidades de los suelos de un sector o cuenca, esta elección tendrá que cambiar con el tiempo como resultado de cambios en el mercado debido a las necesi -

canal revestido en una zona de alta porosidad que al saturarse, debido a la presión hidrostática ejercida sobre las paredes del canal, éste se ve dañado e inutilizado.

Es por esto que el establecimiento de programas de conservación debe tomar como base un estudio geomorfológico con mapeo y análisis de procesos contra los que hay que luchar.

En cuanto a los suelos, se puede decir que el medio geomorfológico es el cuadro donde se forman y evolucionan.

En donde la dinámica geomórfica no es muy intensa el suelo se forma normalmente, pierde materiales en su horizonte superficial por erosión pero se sigue desarrollando a partir de la roca meteorizada en la parte inferior del perfil. Por el contrario, si la dinámica es intensa, como sería el caso de una ladera sujeta a procesos de escorrentía, no se forma suelo dando lugar a la aparición de litosoles y al pie de ella debido al transporte tendremos suelos coluviales con material evolucionado no relacionado con la roca subyacente.

Otro ejemplo lo tenemos en las llanuras de inundación de algunos ríos, que durante las crecidas reciben aportes de material que se deposita en ellas; si éstas tienen mal drenaje, consecuentemente tendremos formación de suelos hidromorfos llamados gleisoles.

Estudios en diversos climas comprueban la estrecha vinculación que existe entre la edafología y la geomorfología. El conocimiento exacto del cuadro geomorfológico permite un mayor conocimiento de la génesis del suelo, sus características y posibilidades.

d) Aplicaciones en Ecología.

La ocupación de la superficie terrestre por vegetales con o sin clorofila guarda una estrecha relación con los factores geomórficos que determinan principalmente adaptaciones estructurales en las plantas modificando su forma y función.

Las grandes áreas de vegetación se encuentran definidas por el clima y las características del suelo, pero las pequeñas asociaciones se rigen más por la morfología del terreno que por las del clima.

e) Aplicación en el combate de la contaminación ambiental.

Al detenerse la erosión y controlarse la carga de sedimentos en el río, se combate directamente la contaminación del agua por arenas, arcillas, limos, etc.

Por otra parte al estudiarse las características del terreno se puede prevenir la contaminación de los mantos freáticos por aguas de infiltración cargadas de contaminantes.

En el problema de contaminación por aguas municipales que presenta la bahía de Acapulco, existe la posibilidad de que nos estemos enfrentando a un problema de carácter geomorfológico, dadas las características de la bahía, a las cuales se debe prestar un poco más de atención.

En conclusión podemos decir que la geomorfología al relacionarse con la edafología y la ecología. Torna nuestro conocimiento de la naturaleza más completo, más íntimo, lo que permite un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

dades de la población o finalmente como resultado de cambios que podrían seguir en los métodos de utilización agrícola de los suelos, en la conservación de su fertilidad y en el aumento de su productividad por medio del progreso de las técnicas agronómicas.

VEGETACION

La asombrosa diversidad de la cubierta natural de vegetación se debe, en primer lugar, al hecho de que refleja fielmente la variedad de climas y suelos. Esto se muestra primeramente en la fisonomía de la vegetación, la cual queda gobernada por las leyes de zonación y medios homólogos. Las diferencias florísticas, por otro lado se deben principalmente a la evolución histórico-genética de los seres vivientes y de las comunidades. Pero los contrastes entre poblaciones bióticas como un todo, son también originados por la naturaleza dinámica de las fitocenosis. Las fitocenosis cambian, se adaptan, desarrollan y decaen, dependiendo de los cambios rápidos o graduales de los factores ambientales.

En suma, las variaciones en los paisajes naturales reflejan la zonación y la diversidad de climas y suelos y el dinamismo particular en que la vegetación permanece, el cual es frecuentemente puesto en movimiento por trastornos exógenos o procesos internos, y la temporal o permanente detención de estos cambios sucesivos, bajo la influencia de factores restrictivos, en varias etapas de la fisonomía. Estas causas básicas también actúan entre sí y dan lugar a muchas variaciones menores en el mosaico de la cubierta vegetal.

Cualquier tipo de vegetación, ya sea natural, manejada por el hombre o puramente artificial, es signo de un ecosistema. Donde la cubierta vegetal parece estar estabilizada, se debe a que ha alcanzado un estado de equilibrio dinámico el cual está indudablemente lejos de ser estable, sujeto a amplias fluctuaciones, e indicador de un sistema de energía y materia en donde la entropía es mínima.

Hoy día, el impacto del hombre sobre los paisajes vegetales no está limitado, de ninguna manera, a sus actividades agrícolas, zootécnicas o aún silvícolas, cuyos métodos han sido poco tratados. La "antropización" de la naturaleza se debe también a la urbanización, industrialización y desarrollo de las comunicaciones, así, el hombre crea desiertos de concreto que crecen al azar sobre suelos de alta fertilidad y tristemente reduce su heredad agrícola.

Manejo y uso de la vegetación natural.- Para el ecólogo no hay diferencia fundamental entre vegetación natural, silvestre o modificada, semi-natural o desarrollada, domesticada o puramente artificial. Las leyes que gobiernan estos ecosistemas son idénticas.

El manejo de las fitocenosis es ciertamente una técnica particularmente promisorio. El hombre solo tiene un pequeño número de especies vegetales domesticadas a su disposición, pero los recursos del mundo vegetal no han sido por ningún medio, eficientemente investigados. Aún tenemos muy pocos conocimientos sobre las especies útiles. Es urgente que estas investigaciones sean completadas.

En tales casos, debemos obviamente recurrir a la genética. La selección ha alcanzado grandes progresos, pero sería inconcebible creer que sus posibilidades se han acabado en el plano ecofilológico y no es solamente la eficiencia fotosintética, como tal, la que deba considerarse, sino también el ajuste de los ecotipos a las condiciones bajo las cuales existe el propósito de explotarlos. Ahora sabemos cuan diferente puede ser la conducta de los sujetos con diferentes fotoperiodismos o termoperiodismos.

Modificar la vegetación natural no es solamente dañarla o mejorarla, transformarla o reemplazarla por otras, es también asignarla a un lugar definido en el tiempo del espacio, por la introducción de consideraciones sociales y económicas.

La idea del manejo es inseparable de su subestructura, aunque, en realidad, varía apreciablemente en circunstancias particulares. Su propósito está asociado con el incremento de la productividad, la prosperidad social y económica y un bienestar mayor de los habitantes de un distrito territorio o país. Su objetivo es el desarrollo del hombre y el mantenimiento o restauración de la armonía entre los recursos naturales y el progreso económico.

Países viejos, o nuevas naciones, territorios industrializados y distritos puramente rurales, regiones con una alta densidad de población y aquellos con población dispersa, todos pueden beneficiarse del manejo si este está adaptado a las circunstancias y sus implementos técnicos corresponden a las dimensiones locales y a sus medios.

El manejo puede ser concebido y llevado, ya sea a nivel de una empresa individual, sector por sector, o para un territorio tomado como un todo, para llenar los requisitos locales, provinciales o nacionales.

a) A nivel de cada empresa agrícola, forestal o ganadera, la producción de mercancías y servicios debe estar organizada en la forma necesaria para alcanzar las metas fijadas por el propietario, ya sea el estado, colectividades o individuos privados.

Mucho se ha dicho hasta el presente sobre la administración de manejo de propósitos múltiples. Que puede ser llamada silvi-ganadera, silvi-turística, silvi-agrícola, etc., cuyos propósitos son tomar en cuenta los diferentes usos del suelo. Teóricamente, tal manejo es ciertamente benéfico, pero su control práctico en el sitio es difícil. Es por esto que el desarrollo se basa a menudo en una prioridad de usos del suelo y de la vegetación.

b) El desarrollo de la vegetación concierne no sólo al paisaje rural y al paisaje natural, sino también a poblados, ciudades o aún a distritos industriales. Consiste en un esfuerzo para integrar los diferentes programas y lograr alguna coherencia en los diversos sectores. Aún en áreas industriales, el planeador del desarrollo debe dejar sitio para los "cinturones verdes" indispensables para la sanidad y salud.

El manejo de la vegetación debe ser siempre uno de los propósitos de cualquier plan de desarrollo general o especial, nacional o local. Pero los problemas tienen una prioridad especial en el caso de desarrollos de áreas que aún posean una extensa cubierta vegetal.

El manejo y desarrollo agrícola, silvícola o ganadero, de tales áreas corresponden, desde el punto de vista ecológico, a una redistribución de los ecosistemas naturales, desarrollados o completamente artificiales, en virtud de obtener la máxima productividad y las mejores cosechas compatibles con las necesidades económicas y sociales en armonía con las leyes de la cubierta vegetal. De aquí que incluya la corrección de los balances internos, la restauración de la tierra dañada, el drenaje de las tierras para habitación, la armonización del campo al igual que su valorización y el incremento del rédito en las inversiones hechas en él. Estos son de hecho, los medios de domesticar la naturaleza sin ninguna deterioración.

Una vez que se ha decidido desarrollar un territorio, sobre una base clara y bien definida, es necesario asignar las zonas que son más favorables para los diferentes tipos de cultivo, en el entendido de hacer entrar en ella, la plantación de huertos o árboles jóvenes, el establecimiento de pastizales naturales, mejorados o artificiales, reservas forestales, situación de villas, centro comerciales, sociales o culturales o a un industrias de transformación. Debe hacerse el mejor uso del suelo y de la vegetación. Sería absurdo clarear un bosque si su potencial económico es más alto que el de los pastos que pudieran reemplazarlo. Desafortunadamente esto sucede en muchas regiones, especialmente en las zonas tropicales en donde los habitantes las están devastando, ya sea para subsistir o por la ignorancia de las soluciones económicas.

La planeación debe también tomar en consideración los recursos acuíferos, la estructura de las plantas es muy confiable en este aspecto. Sería de poca utilidad sugerir que cierta colina deba ser cubierta con pastos si no hay fuentes de agua para el ganado, o no planear la irrigación sin haber checado la existencia de reservas acuíferas satisfactorias en calidad y cantidad.

Finalmente, la planeación debe tomar en cuenta el aspecto estético del campo, la importancia de proveer acceso a las zonas verdes para la recreación esencial y para asegurar la conservación de cubiertas protectoras contra la contaminación del aire y de las aguas. La planeación debe ir tan lejos como sea posible para proveer hileras de árboles cerca de las mayores líneas de comunicación y de centros industriales para amortiguar el ruido, porque es importante para el campo conservar o recuperar la calma que debe ser su característica esencial.

Se puede decir que el manejo de la vegetación es el resultado de un grupo de trabajo en el que todas las disciplinas deben estar representadas, para alcanzar una solución de síntesis.

CONCLUSIONES.

La sorprendente diversidad de formas físicas y ecológicas de la vegetación terrestre se debe a los factores del medio al igual que a las condiciones particulares histórico-genético peculiares a territorios naturales. También ésta refleja las leyes dinámicas inherentes a grupos de plantas al igual que en las biocenosis mismas. Sin embargo, la apariencia de la cubierta depende ampliamente de la influencia humana. Desde tiempo inmemorial, con diferentes herramientas que han llegado a ser más y más efectivas y métodos que han evolucionado grandemente pero que aún existen en todas sus etapas de desarrollo, el hombre ha tratado de obtener beneficios de las plantas y explota la tierra que cubren y protegen y la fertilidad que a menudo garantizan. El impacto humano aún puede ser considerado como el factor mesológico más activo. Las perspectivas futuras indican que la domesticación de recursos naturales renovables continuará creciendo.

Los posibles mejoramientos pueden llevarse a cabo en los elementos que constituyen cada ecosistema o en la colección de ecosistemas representados o implantados en un territorio específico. Porque estas unidades de paisaje, de hecho, no son independientes. La armonía y efectividad de su combinación y distribución aún en relación a propósito fijos o distribuidos al azar, son precisamente los objetivos del manejo de las áreas rurales y de los planes de desarrollo agrícola locales o especiales que se proponen asegurar el incremento de la producción al

mismo tiempo que el bienestar de los habitantes.

De aquí que el manejo racional sea un propecto que da grandes esperanzas de un nuevo progreso en la agricultura y - en los métodos de explotación de la cubierta vegetal y del suelo. Para ser efectivo, el método debe estar basado no solamente en un buen conocimiento local de las especies útiles y de sus técnicas de explotación, sino tam- bién en un cabal estudio de plantas y medios. El camino más seguro para - obtener los mejores resultados es por este motivo un ataque interdisciplinario de los problemas derivados de la planeación o para proveer resultados - económicos y sociales de utilidad, estos desarrollos deberán estar completamente integrados en los planes generales de los cuales ellos constituyen uno de los factores.

Finalmente, en cada una de las etapas de - el estudio de la vegetación y suelos, y del análisis de sus modificaciones o usos, el valor y confiabilidad de las disciplinas ecológicas podrá ser vista. Esto enfatiza el papel de los ecólogos en el manejo de las áreas rura - les.

**SUBSECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION**

**INFORME DE LOS TRABAJOS DE MANEJO DE CUENCAS
EN EL EJIDO DE SAN BARTOLO OZOCALPAN, HGO.
CUENCA DEL RIO ALFAJAYUCAN, DURANTE EL PERIODO
DE ENERO DE 1973 A DICIEMBRE DE 1973.**

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS.

C O N T E N I D O

ANTECEDENTES.

1- EQUIPAMIENTO DEL CAMPO.

- a) Construcción de oficinas.
- b) Cuantificación de la erosión.
- c) Parcelas de exclusión.
- d) Estación meteorológica.

2- REALIZACIONES EN MATERIA DE PROTECCION DEL SISTE MA HIDROLOGICO.

- a) En suelos agrícolas.
- b) En suelos de agostadero.
- c) En suelos forestales.
 - c1) Reforestación.
 - c2) Vivero.

3- DESARROLLO AGRICOLA.

4- DESARROLLO PECUARIO.

5- MEJORAMIENTO DE LA COMUNIDAD.

5--

PROMOCION.

- a) Trabajo voluntario.
- b) Comunicación colectiva.
- c) Capacitación.
- d) Organización.

ANTECEDENTES.

Los trabajos realizados que se describen en el presente informe son continuación de los iniciados en 1972, por la Secretaría de Recursos Hidráulicos a través de la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación y su Dirección de Manejo de Cuencas.

Se procedió a efectuar obras fundamentales de protección del sistema hidrológico en el Campo de Demostración de San Bartolo Ozocalpan, Hgo. y la difusión entre los ejidatarios, de los métodos y técnicas de manejo racional de los recursos naturales y en general del mejoramiento de las condiciones de vida de los campesinos.

Este trabajo ha tenido como objetivo capital, incrementar las labores ya iniciadas anteriormente para la conservación de los recursos agua, suelo y vegetación, desarrollo agrícola, pecuario, forestal, mejoramiento de la comunidad y promoción de las actividades del Campo.

1) EQUIPAMIENTO DEL CAMPO.

a) Construcción de oficinas. -

Hasta la fecha se encuentra totalmente terminadas las siguientes instalaciones: dos oficinas y una casa de visitas, la cual consta de cuatro recámaras, estancia, dos baños y cocina. Además se concluyó la construcción de los corredores y la fosa séptica. Por otra parte las instalaciones del auditorio se encuentran con un avance del 50%.

b) Cuantificación de la erosión.

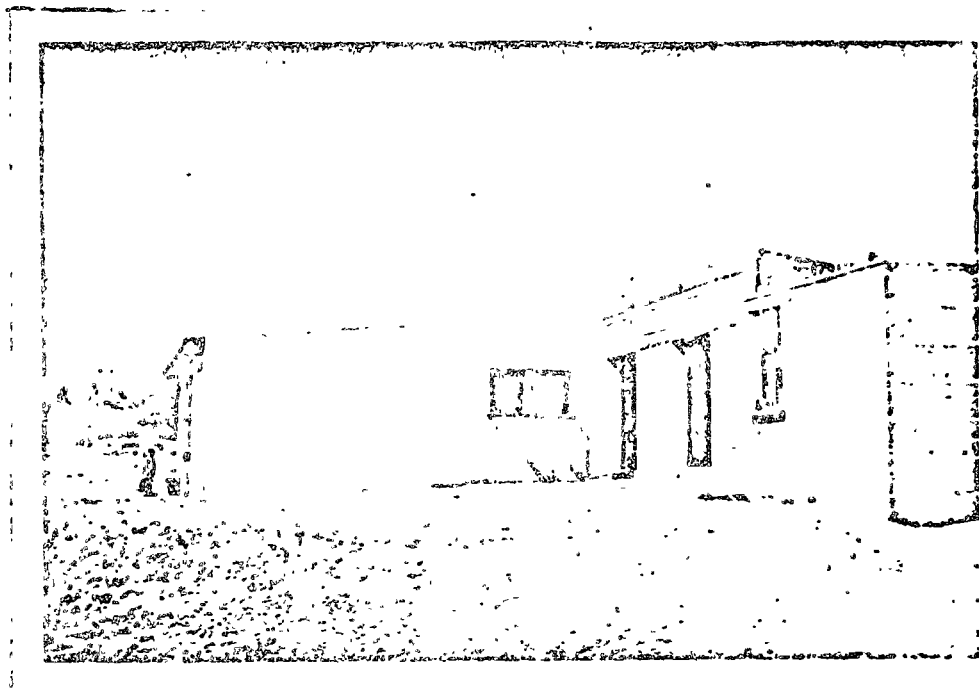
Se seleccionó y cercó una superficie de cinco hectáreas, las que se consideraron más representativas de la zona. Posteriormente se construyeron cinco cajas lisimétricas, instalándose a su vez regletas graduadas, las cuales nos servirán para registrar el grado de infiltración y la intensidad de los arrastres de suelo.

c) Parcelas de exclusión.- Se cercaron 3 lotes de 20 x 20 mts. en diferentes puntos del Ejido San Bartolo Ozocalpan, sometiendo a observación y registro el desarrollo de los pastos nativos, llegando a la conclusión de que las especies que presentaron mejor desarrollo fueron las siguientes:

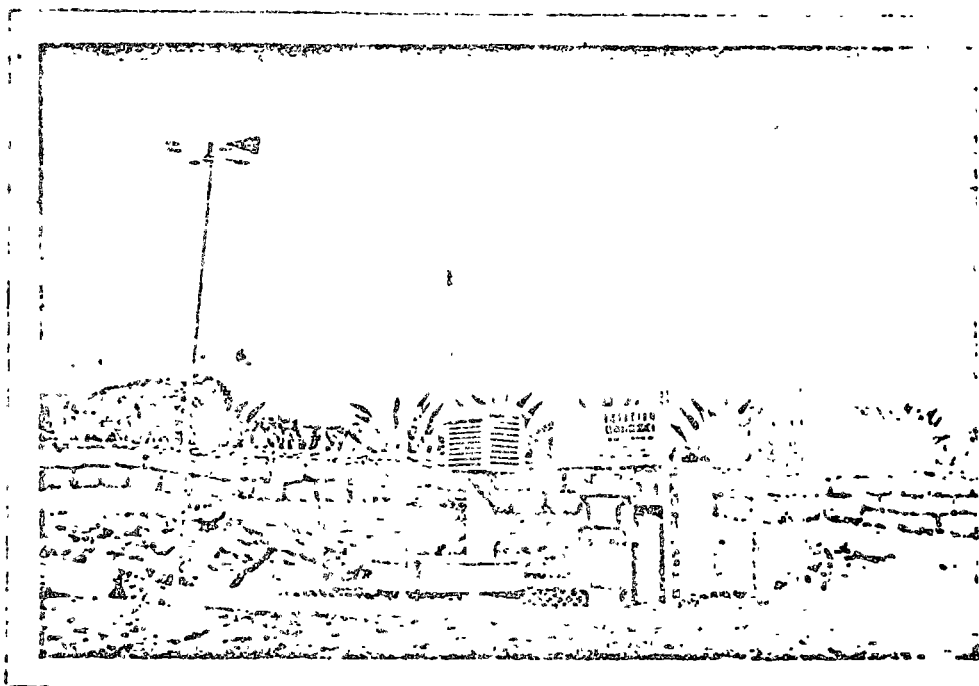
Bouteloua hirsuta

Hilaria cenchroides

Bouteloua repens



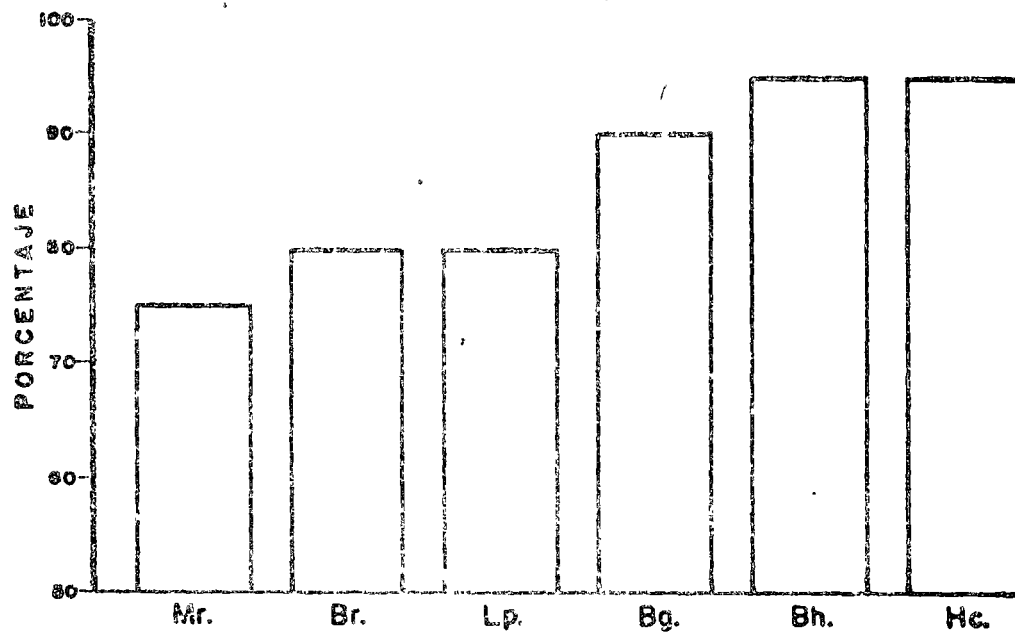
CONSTRUCCION DE OFICINAS.



ESTACION CLIMATOLOGICA.

GRAFICA N° 1

DESARROLLO DE PASTOS NATIVOS



ESPECIES

Mr. Muhlenbergia rigidaBg. Bouteloua gracilisBr. Bouteloua repensBh. Bouteloua hirsutaLp. Lycurus phleoidesHc. Hilaria cenchroides

Bouteloua gracilis

Lycurus phleoides

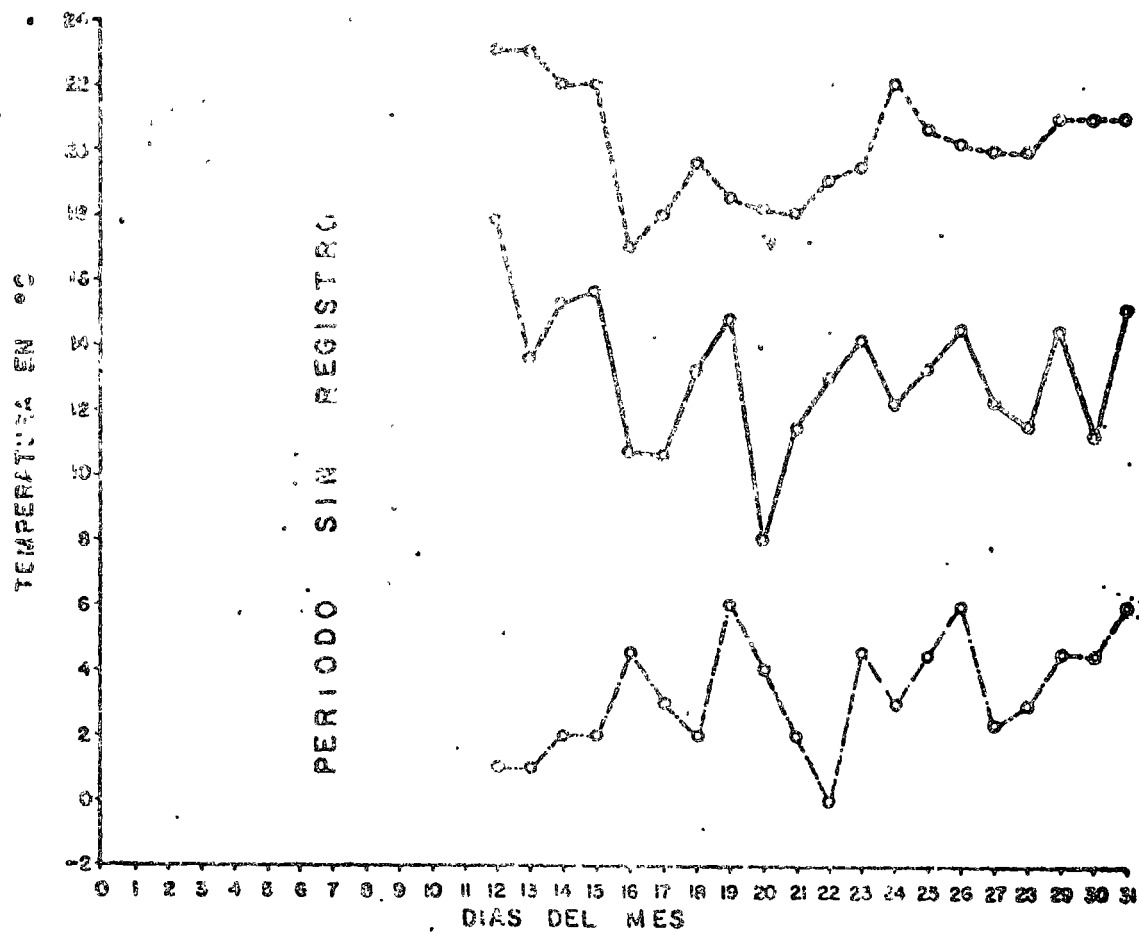
De acuerdo a los resultados obtenidos con algunas de estas especies, las consideramos, por el hecho de encontrarse aclimatadas a la zona, como las más apropiadas para efectuar resiembras en los pastizales, principalmente Bouteloua gracilis, por su calidad bromatológica.

d) Estación Meteorológica.- Aunque en 1972 logramos equipar y obtener algunos resultados de la Estación Meteorológica, consideramos que el equipo adquirido era insuficiente para los fines que perseguimos, decidiendo dotarla del mayor número de instrumentos necesarios. Por la razón anterior, fue hasta fines de 1973 cuando dicha Estación empezó a funcionar normalmente.

Los aparatos con que cuenta la Estación Meteorológica son:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1 Pluviómetro. | 2 Pluviógrafo. |
| 3 Evaporómetro. | 4 Solarímetro. |
| 5 Termógrafo. | 6 Termómetro de
máxima y mínima. |
| 7 Termómetro (ambiente). | 8 Veleta. |

VARIACION DIARIA DE LA TEMPERATURA EN EL MES DE DICIEMBRE DE 1973



PRECIPITACION 3.2 mm. **
EVAPORACION 73.15 mm.

* ESTOS DATOS CORRESPONDEN DEL 12 AL 31 DE DICIEMBRE.

Para el registro se capacitaron personas de la comunidad que son actualmente los encargados de la Estación.

2) REALIZACIONES EN MATERIA DE PROTECCION DEL SISTEMA HIDROLOGICO.

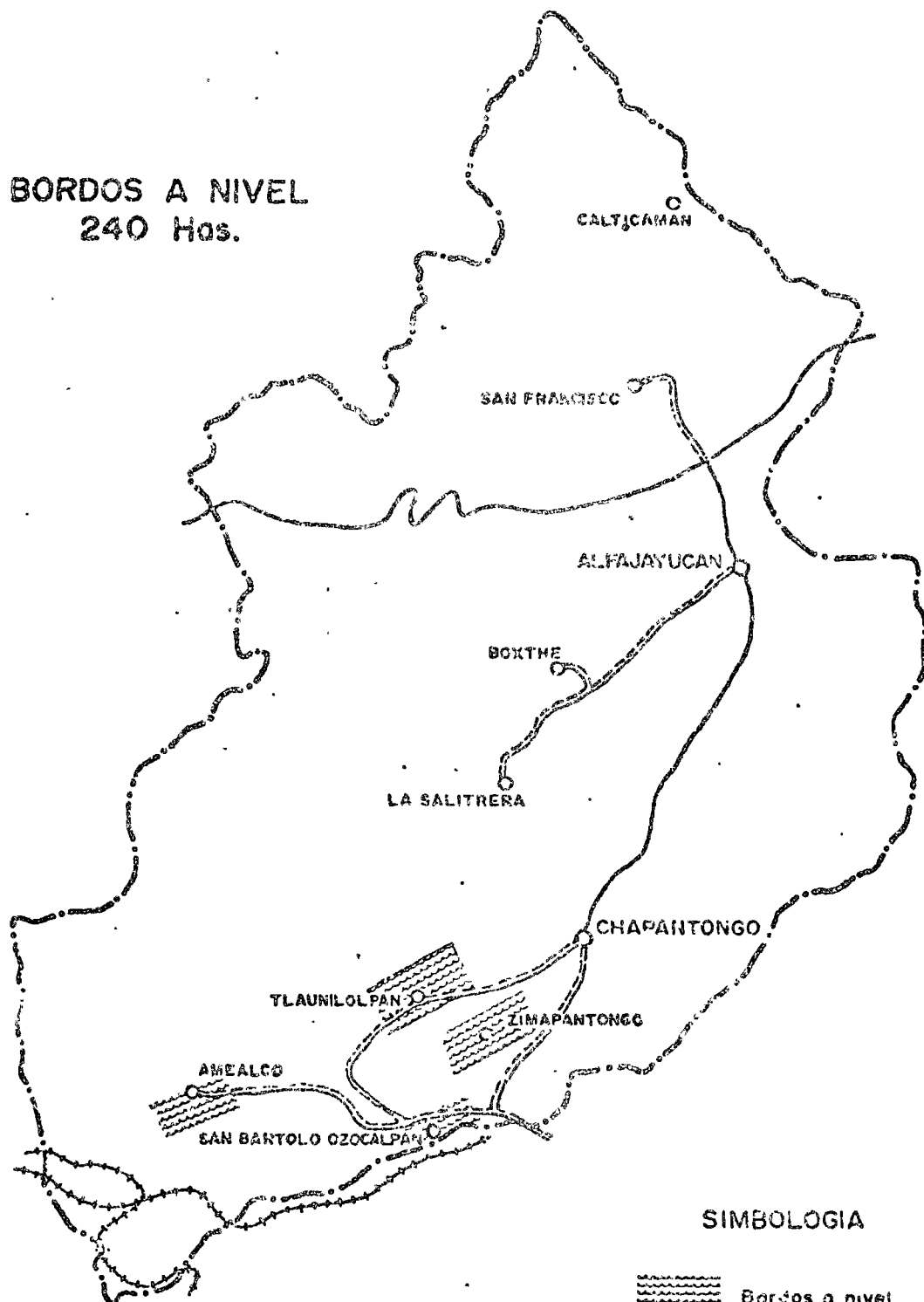
a) En suelos agrícolas.- Los trabajos que se realizaron consistieron en bordos a nivel para las parcelas de riego y temporal de los ejidos San Bartolo, Amealco, Zimapantongo, Tlauniloipan, dándoseles las siguientes dimensiones: base 2 metros; altura 60 cms. y base menor 40 cms. Para este tipo de construcción se consideraron ser necesarios 4 pasos de bordero.

Los intervalos verticales estuvieron en función a la pendiente del terreno.

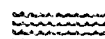
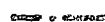
El número total de hectáreas trabajadas en los 4 ejidos fue de 240, considerando que por cada hectárea se construyeron 300 mts. de bordo, dando un total de 120 kilómetros de bordos.

b) En suelos de agostadero.- Se llevaron a cabo obras de protección, tales como bordos para contención de azolve, siembra de pastos y pretilles en cárcavas, efectos

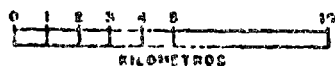
BORDOS A NIVEL 240 Hos.



SIMBOLOGIA

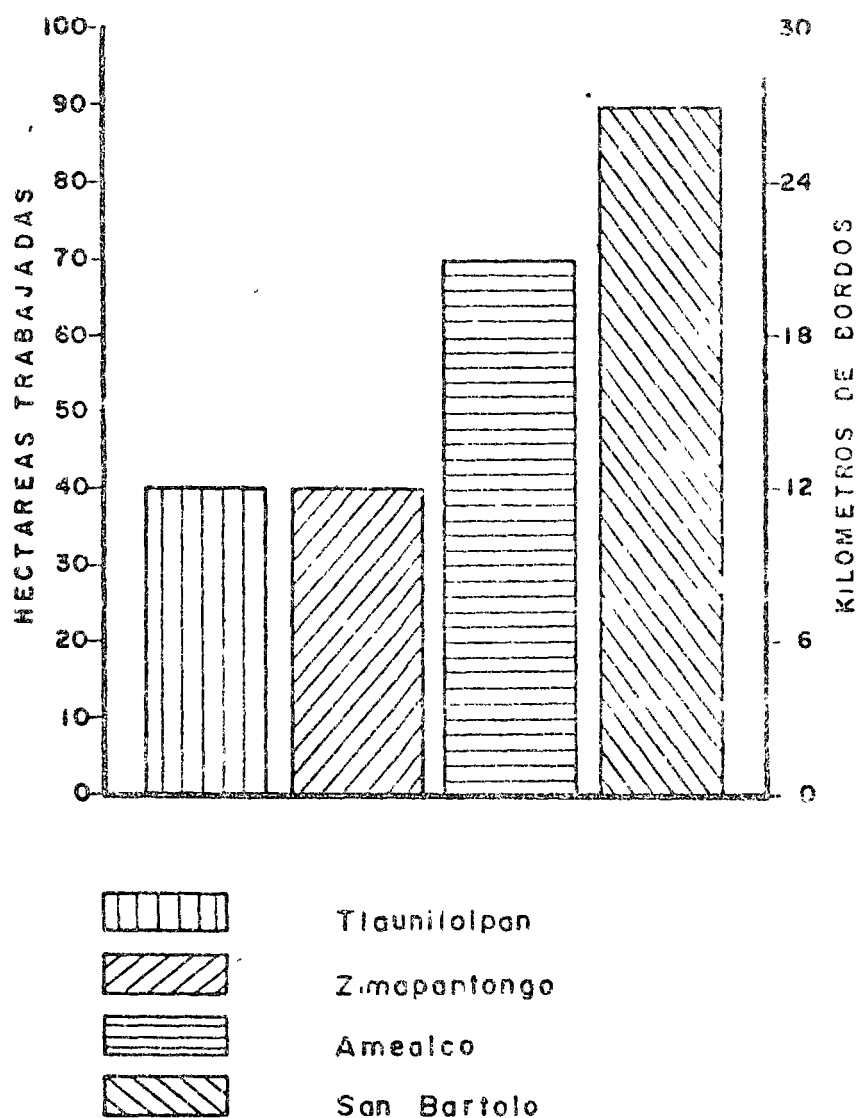
-  Bordes a nivel
-  Límite de cuencas
-  Localidad
-  Camino pavimentado
-  Torroceria
-  Vía ferrea

ESCALA 1:250 000



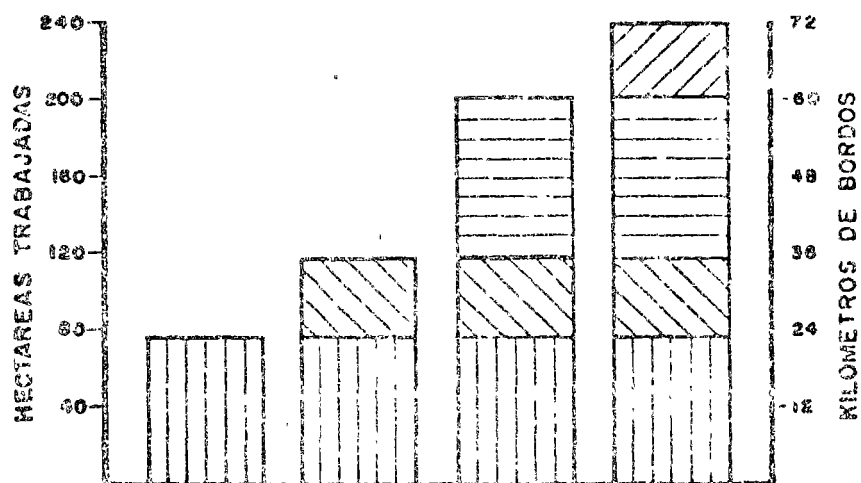
GRATICA Nº 2

HECTAREAS TRABAJADAS Y SU EQUIVALENCIA EN
KILOMETROS DE BORDOS DE CONTECION,
EN SUELOS AGRICOLAS DE DIFERENTES
POBLADOS DE LA CUENCA



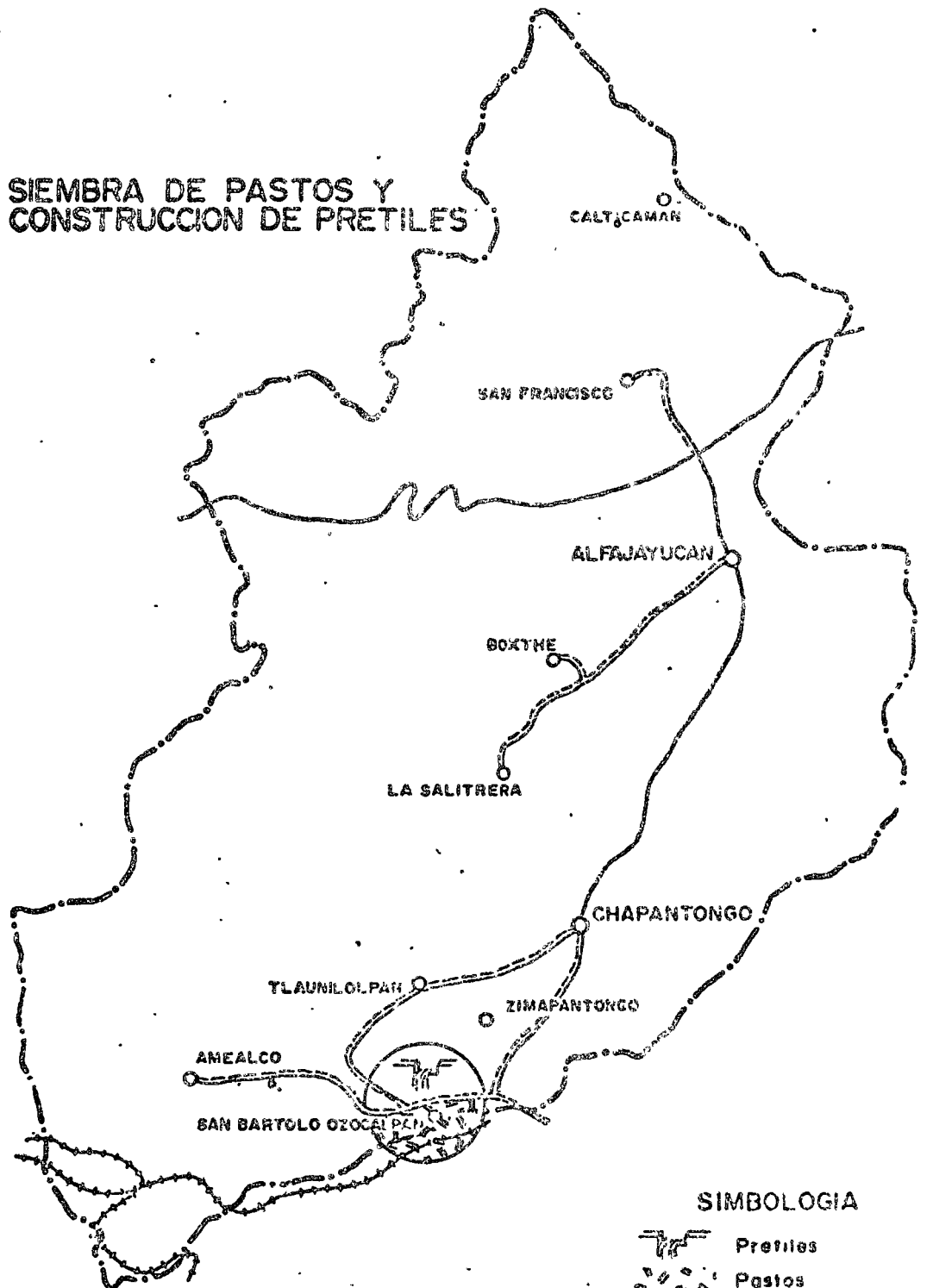
GRAFICA N° 5

SUMA ACUMULATIVA DE HECTAREAS Y SU EQUIVALENCIA
EN KILOMETROS DE BORDOS DE CONTENCION,
EN SUELOS AGRICOLAS DE DIFERENTES POLLADOS
DE LA CUENCA



-  AMEALCO
-  TLAUNIOLPAN
-  SAN BARTOLO
-  ZIMAPANTONGO

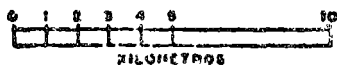
SIEMBRA DE PASTOS Y CONSTRUCCION DE PRETILES

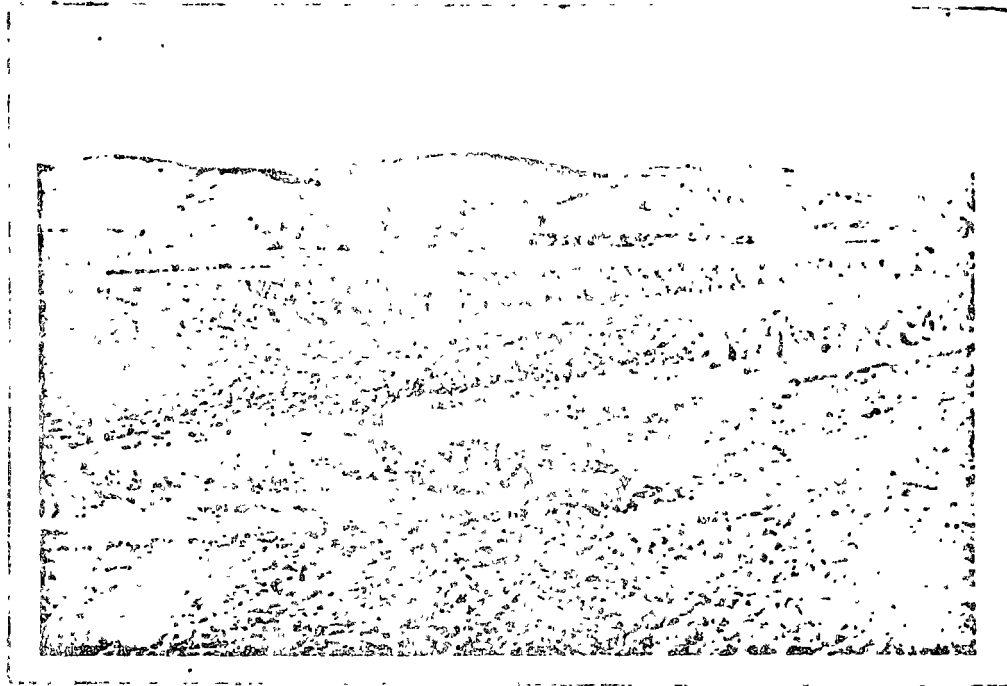


SIMBOLOGIA

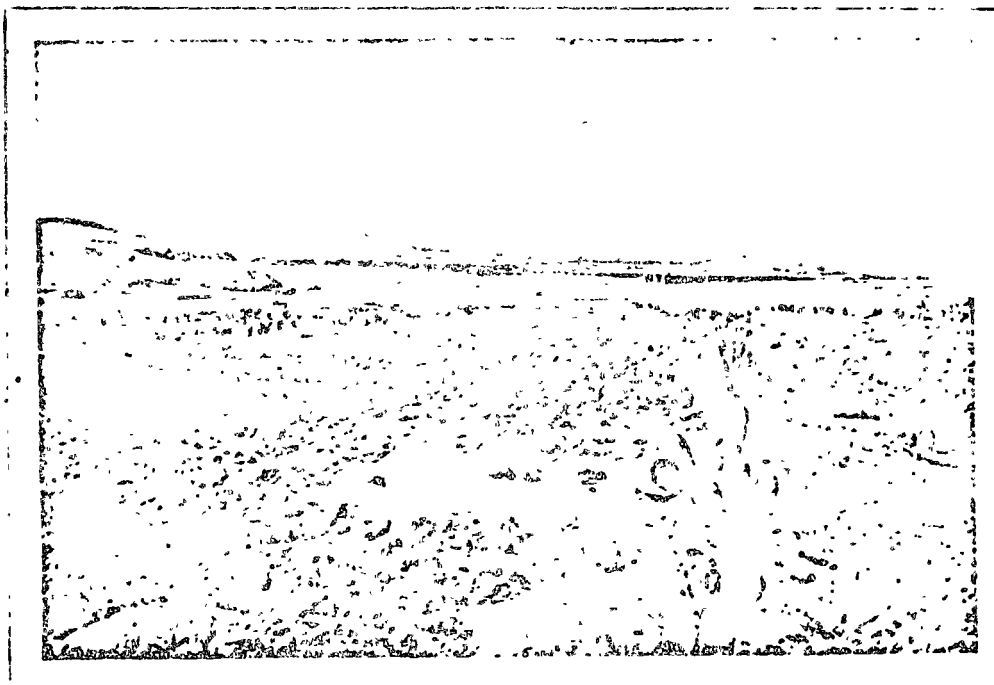
-  Pretiles
-  Pastos
-  Límite de cuenca
-  Localidad
-  Camino pavimentado
-  Terraceria
-  Via ferrea

ESCALA 1:250 000





CONTROL DE LA EROSION EN SUELOS AGRICOLAS



PRETILES Y BORDOS A NIVEL

tuándose estos trabajos únicamente en el ejido San Bartolo Ozocalpan.

Así mismo se hace notar que fueron utilizadas las mismas técnicas e implementos que en el caso de las parcelas de riego y temporal.

Las variedades de pastos que se probaron en mediana escala fueron: Alta Pescue (Festuca elatior arundinacea), Harding (Phalaris tuberosa stenoptera), Bromo cebadilla (Bromus catharticus), y Banderilla (Bouteloua curtipendula), observando que el de mayor desarrollo fue el Bromo cebadilla (Bromus catharticus). A la vez, también se probaron en pequeña escala 24 especies de pastos los cuales se encuentran en observación.

Dentro de las praderas de exclusión se construyeron un total de 10 pretilos de piedra acomodada, utilizando mano de obra aportada por los campesinos.

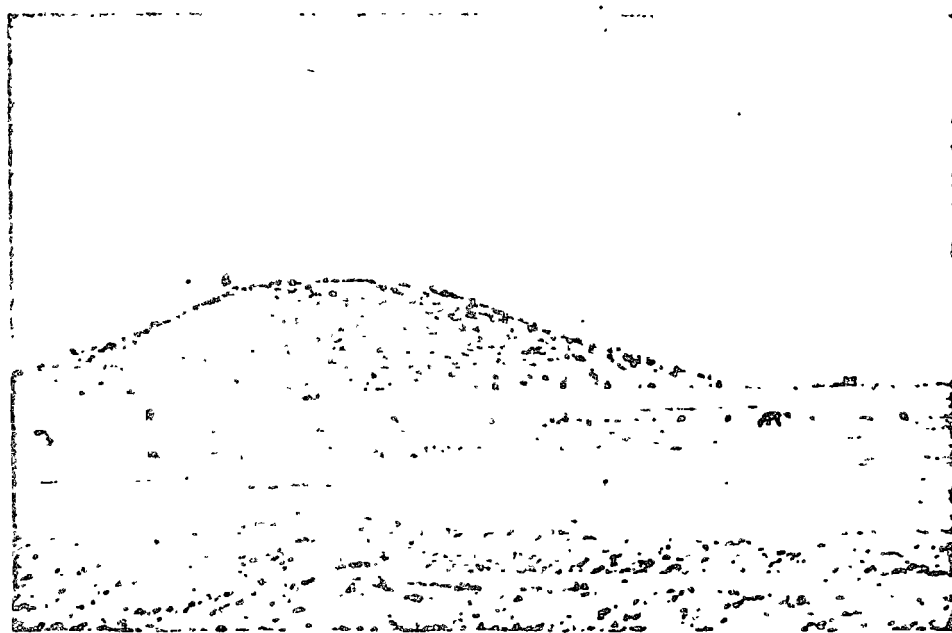
Se efectuó una junta con los ejidatarios de San Bartolo Ozocalpan, para proponerles la rotación de potreros y sus conveniencias, acordándose dividir el agostadero en tres partes: Loma Ancha, Loma del Troje y Loma del Mogote, acordando que llevarían a pastar los animales a cada una de éstas áreas quincenalmente. A la vez se formó un comité pro-pastos, el que se encargaría de vigilar el cumplimiento de lo acordado en dicha asamblea.

GRAFICA N° 4
ADAPTACION DE PASTOS EXOGENOS
EN LA ZONA

ESPECIE	ADAPTACION		
	MALA	REGULAR	BUENA
BROMO CEBADILLA			
HARDING			
ALTA FESCUE			
BANDERILLA			



CONSTRUCCION DE BORDOS Y PRETILES.



ROTACION DE POTREROS.

Aunque los resultados logrados no fueron del todo satisfactorios, sí por lo menos comprobamos una mejor recuperación del pasto y mayor producción de semilla.

Inversión en trabajos de bordeo.-

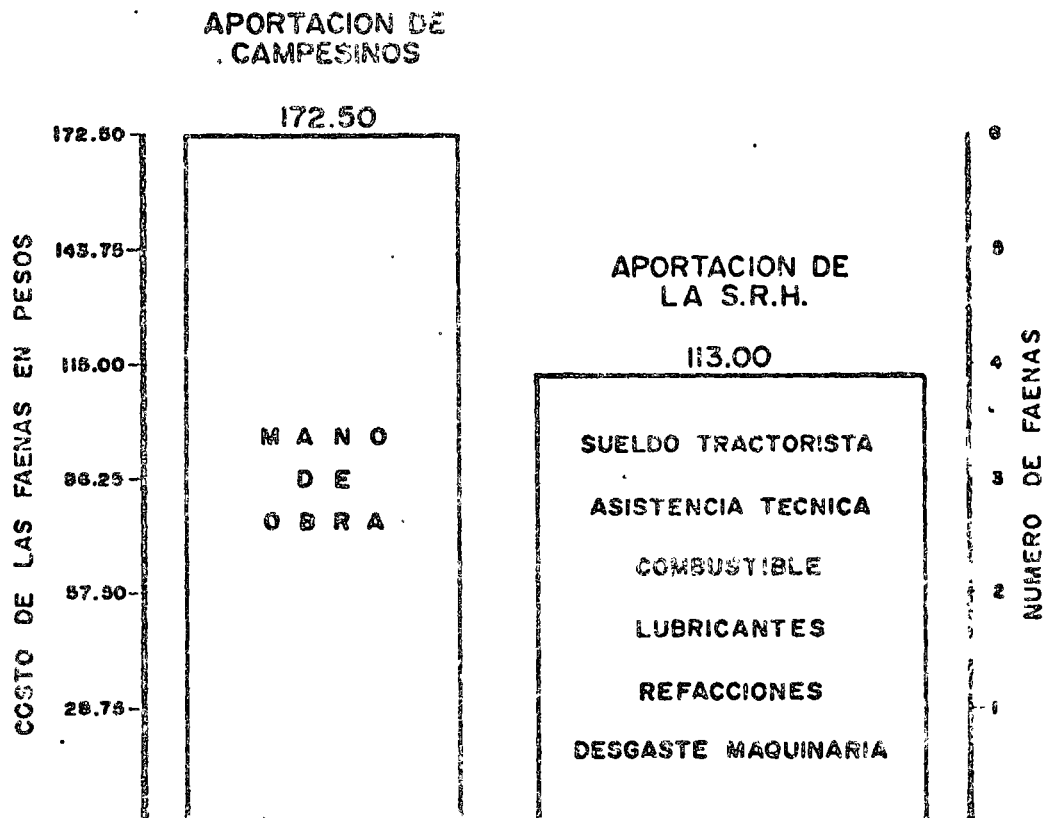
Para la realización de estos trabajos se utiliza el mecanismo conocido como trineo de trabajo mecánico de la tierra a cambio del trabajo manual de los beneficiarios. De esta manera la Secretaría de Recursos Hidráulicos se compromete con los ejidatarios a realizar trabajos de barbecho en cada una de sus parcelas, recibiendo a cambio 6 faenas por hectárea trabajada.

Dichas faenas se utilizaron para realizar trabajos de conservación de suelo (siembra de nopal y maguey en bordos, corrección de cárcavas, etc.) tanto en parcelas de los mismos beneficiarios como en terrenos comunales, que de acuerdo a nuestro programa nos correspondía realizar.

La inversión aproximada que la Secretaría de Recursos Hidráulicos hizo por cada hectárea trabajada, se estimó en \$113.00 considerando los siguientes aspectos: suelo del tractorista, combustible y lubricantes, refacciones y desgaste de maquinaria; ahora bien, tomando en cuenta que el salario mínimo de la zona es de \$28.75, la aportación por parte de los ejidatarios en las 6 faenas da -

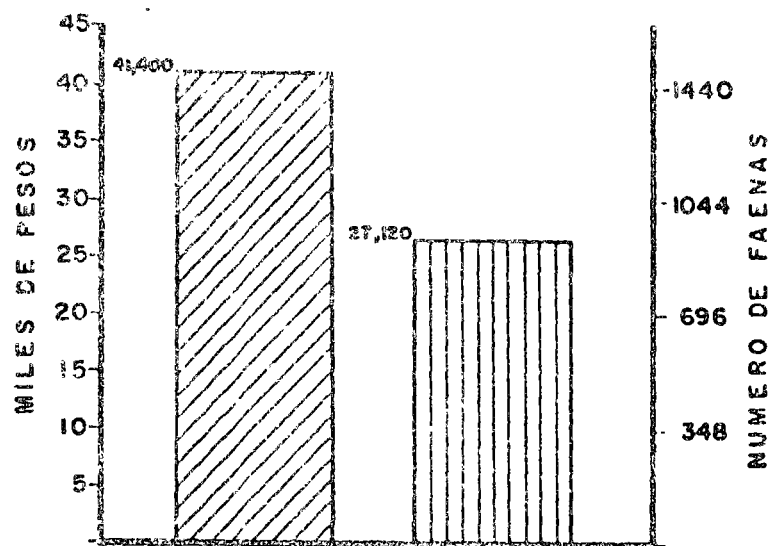
GRAFICA N° 5

DESGLOSE DE LAS APORTACIONES, EN LOS
TRABAJS DE BORDEO POR HECTAREA



GRAFICA N° 6

RENDIMIENTO DE LA INVERSION
EN LOS TRABAJOS DE BORDEO



Aportación de los campesinos



Inversión de la S.R.H.

NOTA:

El excedente se invirtió en trabajos de conservación en la comunidad.

un total de \$173.00 los cuales se invirtieron en trabajos de conservación para beneficios de la comunidad.

c) En suelos forestales.

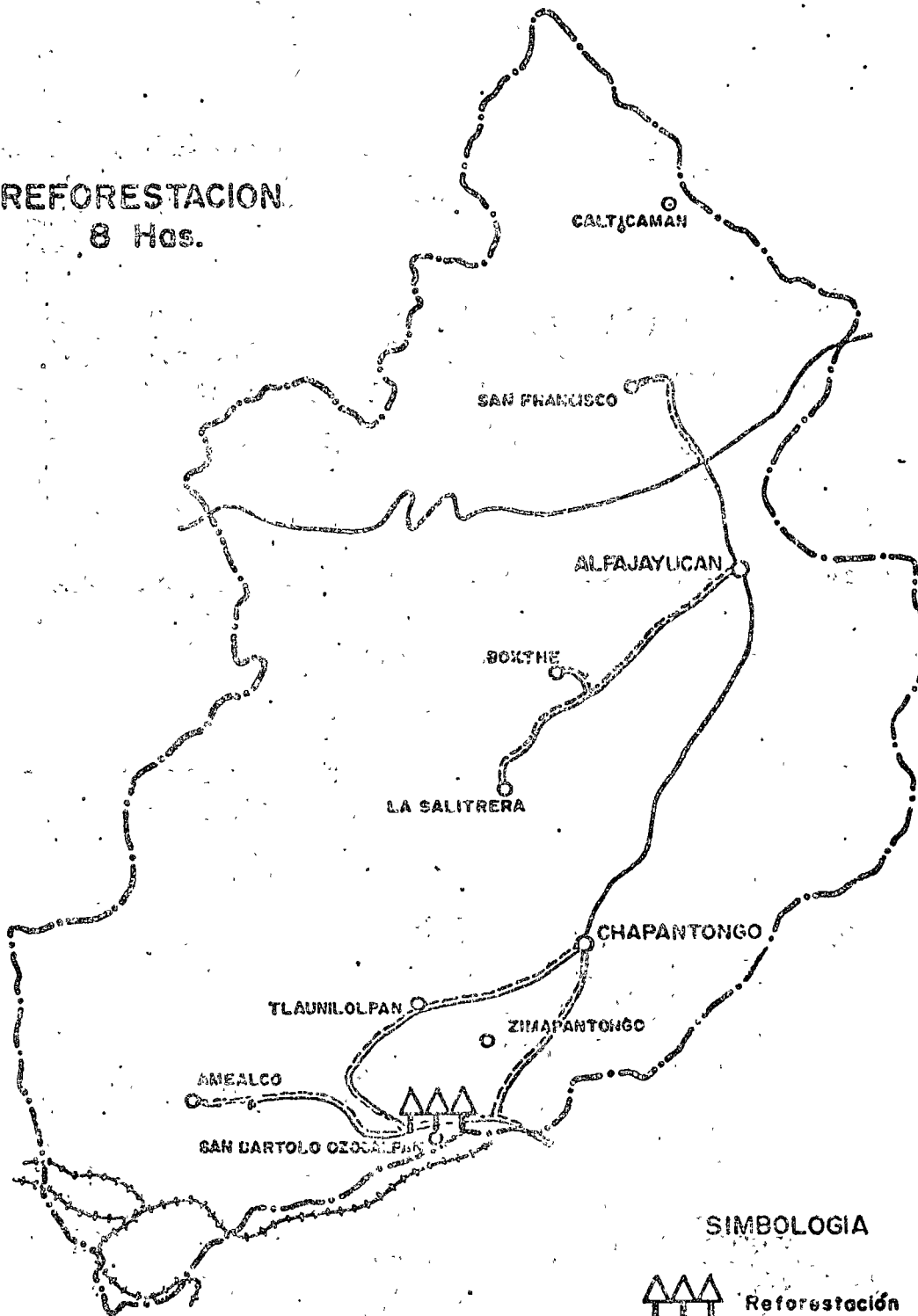
c1) Reforestación.- Para dicho trabajo, la asamblea ejidal propuso reforestar el sitio denominado Loma Ancha, situada al sur de la presa El Marquez. En este lugar se efectuaron dos tipos de obras de conservación: terrazas y zanjas gradoni, las cuales fueron trazadas por un promotor campesino que fue habilitado como topógrafo. Posteriormente se hizo una invitación a los campesinos para cooperar en la realización de estas obras, lográndose durante un mes una asistencia diaria de 10 a 15 ejidatarios.

Terminados los trabajos de excavación procedimos a la plantación de los árboles donados por la Secretaría de Agricultura y Ganadería, ya que la mayoría de las plantas de vivero de San Bartolo no tenían aún la edad suficiente para su trasplante.

Se plantaron 4 tipos de árboles: Pinus radiata, Eucaliptus rostrata, Pino alepo (Pinus halepensis) y Cedro blanco (Cupressus sp.), distribuidos en una superficie de 8 Has., calculando el éxito de la plantación en un 97%.

c2) Vivero.- Los trabajos aquí realizados consistieron en el arreglo de las camas del almácigo, para la

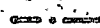
REFORESTACION 8 Hos.



SIMBOLOGIA



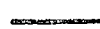
Reforestación



Límite de cuenca



Localidad



Camino pavimentado



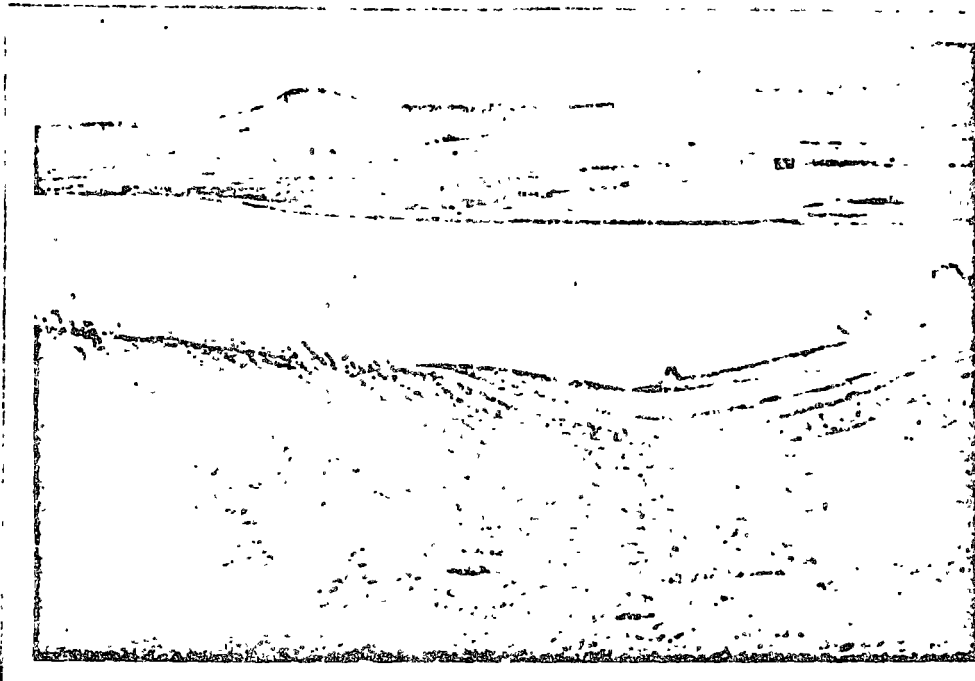
Terraceria



Vía ferrea

ESCALA 1:250 000





REFORESTACION



REFORESTACION (Pino radiata)



PIANTACION DE ARBOLES EN ENVASES DE POLIETILENO



ALUMNOS DE LA ESCUELA SECUNDARIA TRABAJANDO EN
LOS VIVEROS

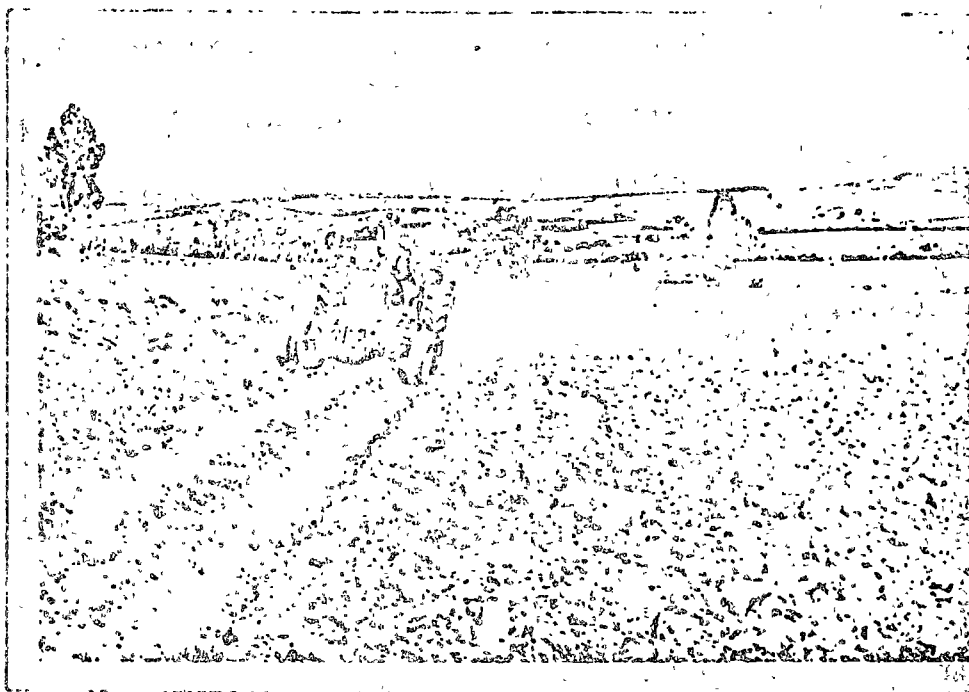
siembra de 15,000 semillas de durazno.

Cabe mencionar que de la producción inicial del vivero, obtuvimos cerca de 1,000 árboles que posteriormente trasplantamos a la zona denominada Loma Ancha. Igualmente continuamos con el trasplante de los árboles forestales de los almácigos a envases de polietileno, teniendo a la fecha de terminación este informe un total de 40,000 plantas que serán utilizadas en el ciclo 1974. Actualmente cuenta el vivero con las siguientes especies:- Pino montezuma (Pinus montezumae), Casuarina (Casuarina equisetifolia), Eucaliptus rostrata, Cedro blanco (Cupressus sp.) y Acacia (Acacia mimosa).

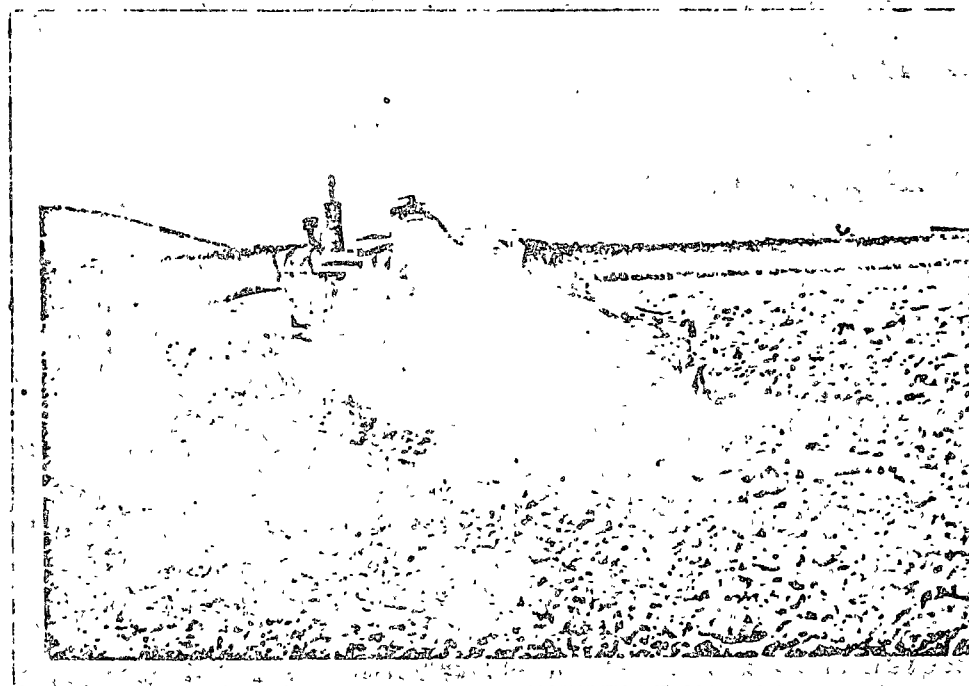
3) DESARROLLO AGRICOLA.

Introducción de nuevas variedades, prácticas culturales y fertilización.- Se introdujeron los híbridos de maíz H-412 y H-30, así como maíz criollo, cebada y frijol, los resultados que se obtuvieron fueron favorables al H-412 y al maíz criollo, ya que los rendimientos del H-30 y del frijol no fueron los que se esperaban.

Las prácticas culturales que se realizaron fueron con tracción mecánica y animal, consistiendo éstas en: barbecho, rastra, cruz y siembra.



CONSTRUCCION DE BORDOS EN LAS PARCELAS



BARBECHEO DE PARCELAS

En lo que concierne a las prácti
cas culturales efectuadas con tracción mecánica, creemos que aun -
que se logró un cierto ahorro de tiempo en relación a la tracción ani-
mal, la diferencia en cuanto a la eficacia del trabajo no resultó muy
significativa entre uno y otro, aclarando que éstos se ejecutaron dentro
del tiempo debido.

Por lo que respecta a las prácti-
cas de fertilización, éstas se efectuaron en los cultivos de maíz, fri-
jol y cebada, lográndose el resultado más favorable en la cebada con
un aumento del 40% en su rendimiento.

Simultáneamente a la ejecución de
los trabajos del campo, se proporcionó asistencia técnica a los campesi
nos del área.

4) DESARROLLO PECUARIO.

En las parcelas de temporal que -
se encuentran formando parte del campo de demostración, se construyó
un horno forrajero, el cual fue llenado con cañas enteras de maíz, dán-
dosele las siguientes dimensiones: 10 mts. de largo X 4 mts. de ancho
X 1.50 de profundidad. Tomando en cuenta estas dimensiones se calcula
la una capacidad de 24 toneladas de forraje. Se contó para la construc

ción y llenado de éste con la participación de los ejidatarios y alumnos de la Secundaria.

Conforme a los registros de este trabajo, un hombre requiere 20 días para construir un horno con las dimensiones anteriores y las características de un subsuelo tepetateso.

En lo concerniente a sanidad animal se han llevado a cabo campañas de vacunación y consulta en los ejidos de Amealco, Zimapantongo, San Bartolo y Tlaunillopan, tarea encomendada al promotor veterinario, el cual ha respondido satisfactoriamente. La asistencia técnica se ha venido realizando en los poblados anteriormente citados programándose visitas una vez por semana a cada uno de ellos, resolviéndose problemas de diversa índole y complejidad.

5) MEJORAMIENTO DE LA COMUNIDAD.

Con la intención de suscitar óptimas relaciones entre la población y los técnicos, se desarrollaron diversas actividades complementarias a la protección de los recursos naturales.

Se prosiguió con la atención médica a la población, tanto de manera curativa como preventiva, aunque -

con cierta irregularidad por las renunciaciones sucesivas de dos médicos - que decidieron cambiar de ubicación. Sin embargo, la promotora campesina entrenada al efecto, suplió en parte tal ausencia.

A igual que durante el año anterior, el botiquín funcionó administrado por un comité del propio pueblo.

Se cooperó con la Secretaría de Salubridad y Asistencia para realizar campañas de vacunación en varios de los poblados de la zona de influencia, y también con objeto de prevenir enfermedades, se prosiguió la construcción de letrinas, cuyo costo corrió a cargo de los propios beneficiarios. Así mismo se promovió el confinamiento de animales domésticos, particularmente cerdos, dados los riesgos de transmisión de enfermedades.

Se alentó la creación de huertos familiares para el cultivo de hortalizas, como una búsqueda de mejoramiento nutricional.

6) PROMOCION.

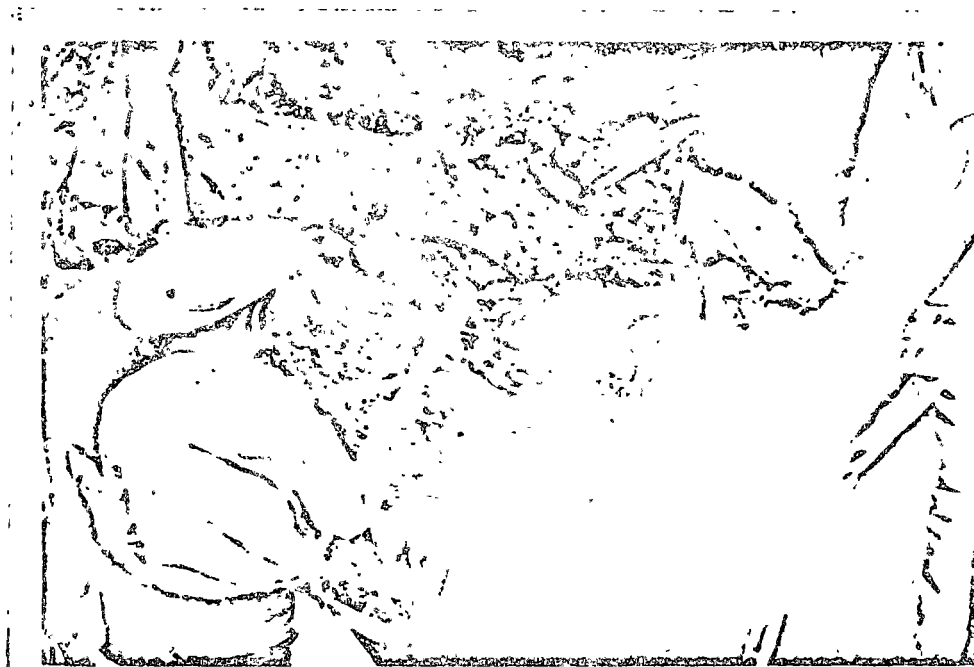
Como tónica general del programa, se multiplicaron las oportunidades para lograr la participación campesina, cada vez más intensa y más consciente, lo que viene a ser la

principal garantía de continuidad en los trabajos. A continuación se desglosan los aspectos más relevantes de este proceso.

Trabajo Voluntario.- Desde el ejercicio del contrato anterior se logró la cooperación desinteresada de los campesinos. En el ejercicio de este contrato se logró un significativo aumento en la aportación de los campesinos.

Entre los mecanismos para tal efecto se cuenta el trueque de trabajo mecánico de la tierra para buscar el aumento de producción y la retención del suelo y del agua a cambio del trabajo manual de los beneficiarios, aplicado principalmente en trabajos de proyección comunitaria, como reforestación, corrección de cárcavas en agostaderos, etc. Por este concepto los campesinos de San Bartolo Ozocalpan, Amealco, Zimapantongo y Tlaunilolpan, se han comprometido a aportar 1,400 faenas, de las cuales un 80% se aplicará en el siguiente ejercicio fiscal.

Por otro lado, muy importante resultó el apoyo de la Secretaría de Salubridad y Asistencia con su Programa de Obras Rurales por Cooperación, promoviéndose conjuntamente la creación de un Comité Ejidal pro Reforestación, que a su vez se encargó de organizar el trabajo de plantación en gran escala y de administrar los alimentos que como estímulo al trabajo voluntario entregó la Secretaría -



TRABAJO VOLUNTARIO

de Salubridad y Asistencia. Por este concepto se ejecutaron 1,800 - faenas, tanto en la reforestación propiamente dicha (apertura de co - pas, zanjas, plantación, etc.) como en trabajos del vivero. En esta actividad participaron, para ciertas faenas que requieren más habilidad que fuerza, una buena proporción de mujeres.

De índole diferente ha sido la - aportación de alumnos y maestros de las escuelas primari y secundaria - ria, quienes desarrollaron una tarea educativamente productiva, con - trabajos ligeros propios de su edad y como un esfuerzo de colaboración consciente en la construcción de un mejor patrimonio comunitario.

Comunicación colectiva.- Con el propósito de profundizar y ampliar la influencia del Campo de Demostración, se desarrolló un programa de comunicación que cuenta como primeras actividades la realización de una Semana de Demostración y la - elaboración de material audiovisual.

La Semana de Demostración se - efectuó del 3 al 7 de septiembre, para discutir sobre el terreno, con ejidatarios de la zona de influencia del Campo, las posibilidades de aplicación de diversas técnicas.

La asistencia fue la siguiente:

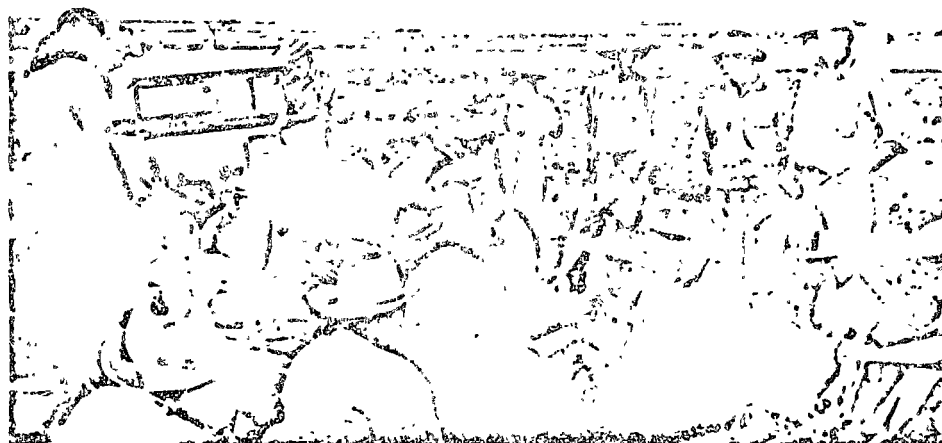
Amealco 40 Ejidatarios

Zimapantongo	60 ejidatarios	
Tlaunilolpan	27 ejidatarios	
Chapantongo	20 ejidatarios	
San Bartolo	$\frac{130}{237}$ personas	(de los cuales, al rededor de 100 ejidatarios).

Cada día de la semana asistió un ejido distinto, y los campesinos fueron transportados por nosotros.

Se efectuó un recorrido por todo el Campo: construcción de las oficinas (analizando los sistemas de construcción), parcelas demostrativas de temporal, agostadero demostrativo-experimental, vivero y reforestación.

En cada uno de tales sitios, los campesinos que han tenido más responsabilidad en la ejecución, hicieron la explicación correspondiente al propósito y características específicas del trabajo. Hubo bastante excepción por parte de los asistentes y se interesaron explícitamente en las posibilidades de aplicación del programa a sus respectivos pueblos. Por otra parte, el hecho de que un buen número de ejidatarios de San Bartolo, mujeres y niños, estuvieron trabajando gratuitamente (con el incentivo de los alimentos), resultó aleccionador para los asistentes.



EXPLICACION DE LAS OBRAS DURANTE LA SEMANA DE
DEMOSTRACION



RECORRIDO POR EL CAMPO DURANTE LA SEMANA DE
DEMOSTRACION

Para consolidar el efecto de la Semana de Demostración, se efectuaron posteriormente asambleas en los ejidos de Amealco, Tlaunilolpan, Zimapantongo, y el propio San Bartolomé Ozorcalpan, proponiéndose ahí la alternativa de trabajo mecánico de bordeo retención del suelo y agua, así como barbecheo, a cambio de faenas para corrección de cárcavas y reforestación. La aceptación de los ejidatarios fue tal que excedió las posibilidades operacionales de la maquinaria disponible.

Es evidente la necesidad de contar con material audiovisual para hacer divulgación en gran escala sobre las posibilidades de manejar racionalmente el suelo y el agua.

En este caso, dado el propósito fundamental de dar oportunidad a los campesinos de participar en las diversas fases del programa, se formó un grupo de comunicadores; campesinos que espontáneamente han aportado su tiempo, sus ideas y su esfuerzo, lográndose un primer resultado al ejecutar una serie de tomas en diapositivas y cine Super 8, que después ellos mismos proyectaron y explicaron ante su pueblo, durante el desarrollo de la Semana de Demostración, suscitando una reacción en el público por demás impactante y positiva.

Posteriormente y a su propia inicia-

3
tivo, se lanzaron a la elaboración de una película más formal, también en Super 8, que deberá llevar sonido.

Ellos mismos redactaron el guión, decidieron y efectuaron las tomas, encontrándose el material a la fecha de rendir el informe, en proceso de edición filmica.

Con esta tendencia se lograrán documentos cada vez más adecuados a la idiosincracia campesina, con la percepción real de los problemas y planteando soluciones verdaderamente accesibles, precisamente con el lenguaje y las intenciones populares.

Capacitación.- Se le ha dado a la mayoría de las actividades un enfoque educativo pero además se ha realizado un trabajo específicamente didáctico, de mayor concentración en el proceso de aprendizaje.

Destaca en este sentido la celebración de un curso para formación de promotores campesinos, como primera parte del proceso de ampliación operacional de la zona de influencia, para darle cada vez más un carácter de cuenca de demostración.

Al efecto se celebraron reuniones -
en los siguientes poblados:

Amcalco

Capulín, El

Juchitlán

Maxavillas

San Sebastián

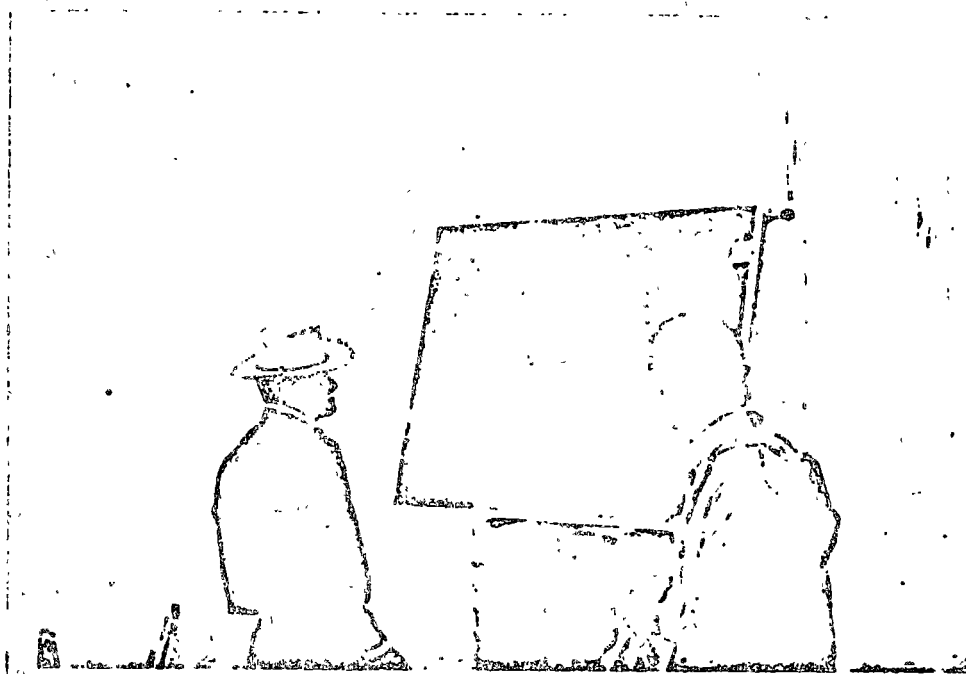
Tiauniloipan

Zimapanantongo

Al analizar con los campesinos presentes en las reuniones, los problemas de la erosión y por consecuencia de la raquítica producción agrícola y pecuaria, surgió siempre el interés por emprender una seria acción al respecto, presentándose la oportunidad de incorporarse al programa por medio de promotores de sus propios poblados, que para iniciar la acción tendrían que participar en un curso de una semana.

Las poblaciones propusieron varios candidatos, de entre los cuales fueron seleccionados e invitados formalmente los que se consideraron más idóneos, 15 en total, dándose la circunstancia de que acudieron todos al curso, que versó principalmente sobre topografía a nivel campesino y manejo de ganado, lográndose una intensa participación, en plano igualitario, entre educadores y educandos, dada la adecuada ambientación pedagógica.

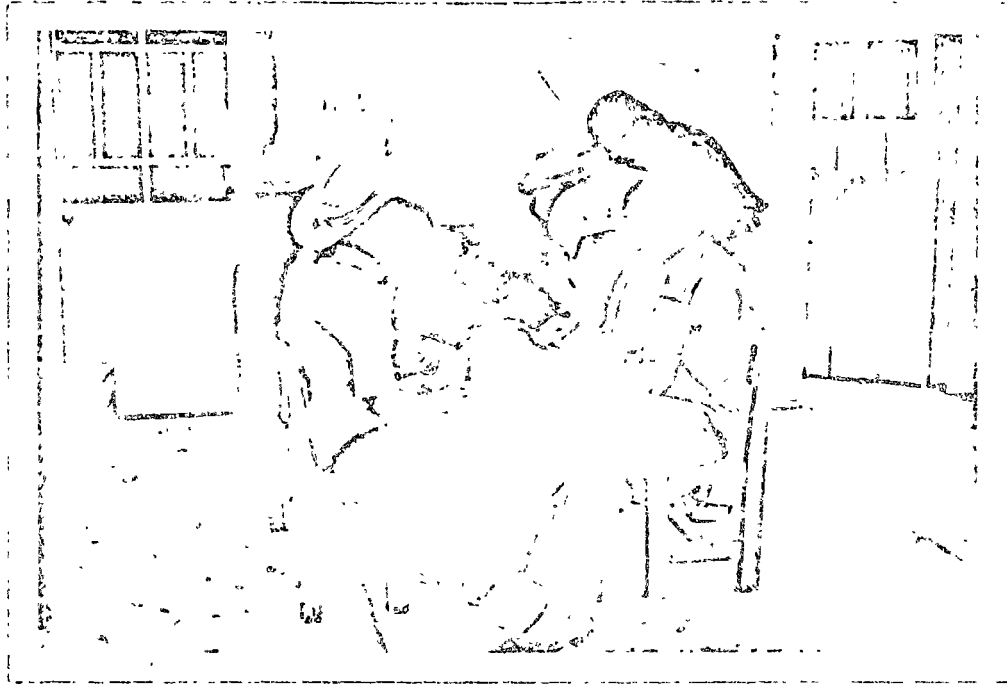
Como resultado práctico, el programa



CURSO PARA CAPACITAR PROMOTORES



PRACTICAS DE NIVELACION EFECTUADA DURANTE
EL CURSO DE CAPACITACION



CLASES DE VETERINARIA



PRACTICAS DE VETERINARIA IMPARTIDA A LOS
PROMOTORES

ma correspondiente al próximo ejercicio contractual podrá extenderse -
significativamente con sostén en tales y otros promotores que en el fu-
turo se formen, apoyados sistemáticamente en un proceso de seguimien-
to y actualización.

Organización.- La conclusión de -
todo el trabajo promocional, necesariamente desemboca en el reforza -
miento de la organización existente o excepcionalmente la creación de -
nuevos órganos populares.

En tal virtud, se apoyó siempre a -
las directivas ejidales en su esfuerzo por buscar un mejor manejo de los
recursos naturales mediante una sana participación de los propios inte -
resados.

En ocasiones resultó conveniente -
promover la formación de comités específicos, estrechamente ligados a
la directiva ejidal. Es el caso, por ejemplo, de los comités de Refores-
tación, de Manejo de Pastos y de Crédito en San Bartolo Ozocalpan.

En cuanto a las escuelas primarias,
se ha promovido la organización de actividades prácticas, educativas -
para maestros y alumnos de cinco ejidos lo que representa un apoyo in-
mediato al Programa al mismo tiempo que un trabajo para el futuro próxi-
mo y mediano.

Con una intención , izá aún más ambiciosa, se invitó al conjunto de los ejidatarios de San Bartolo Ozo calpan a evaluar, a discutir con toda libertad las realizaciones del Programa, en un evento exclusivo para ese fin; lográndose una autenticidad y un interés muy satisfactorios. Este proceso de evaluación popular adquiere una dimensión regional, con la intervención de los promotores de los poblados mencionados arriba.

Puede afirmarse que la meta promocional, es lograr que los campesinos se apropien el programa de manejo de la cuenca.

A PROFILE OF THE DEPARTMENT OF WATERSHED MANAGEMENT

**COLLEGE OF AGRICULTURE
UNIVERSITY OF ARIZONA
TUCSON, ARIZONA**

DECEMBER, 1973

A PROFILE OF THE DEPARTMENT OF WATERSHED MANAGEMENT
COLLEGE OF AGRICULTURE
UNIVERSITY OF ARIZONA

December 1973

SCOPE

Teaching, research and service activities of the Department of Watershed Management are concerned with the management and use of renewable natural resources.

UNDERGRADUATE EDUCATION

The undergraduate teaching program includes five four-year professional programs, leading to a B.S. degree: Watershed Hydrology, Forest-Watershed Management, Range Management, Natural Resources Recreation and Fisheries Management. These programs emphasize the conservation and management of wood, water, forage, fisheries and wildlife resources, and the management of natural resources for outdoor recreation. The programs have a core of courses shared in common, to give students a perspective on multiple-use land management, as well as the necessary background for particular specializations. Thus, graduates are equipped for professional positions in specialized resource management fields, while also having an appreciation and some understanding of the total natural environment, and human needs and wants. Graduates find employment in federal, state and municipal governmental agencies, private industries, and foreign service.

The WATERSHED HYDROLOGY curriculum emphasizes physical and biological sciences related to the management of forests and rangelands for maintaining or increasing the production of high quality water. The FOREST-WATERSHED MANAGEMENT curriculum includes coursework in all areas of professional land management, emphasizing the multiple uses of forest lands, and the water resource, which is of particular importance to Arizona and the western United States. The RANGE MANAGEMENT program is concerned with the management of rangeland resources for improving forage for domestic and game animals, and with the conservation of soil, water, and wildlife resources. The NATURAL RESOURCE RECREATION program includes several aspects of outdoor recreation such as forest recreation, water-based recreation, interpretive services, and recreation planning and administration. The FISHERIES MANAGEMENT curriculum emphasizes the conservation and improvement of the fresh water fishery resource.

Teaching programs at undergraduate and graduate levels are interdisciplinary, with reliance placed on supporting disciplines in the University, as well as on professional courses in the Department of Watershed Management. A generalized summary of the kinds of coursework required of undergraduates follows:

<u>YEAR</u>	<u>COURSEWORK</u>
Freshman	English Composition, Chemistry, Mathematics, Biological Science
Sophomore	Mathematics, Social Sciences, Economics, Geology, Soils, Speech Physics
Junior-Senior	WATERSHED HYDROLOGY--Hydrology, Atmospheric Sciences, Resource Economics, Resource Management, Plant Sciences. FOREST-WATERSHED MANAGEMENT--Forest Sciences, Forest and Watershed Management, Ecology, Resource Measurements, Resource Economics, Recreation, Range and Wildlife Management.

YEAR

COURSEWORK

Junior-Senior
(continued)

RANGE MANAGEMENT--Range Management,
Ecology, Resource Measurements, Water-
shed and Wildlife Management

NATURAL RESOURCE RECREATION--Recreation
Interpretation and Planning, Social
Sciences, Ecology, Resource Economics,
Resource Measurements

FISHERIES MANAGEMENT--Fishery Management,
Genetics, Ecology, Limnology, Ichthyology,
Recreation, Watershed Management

The Department of Watershed Management is accredited by the Society of American Foresters.

Approximately 205 undergraduate students are currently enrolled as majors in the Department of Watershed Management.

GRADUATE EDUCATION

Graduate programs in the Department of Watershed Management are natural extensions of the undergraduate programs described above. Both M.S. and Ph.D. degrees are offered. Graduate programs are highly individualized depending on the objectives, background and needs of the individual student. Specializations include watershed hydrology and management, natural resource recreation, forest science, forest resource economics, range science and fisheries management. Programs combining several aspects of these specialties are sometimes developed. The objective of graduate training in this department is to prepare students for employment in natural resource management agencies, private organizations, research and teaching institutions and organizations, and foreign service.

Graduate coursework programs are interdisciplinary, and are based upon courses offered in Watershed Management and many other departments throughout

the university, including, but not limited to, the following subject matter areas: agricultural economics, agricultural engineering, animal science, biochemistry, botany, chemistry, civil engineering, dendrochronology, ecology, economics, genetics, geology, government, hydrology, landscape architecture, mathematics, meteorology, optical sciences, physics, plant pathology, plant physiology, psychology, sociology, soil science, statistics, systems engineering, urban planning, water resources, wildlife management, and zoology. In a given graduate program, the particular combination of courses is based upon student needs and objectives. Faculty members from many of these subject matter areas serve on graduate student committees in an advisory capacity.

Graduate student thesis and dissertation research is usually an integral part of the on-going research program of the Department of Watershed Management. A few students do their research or graduate investigations cooperatively with closely related departments, and almost all students incorporate into their studies and experiments the advice and counsel of faculty members from appropriate disciplines throughout the university.

Approximately 70 graduate students are enrolled as majors in the Department of Watershed Management; of these, about 50 are currently in residence.

RESEARCH PROGRAM

The research program of the Department of Watershed Management includes a diverse range of subjects, and involves the support of many cooperating agencies, organizations and individuals.

The following list of current active projects and investigators (including cooperators) provides an index of the department research program and its dimensions.

Active Research Projects in the Department of Watershed Management

Investigator(s), Director,* or Cooperators**

- | | |
|--|--|
| (1) Decision Analysis for Watershed Management Alternatives | H. M. Fongel
J. L. Thames
L. Duckstein** |
| (2) Development of a Bibliographic Information System for Water Yield Improvement Practices | D. B. Thorud
P. F. Ffolliott |
| (3) Optimum Utilization of Water Resources for Agriculture with Special Emphasis on Systems Analysis of Watershed Management Under Conditions Characteristic of Less Developed Countries | D. B. Thorud*
H. M. Fongel
J. L. Thames
G. W. Matlock**
A. K. Dobrentz**
L. Duckstein** |
| (4) Analysis of Structure and Function of Desert Ecosystems | J. L. Thames |
| (5) Distribution and Balance of Biomass and Nutrients in Desert Shrub Ecosystems | J. C. Klemmason |
| (6) Validation and Improvement of Resource Response Models on Sandstone and Alluvial Soils in Ponderosa Pine Type | R. L. Beschta |
| (7) Unmet Demand for Outdoor Recreation in the Mogollon Rim Study Area | D. A. King |

8

Active Research Projects in the
Department of Watershed Management

Investigator(s), Director,*
or Cooperators**

- | | |
|--|---|
| (8) An Assessment of Abert's Squirrels and Cottontail Activities on Beaver Creek Watersheds | P.F. Ffolliott
C.R. Hungerford** |
| (9) Nutrient and Soil Balance in Ponderosa Pine Ecosystems in Relation to Stand Composition and Land Treatment | J.O. Klemmedson
D.M. Hendricks**
J.D. Johnson** |
| (10) Ecological Changes in a Ponderosa Pine Forest from Controlled Burning and Wildfire | R.F. Wagle |
| (11) Impact of Recreation Use on Water Quality in the White Mountains of Arizona | S.K. Brickler
G.S. Lehman |
| (12) Development of a Land Use Planning System | D.A. King |
| (13) Use of Earth Resources Technological Satellite (ERTS) Data in a Natural Resource Inventory | P.R. Ogden |
| (14) Development of Techniques for Detecting the Impact of Recreation Use and Developments on Water Quality of Recreation Reservoirs and Streams | S.K. Brickler
G.S. Lehman |
| (15) The Management of Second Growth Ponderosa Pine | P.N. Knorr
R.F. Wagle |
| (16) Control of Noxious Shrubs on Southwestern Ranges | G.L. Jordan |
| (17) Decision Analyses for Watershed Management Alternatives in Second Growth Ponderosa Pine | J.L. Thames |
| (18) Fertilization of Range Soils and Range Plant Nutrition | P.R. Ogden
J.L. Strohlein** |
| (19) Infiltration Capacities on Managed Watersheds | M.J. Zwolinski |
| (20) Range Utilization - Its Measurement, Effects, and Management | E.M. Schmutz |
| (21) Application of Remote Sensing for Natural Resource Analysis | P.R. Ogden |
- 8

Active Research Projects in the
Department of Watershed Management

Investigator(s), Director,*
or Cooperators**

- | | |
|--|---|
| (22) Introduction, Multiplication, Maintenance and Evaluation of Germ Plant Plasm | G.L. Jordan |
| (23) Evaluation of Alternative Land Uses on Forest, Range and Other Wildlands | P.F. Ffolliott
D.A. King
P.R. Ogden |
| (24) Forest Recreation Demand Analysis | D.A. King |
| (25) Effect of Forest Vegetation on the Water and Energy Budgets of Snow for Arizona Conditions with Emphasis on Accumulation, Ripening and Melt | D.B. Thorud |
| (26) Nitrogen and Carbon Balances of Forest and Range Ecosystems in Arizona | J.O. Klemmedson |
| (27) Development of Volume Tables for Ponderosa Pine from Aerial Photos | G.S. Lehman |
| (28) Tree Species for Christmas Trees in the Southwest | R.F. Wagle |
| (29) Rehabilitation of Sites Disturbed During Mineral Exploration | J.L. Thames |
| (30) An Assessment of Snowpack Depletion Surface Runoff Relationships on Forested Watersheds | P.F. Ffolliott
D.B. Thorud |
| (31) Digitization and Computerization of River System Coordinate Geometry | G.S. Lehman
M.M. Fogel
C.D. Cluff** |
| (32) Applications of Remote Sensing Techniques to Assess Wildland Management Potential and Status | P.F. Ffolliott
Wm. Rasmussen |
| (33) Water Quality Study of Recreation Reservoirs on Tonto National Forest | M.M. Fogel
G.S. Lehman |
| (34) Agricultural Applications of ERTS Satellite Data | G.L. Jordan |
| (35) Effects of Selected Management Alternatives on Recreation Use in the Mogollon Rim Area | D.A. King |
| (36) Evaluation of the Fire Control, Esthetics and other Effects of a "Green Belt" Fuel Break Designed to Protect Mountain Communities from Wildfire | R.F. Wagle |

3

Active Research Projects in the
Department of Watershed Management

Investigator(s), Director,*
or Cooperators**

(37) Effects of Previous Controlled
Burning on Damage Caused by the
Carrizo-Cibecue Wildfire

R.F. Wagle

(38) Research and Report on Effectiveness
of Prescribed Burning in Ponderosa
Pine

R.F. Wagle

(39) Technical Assistance for Peace Corps
Environmental Programs in Latin
America

R.M. Fogel

(40) A Hydrologic Study of a Strip-Mined
Area in the Black Mesa Area of
Northern Arizona

J.L. Thames

(41) Species Testing of Selected Range
Grasses on the Lone Mountain Ranch

G.L. Jordan

(42) Salinity Management in the Colorado
River Basin

G.S. Lenman
G.R. Luff**
A.W. Warrick**
W.G. Hatlock**
J. Day**

(43) Poisonous Plants of Arizona

E.N. Schmutz
K.D. Weide**
R.E. Reed**

resources, and in the planning, development, and management of these resources. The program is designed to provide students with a broad background in the natural sciences, and to prepare them for careers in the management of natural resources. The program is designed to provide students with a broad background in the natural sciences, and to prepare them for careers in the management of natural resources.

The program is designed to provide students with a broad background in the natural sciences, and to prepare them for careers in the management of natural resources. The program is designed to provide students with a broad background in the natural sciences, and to prepare them for careers in the management of natural resources.

PRE-COLLEGE PREPARATION

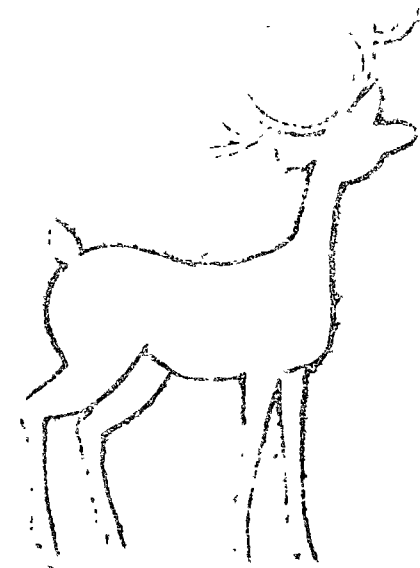
If you are contemplating a career in the management of renewable natural resources you should obtain a strong background in English, mathematics, and the physical, biological, and social sciences. A solid foundation in these subjects, gained in high school or in junior college, is needed to pursue a college program in the challenging fields of natural resource management.

ACCREDITATION:

The Department of Watershed Management is accredited by the Society of American Foresters.

For further information, please write for:

Department of Watershed Management
College of Agriculture
University of Arizona
Tucson, Arizona 85721





THE DEPARTMENT OF WATERSHED MANAGEMENT programs are concerned with the management of the renewable natural resources of wood, water, range forage, and fisheries and providing outdoor recreation opportunities. Since management of any land area requires a knowledge of these natural resources, our basic programs provide training in all areas of natural resource science. However, flexibility has been maintained in each of the basic curricula to allow you to pursue study in a particular interest area or subject. Professional programs are offered in watershed hydrology, forest watershed management, range management, natural resource recreation, and fisheries management. Students completing their coursework in any of these disciplines are equipped to meet the requirements of professional positions in specific resource management fields, while also having an appreciation and understanding of the total natural environment in which they are working.

CAREER REQUIREMENTS AND OPPORTUNITIES

If you have a liking for the outdoors, you may wish to pursue a career in natural resource management since much of the work must be accomplished on rangelands and in forests. But the natural resource manager's work also requires a high level of contact with people. If you are sociable, confident, and possess the resourcefulness and self-reliance to undertake difficult tasks, and have the ability to communicate, you have the potential for a successful career.

Employment opportunities for professional natural resource managers are expanding. There is a need for well-trained, capable professionals in all areas of renewable natural resource management. Nationally, more than 1,500 graduates are needed every year and, by the last half of the current decade, it is predicted that the annual requirement will rise to 2,500 graduates. Employment is available in federal, state, and private agencies. Some of the federal government agencies which hire natural resource managers are the Forest Service, Park Service, Soil Conservation Service, Bureau of Land Management, Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, Bureau of Indian Affairs, and the Agricultural Research Service.

State governments offer employment opportunities in their conservation, forestry, game and fish, and agricultural and natural resource extension departments. Counties and municipalities employ qualified persons to administer parks, forests, and watersheds. Universities and colleges need graduates, usually with advanced degrees, for teaching and research careers in natural resource management. Private industry—utility companies, pulp and paper manufacturers, lumber companies, ranch corporations—employ professionally trained people to manage and protect their holdings. Many experienced resource managers pursue interesting and challenging careers in private consulting work or as technical advisors in foreign service.

Starting salaries for natural resource managers normally range from \$775 to \$925 per month. Watershed hydrologists, or foresters and range managers with extensive training in hydrology, may receive considerably higher starting salaries than those received by other resource managers. The opportunity for rapid advancement in all resource disciplines exists for the well-trained graduate.

PROGRAM'S

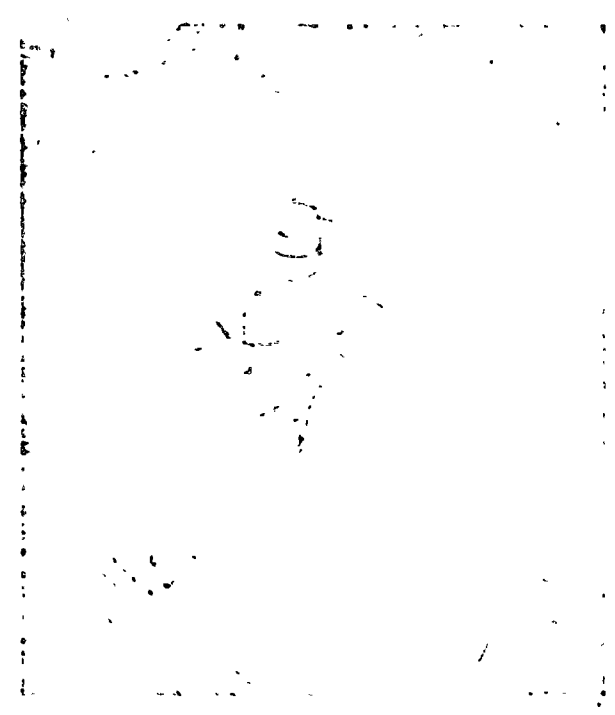
STUDENTS COMPLETING THE PROGRAM in watershed hydrology are qualified hydrologists and are eligible for career employment in the protection of forest hydrology. Although this program requires some basic forestry coursework, it is not sufficient to meet the

forest land management program. However, even students in a forest management program may need to qualify as hydrologists and foresters as well as hydrologists.

The forest watershed management program provides a large number of natural resource careers with emphasis on the soil and water resources. Graduates of this program meet all civil service requirements for professional careers and, of flexibility has been maintained in the program to allow students to undertake additional study in specialized areas such as watershed hydrology, forest recreation, wildlife management, forest entomology, and forest pathology.

The range management program also provides a basic education in natural resource sciences but places emphasis on the management of the rangeland resources. There is enough flexibility in the range management program to allow a choice of additional courses in animal science, wildlife management, hydrology, or other related subjects. Students graduating from this curriculum meet the civil service requirements for range conservationists or range scientists as well as being trained for employment opportunities in private industry.

Natural resource recreation programs also require a broad natural resource management education. Rec-



SISTEMA DE INFORMACION DE MANEJO DE CUENCAS. (WAMIS)

Departamento de Manejo de Cuencas.
Escuela de Agricultura.
Universidad de Arizona.
Tucson, Arizona. 85721

PROPÓSITO.

El aprovechamiento y tratamiento de la flora, y sus efectos sobre el agua y otros productos basados en los recursos hídricos, son el objeto de un sistema de referencias y localización de información, operado por el Departamento de Manejo de Cuencas de la Universidad de Arizona, y financiado, en parte, por la Oficina de Investigación de Recursos Hídricos. Nuestro propósito es reunir la información publicada sobre estos temas (especialmente si puede ayudar en la evaluación de recursos para el mejoramiento de las aguas de Arizona producidas por el manejo de la flora) y colocar estas referencias en un sistema automatizado de localización de información. Cualquier persona que desee información en este campo, se considera como usuario. Esto incluye investigadores, estudiantes, profesores, agricultores, empresas privadas y aquellas personas que deben tomar decisiones.

CAMPO DE ACCION.

El sistema de Información de Manejo de Cuencas es un subsistema del sistema de información sobre zonas áridas (bajo la dirección de la Srta. Patricia Paylor). Ambos sistemas usan el mismo repertorio para clasificar documentos y el mismo programa de computación para la búsqueda de Bancos de Datos, y nuestras referencias están conjuntamente grabadas en las mismas cintas. Aunque hay alguna coincidencia en el radio de acción de los dos sistemas, existen diferencias. Nuestras citas se refieren a los tratamientos y manejo de la flora tales como conversión ó control químico, y sus efectos sobre el agua y los recursos renovables. Algunos campos específicos cubiertos por nuestro sistema son: (1) Reacción de la cantidad y calidad del agua ante los variados tratamientos de la flora y prácticas de aprovechamiento; (2) Reacción a los tratamientos de otros productos basados en los recursos hídricos (forestales, ganado, -- fauna, recreo); (3) Hidrología de tierras incultas; y (4) Recursos vegetales, particularmente de Arizona. Aunque estamos interesados primordialmente en los estudios hechos en Arizona y el Sureste, incluimos referencias a estudios hechos en otras regiones de Estados Unidos. Las referencias son, principalmente, reportes de conferencias y simposios, artículos periodísticos y publicaciones de diversas agencias gubernamentales, pero también incluimos tesis y disertaciones, investigaciones originales, y revistas y reportes de desarrollo.

SELECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Está prevista para esta primavera la publicación de una bibliografía selectiva como ejemplo del material contenido en nuestra colección. Querremos mucho gusto en proporcionar a usted, o a su organización una copia, si usted nos en-
da su nombre y dirección. Sin embargo, y primordialmente, nuestro sistema -
está establecido para responder a requerimientos individuales para referencias
bibliográficas sobre la base de un tema específico. Si el tema que le interesa
está dentro de nuestro campo de acción de materiales, haremos con gusto una
investigación para usted, presto que somos un sistema de localización de re-
ferencias.

Por ejemplo, si usted quiere en particular, el usuario recibe una im-
presión o computadora, de citas y generalidades relacionados con su tema -
en estudio. Para la correspondencia referente a la investigación a la Srta. F.
Linda White, Departamento de Menaje de Cuernavaca. Una solicitud de investiga-
ción deberá incluir información sobre los puntos siguientes:

- i. Describa por favor el tema y el punto hacia el cual la investiga-
ción debe dirigirse. Sea tan concreto como sea posible en su des-
cripción.
La especificidad o generalidad de las investigaciones pueden va-
— riar desde una impresión de referencia sobre la fauna, hasta una
de estudios que reporten los escurrimientos pluviales en las zonas
de vegetación de chaparral tratadas química y mecánicamente. Ob-
viamente mientras más generalizada sea su petición de datos más
rápido recibirá usted en respuesta a su solicitud.
Para ayudarlo a formular su solicitud de investigación le sugerire-
mos que estructure el problema según las normas siguientes, en
caso de que estas procedan.
- (a) Ubicación geográfica (estado, estados, región o ubicación aún -
más concreta tal como lecho fluvial o área experimental) donde -
la investigación haya sido hecha.
- (b) Género, especie o familia específicos de las plantas o animales -
implicados en el estudio.
- (c) Si el área padece perturbaciones o no, y en caso afirmativo, en -
qué forma; y
- (d) Las características físico biológicas de su organización, por ejem-
plo: Producción de forraje, "hábitat" de la fauna, reforestación,
producción de madera, agua, sedimentación, o capacidad para sos-
tener zonas de recreo y/o las características socioeconómicas de
la empresa, ejemplo: beneficios tangibles, beneficios intangibles,
costos directos o funciones de producción.

Defina cualquier término que pueda tener un significado especial en su solicitud de investigación. A continuación damos, una pequeña lista de los términos de clasificación usados en nuestro sistema:

Madéra.	Calidad del Agua.
Aserraderos.	Evapotranspiración.
Conversión. (manejo)	Manejo de Cuencas.
Desmonte.	Pérdida de Agua.
Productos Forestales.	Sedimentación.
Productos del Bosque.	* Intercepción.
Pastores.	Infiltración.
Capacidad de Carga.	Escurrimientos de Superficie.
Alcance del Aprovechamiento.	Distribución Animal.
Control de la Madera.	Habitat de la Fauna.
Control Químicos.	Grupos Biológicos.
Control Mecánicos.	Manejo de la Fauna.

2. ¿Estas informaciones se usarán para proporcionar un panorama general o para tomar decisiones concretas?
3. Incluya por favor cualquier otra información sobre su solicitud que pueda ayudar a aclarar el tipo de citas que usted espera recibir.

**DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

Ing. Eloy Urroz Jiménez

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

Ing. Alberto Jaime Guadiana

**DEPARTAMENTO DE INTEGRACIÓN DE -
ESTUDIOS**

M.C. Juan A. Soto Romero

PARTICIPANTES:

**Ing. Felipe Llerena
Lic. José A. Ayala
Ing. Eleazar Rodríguez
Ing. Antonio Bobadilla
Lic. Ramón Sierra
Lic. V. Angel Almazán
Lic. Ma. del Consuelo Cabrera
Lic. Esther Cabral
Fte. Roberto Juárez**

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D.F.

1a. ETAPA: MANEJO DE CAUCES

PROYECTO N° MC-74-1

México, D.F. abril 1974.

CONTENIDO

I ANTECEDENTES

II CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

III BREVE DESCRIPCION DE LA ZONA:

A. Localización

B. Hidrología

C. Clima

D. Geología

IV METODOLOGIA DE TRABAJO

V SINTESIS DESCRIPTIVA DE LOS CAUCES Y SU CADENAMIENTO

VI CLASIFICACION DE SECCIONES

VII ESTIMACION DE LOS COSTOS DE LAS OBRAS

VIII SISTEMA DE CONSTRUCCION

I ANTECEDENTES

En el área de su jurisdicción, la Co -
rencia General del Estado y Valle de México ha venido trabajando en el -
control de los Ríos del Poniente del Valle de México. A fin de coordinar -
e incrementar adecuadamente las obras que a la fecha se han realizado, -
se solicitó a la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la -
Contaminación, la colaboración de la Dirección de Manejo de Cuencas, a
fin de que elaborara un programa de manejo para la cuenca del Río San -
Buenaventura.

En reuniones de trabajo iniciales se
estableció que los estudios y programación a realizar en el área, tendrían
como primera etapa el proyecto para el control de los cauces de la cuenca.
En él se localizarían los sitios que, por sus características físicas, fue -
ran apropiados para la instalación de obras de protección del cauce, con -
trol de avenidas y retención de azolves.

Con el auxilio de material aerofoto -
gráfico se delimitó el área de estudio y posteriormente se realizaron va -
rios viajes de reconocimiento para conocer con mayor precisión los proble -
mas que presentan los cauces que componen la red hidrológica de la cuen -
ca.

En el área de estudio existen numerosas obras de captación y almacenamiento que datan desde 1940 y que - actualmente se encuentran azolvadas por completo, se hallan así mismo, algunas presas filtrantes, construidas por los habitantes de la zona, cuya capacidad de retención de azolves ha sido totalmente colmada.

La Gerencia General ha construído - en el área dos represas de gaviones y dos más se encuentran en proceso, próximas a terminarse, en seguida se ha planeado dar principio a la construcción de las obras que se sugieren en el proyecto, destinadas a controlar las partes altas de los cauces.

II CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los estudios realizados en la cuenca del Río San Buenaventura, con el fin de realizar un control efectivo de avenidas y azolves en sus cauces, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Los problemas principales que presenta la cuenca del Río San Buenaventura se deben a los grandes volúmenes de agua y azolves que son conducidos por sus cauces, en forma violenta, debido a la aguda pendiente que tienen y al uso inadecuado del suelo en sus vertientes.

2. La intensa precipitación que cae en la cuenca en los meses de mayo a septiembre, que alcanzan valores de 1097 mm. en esta época produce la acumulación de agua en corto tiempo y ésta a su vez, arrastra el material del suelo que ha sido puesto al descubierto por el hombre, provocando graves avenidas.

3. Las graves avenidas ocurridas en los años de 1961 y 1972 que han alcanzado gastos hasta de 45.6 M³/s en una sección de 9.79 M². y 73.9 M³/s en una área de 13.27 M². respectivamente, han acentuado la formación de cauces accidentados, profundos y estrechos, del orden de 20 metros, que favorecen la acumulación de agua en corto tiempo, aumentando la velocidad del agua y acelerando -

los tiempos de acumulación de las crecientes.

RECOMENDACIONES

1. La cuenca requiere de acciones inmediatas de conservación de agua y suelo, destacandose en primera etapa el control de los cauces y en segunda etapa labores de surcado en contorno, terraceo, reforestación, etc., a fin de lograr el manejo integral del agua en la cuenca, en lo que respecta a su movimiento natural.

2. Es urgente iniciar la construcción de obras de control de cauces, para lo cual se proporciona el presente estudio. Se ha comenzado a construir en la parte baja de los cauces, pero para lograr un mejor control es necesario iniciar obras en las cabeceras y partes altas de los afluentes.

3. Las presas filtrantes que se construyan como resultado del análisis de la cuenca, no deberán sobrepasar la altura de 1.80 m., a fin de que se construya el mayor número posible en corto tiempo y se pueda realizar un rápido control de los cauces.

4. Las represas una vez azolvadas, servirán de base para levantar una nueva represa como se sugiere en el sistema constructivo propuesto en este estudio, de manera que los costos se reduzcan sensiblemente o que la construcción de obras tenga mayor movilidad a lo-

largo de los cauces.

5. Es recomendable construir en cada una de las obras un colchón hidráulico, formado de piedra acomodada para evitar daños a la obra en caso de que el agua llegara a saltar por la corona de la misma.

6. A fin de reducir el costo de las obras deberán aprovecharse los bancos de material existentes en la zona, así como la mano de obra local. Esto último servirá como medio de generar conciencia en la población de la importancia de este tipo de obras y para ayudar temporalmente a mejorar su economía.

7. Para el mejor desempeño de los trabajos se sugiere una labor de promoción entre la población, con objeto de que sean entendidos y aceptados los objetivos perseguidos y colaboren con la mano de obra necesaria para la ejecución de las obras.

11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847



MAPA N° 1

III BREVE DESCRIPCION DE LA CUENCA

A. LOCALIZACION

La cuenca del río San Buenaventura está situada en la porción sur del Distrito Federal, dentro del perímetro de la Delegación de Tlalpan, entre los $19^{\circ} 13'$ y $19^{\circ} 17'$ de latitud norte y entre los $99^{\circ} 08'$ y $99^{\circ} 17'$ de longitud W.G., quedando comprendidas dentro de ella las poblaciones de San Pedro Mártir, San Andrés Toltepec, San Miguel Xicalco y Magdalena Petlacalco. (Mapas 1 y 2).

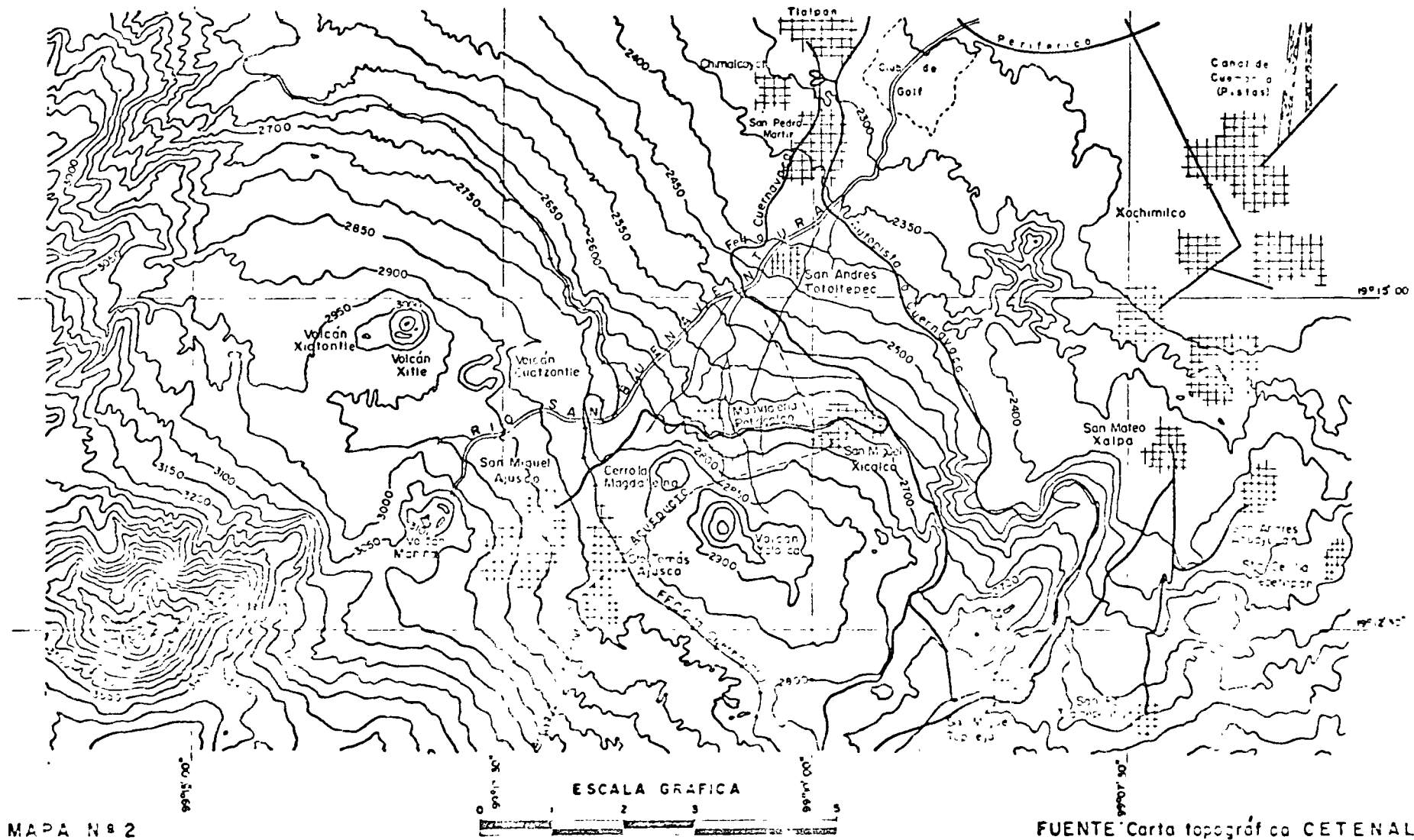
B. HIDROLOGIA

El área drenada por el Río San Buenaventura abarca una superficie aproximada de 40 Km². y forma parte del sistema hidrológico del Valle de México en su división denominada Ríos de Poniente.

El río nace en la Serranía del Ajusco, precisamente en las faldas del volcán Olícan, donde la escorrentía incide el terreno labrando cauces bien definidos que forman una red de tipo dendrítico, uniéndose finalmente en un solo torrente.

El cauce principal que recibe el nombre de arroyo La Cañada o Tepech, tiene una longitud de 5.5 Km. desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Canal Nacional, que con-

MAPA GENERAL DE LOCALIZACION DEL RIO SAN BUENAVENTURA D.F.



MAPA N 82

FUENTE: Carta topográfica CETENAL

duce sus aguas al Río Churubusco; este cauce recibe por margen izquierda al arroyo Tetecuentla, siendo ambos los principales formadores del Río San Buenaventura. (Mapa 3).

Sobre los cauces de los arroyos mencionados se concentró el estudio ya que en ellos se han observado avenidas notables en los años de 1961 y 1972, como consecuencia de las intensas precipitaciones que se abatieron sobre la región en esos años, combinadas con la pronunciada pendiente del terreno y la desmedida explotación del bosque que cubría la porción alta de la cuenca.

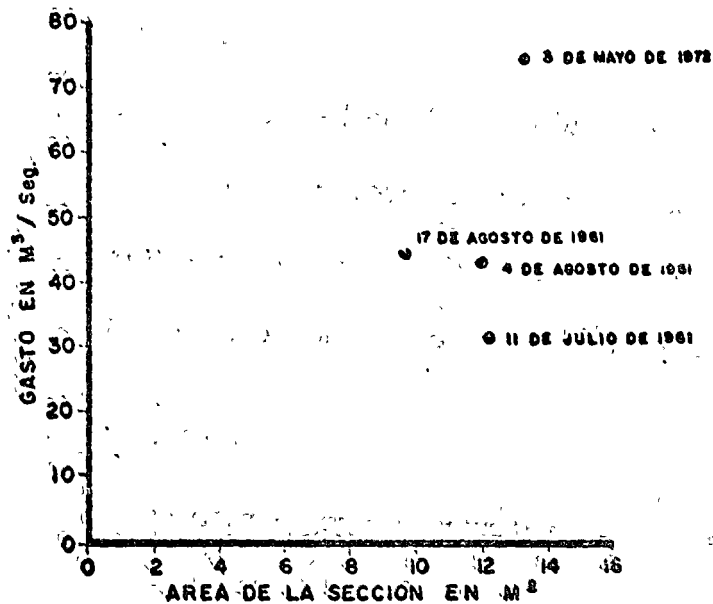
Los datos de estas avenidas han sido calculados por el método de secciones, aplicado en una sección situada a 300 metros aguas arriba de los terrenos del Club de Golf México y se apuntan en el cuadro siguiente.

AVENIDAS EN EL RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

| Fecha | Gasto
M3/s | Area
Sección
M2 | Velocidad
M/s |
|----------------|---------------|-----------------------|------------------|
| 11 julio 1961 | 31.3 | 12.25 | 2.556 |
| 4 agosto 1961 | 44.6 | 11.95 | 3.732 |
| 17 agosto 1961 | 45.6 | 9.79 | 4.648 |
| 3 mayo 1972 | 73.9 | 13.27 | 5.130 |

FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México.

GRAFICA COMPARATIVA ENTRE EL GASTO Y LA SECCION EN
LAS AVENIDAS DEL RIO SAN BUENAVENTURA, D.F.



C. CLIMA

Con el fin de elaborar el análisis -
climático de la cuenca, se recopilaron y procesaron los datos climatoló -
gicos correspondientes a la estación ubicada en el poblado de San Miguel
Ajusco, D.F., con un período de observaciones registradas de 1961 a -
1968. Los resultados obtenidos proporcionan una idea general de las con -
diciones que guarda el clima en el área estudiada.

Temperatura.- La temperatura me -
dia anual en la estación San Miguel Ajusco, D.F., es del orden de -
15.9° C. Los meses más calurosos son junio, agosto y septiembre con -
temperaturas superiores a 17° C, mientras que los meses más fríos son -
enero y diciembre con temperaturas menores de 13° C.

Precipitación.- La región recibe -
1,200 mm. anuales de lluvia. La temporada húmeda principia en mayo y
finaliza en octubre; en este período se precipitan 1,097 mm. que repre -
sentan el 90.2% de la lluvia total anual. El mes más lluvioso es sep -
tiembre con 257.1 mm. y el más seco enero con 7.4 mm.

En general el carácter de la precipi -
tación es en forma de chubascos producidos por tormentas convectivas, -
que se forman al ascender las masas nubosas por las laderas del Ajusco;

también se producen lluvias ligeras acompañadas de tormentas eléctricas y en ocasiones cae granizo cuando llegan a formarse grandes cumulonimbos sobre la región.

El promedio de lluvia máxima en 24 horas registrado en la estación de San Miguel Ajusco es del orden de 36.5 mm. y nos da por resultado que en la cuenca se precipite un promedio máximo de 1,460,000 m³. en 24 horas, cifra bastante aproximada a la cifra de 1,348,000 m³. de volumen de la creciente correspondiente a un tiempo de duración de 7 horas, dado por la Comisión de Aguas del Valle de México.

Clasificación climática.- Para determinar el tipo de clima correspondiente a la estación de San Miguel Ajusco, D.F., se empleo el sistema de Koeppen adaptado a las condiciones particulares de la República Mexicana por E. García, 1964.

Según los datos registrados en la estación a la región le corresponde el tipo climático C(w₂) (w) b (1') que se define como un clima templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano, escaso por ciento de lluvia invernal, templado con verano fresco y la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 5 ° y 7 ° C.

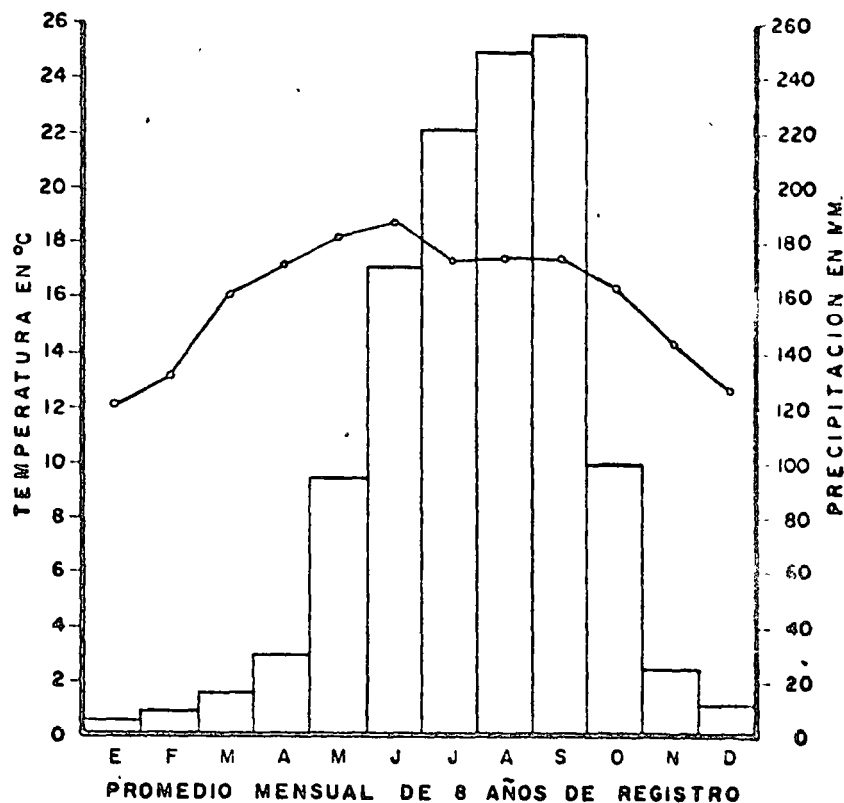
ESTACION AJUSCO, D.F.

Coordenadas:

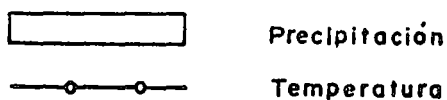
| | Años | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Anual |
|--------------------|-----------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| Lat. 19°17' | Temp. 8 | 12.0 | 13.2 | 16.1 | 17.3 | 18.2 | 18.7 | 17.4 | 17.5 | 17.5 | 16.4 | 14.4 | 12.6 | 15.9 |
| Long. 99°10' | Precip. 8 | 7.4 | 9.0 | 14.9 | 29.9 | 95.3 | 173.5 | 223.7 | 249.6 | 257.1 | 101.7 | 25.8 | 12.0 | 1200.3 |
| Altitud: 2750 mts. | | | | | | | | | | | | | | |

Clima : C (w₂)(w) b (1')

Templado subhúmedo el más húmedo de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, templado con verano fresco (Temperatura media anual entre 12 y 18°C) y la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es entre 5 y 7°C.



SIMBOLOGIA



D. GEOLOGIA

Como la región es eminentemente - de origen volcánico es posible encontrar diseminados por toda la cuenca, basaltos, tobas y arenas, yaciendo en capas de diversos espesores, pero guardando siempre una estratigrafía general que indica la forma en que tu vieron lugar las manifestaciones volcánicas que conformaron las sierras - del Ajusco y Chichinautzin donde se enclaba la cuenca estudiada.

En principio en la superficie del terreno descansan las arenas, son el material más reciente aportado por las erupciones cineríficas del volcán Olican, tienen la característica de ser - completamente incoherentes, fácilmente transportables por el agua, el - viento y la gravedad; por estos motivos, representan la fuente más importante de azolves que es necesario controlar en un lapso breve.

Por debajo de las arenas o aflorando en superficie cuando faltan éstas, encontramos a las tobas y brechas - bastante intemperizadas por la acción química del agua, propiamente son los suelos en los que la población realiza sus labores agrícolas.

Las tobas y brechas son fácilmente - erpsionables en cárcavas o se deslizan en grandes volúmenes cuando alcanzan un elevado grado de humedad, éste último fenómeno ha sido con -

trolado en gran medida por los habitantes de la cuenca, al construir terrazas con bordos de piedra acomodada que protegen y conservan el suelo en su lugar.

En los cauces las tobas se encuentran formando paredes casi verticales, que poco a poco van cediendo terreno a la erosión areolar del río, debido al socavamiento que las aguas realizan en sus bases y por los intensos derrumbes que este fenómeno provoca.

Resulta evidente que las tobas y brechas proporcionan una gran cantidad de derrubios y detritos a las corrientes que integran la red fluvial de la cuenca y que por lo mismo es necesario fijarlas con diversas obras de conservación o controlarlas en los cauces con represas de piedra acomodada tipo filtrante.

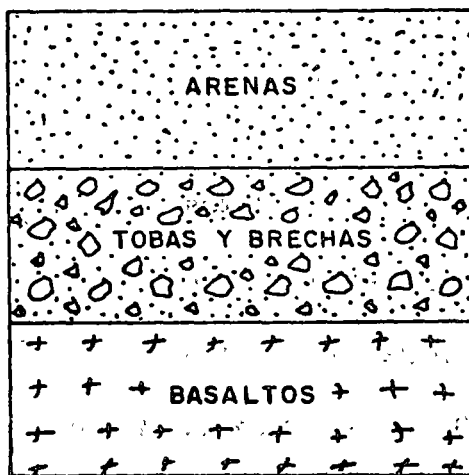
El piso más bajo, en nuestro caso representado por el fondo de los cauces, está formado por basaltos que la erosión lineal de las corrientes ha puesto al descubierto, son producto de las emisiones de lava que tuvieron lugar hace aproximadamente 2,000 años que cerraron la cuenca del Valle de México en su porción sur.

Los fondos rocosos de los cauces favorecen la formación de rápidos al correr el agua libremente por ellos, ganando velocidad y por lo mismo reduciéndose el tiempo de crecida.

El conjunto de éstos materiales y fe-

nómenos erosivos que los afectan dan como consecuencia la formación de cauces muy accidentados, encontrándose a lo largo de ellos numerosas caídas que van desde 2 ó 3 metros hasta 40 ó 50 metros de altura; - dificultándose los trabajos de localización de obras y su análisis; solamente al internarse el río en la planicie lacustre del Valle de México, - el cauce se torna suave y después de un breve recorrido sus aguas se captan en un colector que las conduce hacia el Canal Nacional.

CORTE ESTRATIGRAFICO DEL MATERIAL VOLCANICO QUE CUBRE LA CUENCA DEL RIO SAN BUENAVENTURA, D.F.



IV. METODOLOGIA DE TRABAJO

Para la realización del estudio se procedió a recabar toda la información disponible sobre el área de estudio, misma que fue proporcionada por la Comisión de Aguas del Valle de México.

Como la información proporcionada carecía de algunos datos de interés, se procedió a efectuar un análisis del terreno por medio de interpretación de pares estereoscópicos, es decir, de fotografías aéreas que fue posible adquirir en la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, con el único inconveniente de que la escala media a que fueron tomadas es bastante chica, 1: 50 000, dificultándose el trabajo de interpretación.

Sin embargo, en ellas se delimitó la cuenca y se señalaron las corrientes principales y sus afluentes, así como poblados y vías de acceso, facilitándose las labores de campo; es necesario hacer notar que si se contara con fotografías a escala más grande, 1: 10 000 ó 1: 5 000, el tiempo empleado en la realización de los trabajos se reduciría considerablemente, aumentándose el rendimiento del personal.

Posterior a la fotointerpretación se realizaron dos visitas de reconocimiento en la cuenca con la finalidad de marcar puntos de control en el terreno y posteriormente en el gabinete, planear la forma de elaborar el trabajo.

Con base en la información bibliográfica, en la fotointerpretación y en las visitas de reconocimiento, se establecieron los criterios bajo los cuales se efectuaría la selección de sitios en los que se construirían las obras para el manejo de cauces, aprobándose aquellos que se apegaron básicamente a las condiciones físicas del terreno.

Los criterios a considerar durante el desarrollo del trabajo fueron:

1. PENDIENTE. En este caso particular, representa el factor más importante, pues de ella depende la velocidad de la corriente y por lo tanto, el impacto que recibirán las obras al llegar las aguas a ellas.

2. CONDICIONES DEL CAUCE. Son las características del fondo y las paredes, que influyen en la estabilidad de la obra y su adecuado funcionamiento; al conocerse nos permiten diseñar las obras en forma más adecuada.

3. EXISTENCIA DE BANCOS DE MATERIALES. Cercanos a los sitios elegidos para construcción de obras; de manera que los costos se reduzcan por concepto de transporte.

4. FORMAS DE EROSION. Procesos erosivos que afectan al cauce y las vertientes, como derrumbes, socavamiento, solifluxión, etc. que son necesarios controlar, para asegurar el ma-

por éxito en el control de los cauces.

5. ADECUADA LOCALIZACION DE -
OBRAS. Elegir aquellos sitios en los que las obras restablezcan una pendiente moderada al cauce, controlen los azolves, favorezcan la infiltración y reduzcan los peligros de grandes avenidas.

Los trabajos de campo significaron -
la aplicación de estos criterios, para lo cual, fue necesario recorrer todos y cada uno de los cauces por su talweg, con el objeto de llevar un cadenciamiento, con cinta y nivel, que sirviera de apoyo para localizar en un plano los sitios que se iban considerando como adecuados para construir obras; esta labor, dado lo accidentado de los cauces, llegó a poner en peligro la integridad física de los técnicos, por lo que es necesario se tomen las precauciones debidas cuando se construyan las obras.

De este modo, se eligieron 377 sitios a lo largo de 13807 m. de cauces, lo cual implica una distancia media entre obras de 36.8 m., suficientes para ejercer un magnífico control de avenidas y azolves.

Dadas las dificultades técnicas para representar, las 377 secciones correspondientes a los sitios elegidos, se optó por obtener 10 secciones medias tipo, de acuerdo a las características de todas las secciones y a su vez clasificar las 377 secciones dentro de los

diez tipos seleccionados, a fin de poder evaluar el volumen y costo de -
las obras, para programar su construcción y financiamiento.

CARACTERIZACION DE LAS SECCIONES

| Tipo | Material | | Pendiente* | Base del Cauce** | Número de secciones*** |
|------|----------------|-----------------|------------|------------------|------------------------|
| | Fondo | Taludes | | | |
| 1 | Rocoso | Areno - rocosos | Suave | Amplia | 74 |
| 2 | Rocoso | Arenosos | Suave | Regular | 19 |
| 3 | Rocoso | Areno - rocosos | Fuerte | Estrecha | 46 |
| 4 | Rocoso | Areno - rocosos | Muy fuerte | Amplia | 73 |
| 5 | Rocoso | Arenosos | Fuerte | Estrecha | 31 |
| 6 | Rocoso | Rocosos | Suave | Estrecha | 20 |
| 7 | Rocoso | Arenosos | Suave | Estrecha | 34 |
| 8 | Arenoso | Arenosos | Fuerte | Estrecha | 14 |
| 9 | Arenoso rocoso | Areno - rocosos | Fuerte | Regular | 30 |
| 10 | Rocoso | Rocosos | Fuerte | Amplia | 36 |

* Suave - de 0 a 15 grados; Fuerte - de 15 a 45 grados; Muy fuerte - mayor de 45 grados

** Estrecho - de 0 a 2 m.; Regular - de 2 a 5 m.; Amplio - mayor de 5 m.

*** Del total de secciones elegidas para construir obras.

V SINTESIS DESCRIPTIVA DE LOS CAUCES Y SU CADENAMIENTO

En el plano N°3 se representan gráficamente la localización de las obras y el ordenamiento de cauces de acuerdo al cadenamiento realizado; a continuación se hace referencia a los puntos empleados como origen y destino y a las condiciones generales de los cauces y vertientes.

CAUCE A1. Principia en la ladera oriental del volcán Yololica, el punto de origen 0 + 000 el cadenamiento se encuentra situado a 964 m. aguas arriba del puente en que cruza la carretera federal rumbo al poblado de San Miguel Ajusco y el 5 + 445 en la represa de gaviones construida por la Gerencia a través de su residencia de Ríos del Poniente, 300 metros aguas abajo del cruce con la autopista federal a Cuernavaca.

El cauce se caracteriza por tener fuertes pendientes y paredes muy socavadas, variando su lecho de rocoso a arenoso; en las vertientes se encuentran bancos de arena aislados que aportan azolves.

A lo largo de él se eligieron 122 sitios para instalación de obras de control, cuya situación se detalla en los cuadros anexos.

CAUCE A2. Nace en la ladera norte del volcán Yololica y desciende hasta unirse por margen derecha con el cauce Al, en su recorrido pasa al este del poblado de Magdalena Petlacalco. El cadenamamiento que se realizó por su cauce tiene como punto de partida 0 + 000 el cruce con la carretera que va a San Miguel Ajusco, por considerarse que aguas arriba de este sitio no es necesario construir obras de control, termina en el punto 1 + 213 km. en la confluencia antes citada.

El cauce se caracteriza por tener numerosas caídas y sus paredes muy socavadas; las vertientes a ambos márgenes se utilizan como campos de cultivo y para asentamientos humanos.

Se localizaron un total de 43 sitios para edificación de obras.

CAUCE A3. Se origina en las faldas nororientales del cerro La Magdalena y después de un breve recorrido se une al afluente que en el mapa aparece con el número A5. Se tomó como origen 0 + 000 su cruce con la carretera que va a San Miguel Ajusco y como destino la confluencia antes mencionada, punto que registró la medida 0 + 803 km.

Los aspectos más relevantes de este afluente son: un gran banco de arena por margen izquierda, que aporta azules al cauce a lo largo de 100 m.; en las vertientes dominan los campos de cultivo, encontrándose también casas habitación.

CAUCE A4. Afluente del Río San -
Buenaventura que nace en la vertiente norte del cerro La Magdalena y se -
une al afluente A5 después de pasar a un lado de un gran arrenal.

Su medición se inició en su cruce -
con la carretera federal a San Miguel Ajusco (punto 0 + 000), durante el -
desarrollo de ésta se situaron 16 obras, hasta llegar al punto 0 + 695 Km.,
marcado por su unión al afluente A5.

CAUCE A5. Este afluente parte de
un muro de desvío de mampostería situado a 25 metros aguas arriba de la -
carretera que va a San Miguel Ajusco (punto 0 + 000), en su recorrido reci -
be grandes volúmenes de arena por ambas márgenes, que son arrastrados -
por la corriente y representan el problema más grave en este cauce; el ca -
denamiento finaliza en el punto 1 + 507 Km. en su unión con el afluente -
A1. Localizándose a lo largo del río 54 sitios para edificación de obras.

Cabe mencionar que ambas vertien -
tes la vegetación se encuentra muy degradada y el suelo se destina a usos
agrícolas.

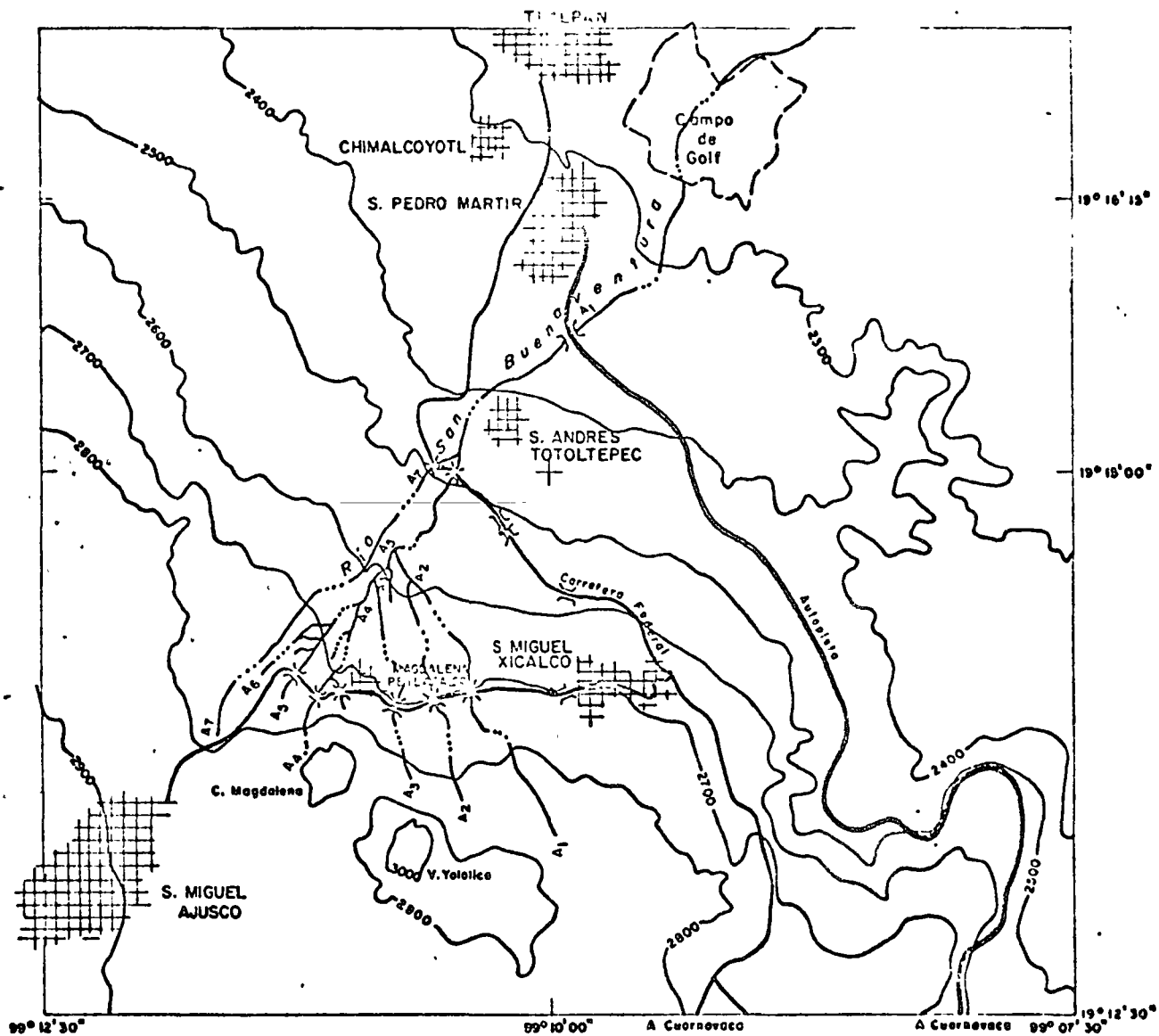
CAUCE A6. Se inicia entre la carre -
tera que va a San Miguel Ajusco y el afluente A7 en una obra de piedra aco -
modada azolvada, a 150 m. de una torre de conducción de energía eléctri -
ca (punto 0 + 000); hasta su unión con el afluente A5 (punto 0 + 632) se lo

calizaron 5 sitios para obras de control de escurrimiento y azolves aportados por los bancos de arena y ceniza volcánica situados a ambas márgenes del río.

CAUCE A7. Corresponden al brazo principal del cauce A1, nace en el cerro del Ajusco y termina en su confluencia con el cauce antes mencionado, en el presente trabajo se tomó como origen 0 + 000 el cruce del río con la carretera que va a San Miguel Ajusco y como punto final su unión con el afluente A1 (3 + 512 km.) a lo largo de él se eligieron 127 sitios para construcción de obras conforme a sus características ya que presenta fondos rocosos, paredes muy socavadas derrumbes y deslizamientos.

Como nota aclaratoria cabe mencionar que los sitios seleccionados se marcaron sobre el cauce con pintura para su fácil reconocimiento, ya que en los recorridos preliminares se notó que las estacas colocadas por las brigadas de Ríos del Poniente, para control de la poligonal que están levantando, habían sido arrancadas por las personas del lugar al hacer sus cultivos o se habían venido abajo con los derrumbes.

LOCALIZACION DE LOS CAUCES A CONTROLAR
EN EL RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.



ESCALA GRAFICA



MAPA N° 3

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-1

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|--|------------------|--|
| | | 0 + 000 | | | Origen en ladera este al volcán Yololice |
| 3 | 1 | 0 + 015 | 15.00 | Piedra acomodada | Fondo rocoso y bancos de arena en ambas márgenes |
| 1 | 2 | 0 + 058 | 43.00 | " | |
| 1 | 3 | 0 + 103 | 45.00 | " | |
| 1 | 4 | 0 + 160 | 57.00 | " | |
| 1 | 5 | 0 + 196 | 36.00 | " | |
| 3 | 6 | 0 + 234 | 38.00 | " | |
| 1 | 7 | 0 + 253 | 19.00 | " | |
| 1 | 8 | 0 + 321 | 68.00 | " | |
| 1 | 9 | 0 + 352 | 31.00 | " | Muro de piedra acomodada en margen izquierda |
| 3 | 10 | 0 + 392 | 40.00 | " | |
| 3 | 11 | 0 + 415 | 23.00 | " | |
| 1 | 12 | 0 + 430 | 15.00 | " | |
| 1 | 13 | 0 + 446 | 16.00 | " | |
| 1 | 14 | 0 + 465 | 19.00 | " | |
| 3 | 15 | 0 + 482 | 17.00 | " | Bancos de arena en ambas márgenes |
| 1 | 16 | 0 + 498 | 16.00 | " | Roca consolidada en el cauce |
| 3 | 17 | 0 + 530 | 32.00 | " | |
| 3 | 18 | 0 + 549 | 19.00 | " | |
| 3 | 19 | 0 + 580 | 31.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa : Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A - 1

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|--|------------------|---------------------------------------|
| 3 | 20 | 0 + 600 | 20.00 | Piedra acomodada | |
| 3 | 21 | 0 + 608 | 8.00 | " | |
| 3 | 22 | 0 + 623 | 15.00 | " | |
| 3 | 23 | 0 + 644 | 21.00 | " | |
| 1 | 24 | 0 + 682 | 38.00 | " | |
| 1 | 25 | 0 + 701 | 19.00 | " | |
| 3 | 26 | 0 + 722 | 21.00 | " | |
| 3 | 27 | 0 + 743 | 21.00 | " | |
| 1 | 28 | 0 + 755 | 12.00 | " | |
| 1 | 29 | 0 + 779 | 24.00 | " | |
| 3 | 30 | 0 + 804 | 25.00 | " | Muros de retención en ambas márgenes |
| 3 | 30-A | 0 + 810 | 6.00 | " | |
| 3 | 31 | 0 + 828 | 18.00 | " | |
| 3 | 31-A | 0 + 829 | 0.00 | " | |
| 1 | 32 | 0 + 843 | 15.00 | " | |
| 3 | 33 | 0 + 860 | 17.00 | " | |
| 1 | 34 | 0 + 882 | 22.00 | " | |
| 1 | 35 | 0 + 907 | 25.00 | " | |
| 1 | 36 | 0 + 927 | 20.00 | " | Represa azolvada y roca compacta |
| | | 0 + 951 | | | Puente en carretera al pueblo, Ajusco |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A - 1

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|------------------|--|
| 2 | 37 | 1 + 023 | 96.00 | Piedra acomodada | |
| 2 | 38 | 1 + 045 | 22.00 | " | Bloques basálticos retardadores de velocidad |
| 2 | 39 | 1 + 105 | 60.00 | " | |
| 1 | 40 | 1 + 186 | 81.00 | " | Banco de material basáltico |
| 1 | 41 | 1 + 270 | 84.00 | " | |
| 1 | 42 | 1 + 335 | 65.00 | " | Banco de material basáltico |
| 1 | 43 | 1 + 395 | 60.00 | " | |
| 1 | 44 | 1 + 430 | 35.00 | " | |
| 1 | 45 | 1 + 453 | 23.00 | " | Arrastres de suelo |
| 1 | 46 | 1 + 472 | 19.00 | " | |
| 1 | 47 | 1 + 494 | 22.00 | " | |
| 1 | 48 | 1 + 582 | 88.00 | " | |
| 2 | 49 | 1 + 608 | 26.00 | " | |
| 1 | 50 | 1 + 623 | 15.00 | " | Roca compacta y piedra suelta en el cauce |
| 1 | 51 | 1 + 637 | 14.00 | " | |
| 1 | 52 | 1 + 654 | 17.00 | " | |
| 1 | 53 | 1 + 675 | 21.00 | " | |
| 1 | 54 | 1 + 699 | 24.00 | " | |
| 2 | 55 | 1 + 720 | 21.00 | " | Pendiente suave, con roca compacta |
| 2 | 56 | 1 + 734 | 14.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-1

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|------------------|--|
| 4 | 57 | 1 + 765 | 31.00 | Piedra acomodada | Roca compacta, cauce profundo |
| 4 | 58 | 1 + 785 | 20.00 | " | |
| 4 | 59 | 1 + 810 | 25.00 | " | |
| 4 | 60 | 1 + 837 | 27.00 | " | |
| 4 | 61 | 1 + 866 | 29.00 | " | |
| 4 | 62 | 1 + 902 | 36.00 | " | |
| 4 | 63 | 1 + 934 | 32.00 | " | Roca compacta en el cauce |
| 4 | 64 | 1 + 959 | 25.00 | " | |
| 2 | 65 | 1 + 972 | 13.00 | " | |
| 5 | 66 | 2 + 029 | 57.00 | " | Cauce angosto, cultivos a ambas márgenes |
| 1 | 67 | 2 + 048 | 19.00 | " | |
| 2 | 68 | 2 + 090 | 42.00 | " | |
| 1 | 69 | 2 + 117 | 27.00 | " | |
| 1 | 70 | 2 + 160 | 43.00 | " | |
| 1 | 71 | 2 + 220 | 60.00 | " | Roca compacta |
| 1 | 72 | 2 + 260 | 40.00 | " | Pendiente suave, roca suelta en el cauce |
| 1 | 73 | 2 + 328 | 63.00 | " | |
| 1 | 74 | 2 + 480 | 152.00 | " | Roca compacta y arena |
| 1 | 75 | 2 + 528 | 48.00 | " | |
| 10 | 76 | 2 + 556 | 28.00 | " | Roca compacta y arena con pasto natural |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa : Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A - 1

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | O B S E R V A C I O N E S |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|------------------|---|
| 10 | 77 | 2 + 587 | 31.00 | Piedra acomodada | |
| 10 | 78 | 2 + 612 | 25.00 | " | Piedra acomodada, arena y piedra suelta |
| 10 | 79 | 2 + 632 | 20.00 | " | |
| 10 | 80 | 2 + 649 | 17.00 | " | |
| 1 | 81 | 2 + 678 | 29.00 | " | |
| 1 | 82 | 2 + 749 | 71.00 | " | Roca compacta y arena suelta |
| 1 | 83 | 2 + 807 | 58.00 | " | |
| 1 | 84 | 2 + 898 | 91.00 | " | |
| 1 | 85 | 2 + 930 | 32.00 | " | |
| 2 | 86 | 2 + 978 | 48.00 | " | Roca compacta y arena suelta |
| 1 | 87 | 3 + 000 | 22.00 | " | |
| 1 | 88 | 3 + 018 | 18.00 | " | Arrastres de arena |
| 1 | 89 | 3 + 480 | 462.00 | " | |
| 1 | 90 | 3 + 514 | 34.00 | " | Roca compacta y bancos de arena |
| 1 | 91 | 3 + 552 | 38.00 | " | |
| 1 | 92 | 3 + 616 | 64.00 | " | Roca consolidada en el cauce |
| 1 | 93 | 3 + 659 | 43.00 | " | |
| 1 | 94 | 3 + 697 | 38.00 | " | |
| 10 | 95 | 3 + 772 | 75.00 | " | |
| 10 | 96 | 3 + 802 | 30.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-1

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|------------------|--------------------------------------|
| 10 | 97 | 3 + 845 | 43.00 | Piedra acomodada | Paredes verticales, fondo socavado |
| 10 | 98 | 3 + 870 | 25.00 | " | |
| 10 | 99 | 3 + 899 | 29.00 | " | |
| 10 | 100 | 3 + 964 | 65.00 | " | |
| 10 | 101 | 3 + 992 | 28.00 | " | |
| 10 | 102 | 4 + 092 | 100.00 | " | |
| 10 | 103 | 4 + 108 | 16.00 | " | |
| 10 | 104 | 4 + 190 | 82.00 | " | Paredes verticales, fondo socavado |
| 10 | 105 | 4 + 197 | 7.00 | " | |
| 10 | 106 | 4 + 219 | 22.00 | " | |
| 10 | 107 | 4 + 264 | 45.00 | " | |
| 10 | 108 | 4 + 289 | 25.00 | " | |
| 10 | 109 | 4 + 334 | 45.00 | " | |
| 6 | 110 | 4 + 446 | 112.00 | " | |
| 4 | 111 | 4 + 488 | 42.00 | " | Pendiente fuerte, arrastres de arena |
| 4 | 112 | 4 + 541 | 53.00 | " | |
| 4 | 113 | 4 + 738 | 197.00 | " | |
| 4 | 114 | 4 + 781 | 43.00 | " | |
| 4 | 115 | 4 + 812 | 31.00 | " | |
| 4 | 116 | 4 + 857 | 45.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa : Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A - 1

[illegible]

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-2

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|--|------------------|--|
| | | 0 + 000 | | | Origen: puente carretera al Ajusco |
| 10 | 1 | 0 + 015 | 15.00 | Piedra acomodada | Muro de retención en margen izquierda |
| 2 | 2 | 0 + 027 | 12.00 | " | |
| 2 | 3 | 0 + 059 | 32.00 | " | |
| 1 | 4 | 0 + 073 | 14.00 | " | Cafda vertical de aprox. 2 m., casas a ambas márgenes |
| 5 | 5 | 0 + 096 | 23.00 | " | Bancos de arena en ambas márgenes |
| 2 | 6 | 0 + 108 | 12.00 | " | Muro de mampostería en margen izquierda |
| 2 | 7 | 0 + 125 | 17.00 | " | Paredes rocosas con ceniza volcánica |
| 2 | 8 | 0 + 139 | 14.00 | " | |
| 9 | 9 | 0 + 159 | 20.00 | " | |
| 9 | 10 | 0 + 171 | 12.00 | " | |
| 9 | 11 | 0 + 194 | 23.00 | " | |
| 9 | 12 | 0 + 221 | 27.00 | " | |
| 10 | 13 | 0 + 227 | 6.00 | " | |
| 10 | 14 | 0 + 247 | 20.00 | " | Cafda vertical de aprox. 2 m. de altura, principia cauce arenoso |
| 7 | 15 | 0 + 270 | 23.00 | " | |
| 7 | 16 | 0 + 289 | 19.00 | " | |
| 1 | 17 | 0 + 314 | 25.00 | " | |
| 7 | 18 | 0 + 345 | 31.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-2

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
AFROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|--|------------------|---|
| 2 | 19 | 0 + 359 | 14.00 | Piedra acomodada | |
| 2 | 20 | 0 + 374 | 15.00 | " | |
| 2 | 21 | 0 + 432 | 58.00 | " | |
| 2 | 22 | 0 + 453 | 21.00 | " | |
| 7 | 23 | 0 + 468 | 15.00 | " | Paredes de piedra acomodada en ambas márgenes |
| 10 | 24 | 0 + 533 | 65.00 | " | Roca suelta y vegetación en ambas márgenes |
| 10 | 25 | 0 + 572 | 39.00 | " | |
| 10 | 26 | 0 + 614 | 42.00 | " | |
| 10 | 27 | 0 + 634 | 20.00 | " | Muros de retención de piedra acomodada |
| 7 | 28 | 0 + 678 | 44.00 | " | Muros de retención para conservar suelo |
| 2 | 29 | 0 + 714 | 36.00 | " | |
| 7 | 30 | 0 + 733 | 19.00 | " | |
| 7 | 31 | 0 + 742 | 9.00 | " | Paredes socavadas y roca suelta |
| 7 | 32 | 0 + 891 | 149.00 | " | |
| 7 | 33 | 0 + 915 | 24.00 | " | |
| 7 | 34 | 0 + 926 | 11.00 | " | Paredes rocosas, material de ceniza volcánica |
| 1 | 35 | 0 + 972 | 46.00 | " | |
| 5 | 36 | 1 + 019 | 47.00 | " | |
| 5 | 37 | 1 + 028 | 9.00 | " | Muros de retención para conservar suelo |
| 1 | 38 | 1 + 052 | 24.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

10. Etapa : Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUČE A - 2

[illegible]

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-3

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|------------------|--|
| | | 0 + 000 | | | Origen: puente carretera al Ajusco |
| 3 | 1 | 0 + 188 | 188.00 | Piedra acomodada | Banco de arena y fuertes arrastres en ambas márgenes |
| 3 | 2 | 0 + 243 | 55.00 | " | Fuente pendiente y arena en ambas márgenes |
| 3 | 3 | 0 + 309 | 66.00 | " | Muros de piedra acomodada en margen derecha |
| 3 | 4 | 0 + 342 | 33.00 | " | Fuertes arrastres de arena invadiendo el cauce |
| 3 | 5 | 0 + 376 | 34.00 | " | Piedra suelta en el cauce |
| | | 0 + 466 | | " | Puente |
| 8 | 6 | 0 + 534 | 68.00 | " | Cauce azolvado |
| 8 | 7 | 0 + 580 | 50.00 | " | Fuertes arrastres invadiendo el cauce |
| 8 | 8 | 0 + 676 | 96.00 | " | Cauce de piedra suelta |
| 8 | 9 | 0 + 739 | 63.00 | " | Muros de piedra acomodada en margen derecha |
| 8 | 10 | 0 + 793 | 54.00 | " | Cauce con piedra suelta |
| | | 0 + 803 | | " | Termina en confluencia con el cauce A-5 |
| | | | | | |
| | | | | | Cadenamiento 0 + 803 |
| | | | | | Número de obras 10 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-4

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|------------------|---|
| | | 0 + 000 | | | Origen: puente carretera al pueblo Ajusco |
| 5 | 1 | 0 + 100 | 100.00 | Piedra acomodada | |
| 5 | 2 | 0 + 235 | 135.00 | " | |
| 4 | 3 | 0 + 324 | 89.00 | " | |
| 4 | 4 | 0 + 342 | 18.00 | " | |
| 4 | 5 | 0 + 364 | 22.00 | " | |
| 3 | 6 | 0 + 378 | 14.00 | " | Bancos de arena en ambas márgenes |
| 8 | 7 | 0 + 397 | 19.00 | " | |
| 8 | 8 | 0 + 416 | 19.00 | " | |
| 8 | 9 | 0 + 470 | 54.00 | " | Bancos de arena y arrastre de material |
| 8 | 10 | 0 + 500 | 30.00 | " | |
| 1 | 11 | 0 + 521 | 21.00 | " | |
| 3 | 12 | 0 + 534 | 13.00 | " | Bancos de arena y arrastre de material |
| 3 | 13 | 0 + 539 | 5.00 | " | |
| 3 | 14 | 0 + 551 | 12.00 | " | |
| 3 | 15 | 0 + 596 | 45.00 | " | |
| 3 | 16 | 0 + 616 | 20.00 | " | Bancos de arena en ambos márgenes |
| | | 0 + 695 | | " | Termina en confluencia con el cauce A-5 |
| | | | | | Cadenamiento 0 + 695 |
| | | | | | Número de obras 16 |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-5

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|--|------------------|--|
| | | 0 + 000 | | | Origen: muro de corrección de cauce a 75 m., aguas arriba de la carretera al pueblo Ajusco |
| 3 | 1 | 0 + 022 | 22.00 | Piedra acomodada | |
| 3 | 2 | 0 + 102 | 80.00 | " | Bancos de arena y vegetación a ambas márgenes |
| 3 | 3 | 0 + 162 | 60.00 | " | |
| 3 | 4 | 0 + 181 | 19.00 | " | |
| 3 | 5 | 0 + 288 | 107.00 | " | |
| 3 | 6 | 0 + 319 | 31.00 | " | |
| 3 | 7 | 0 + 338 | 19.00 | " | |
| 3 | 8 | 0 + 351 | 13.00 | " | Obra de piedra acomodada, destruida |
| 3 | 9 | 0 + 369 | 18.00 | " | |
| 3 | 10 | 0 + 380 | 11.00 | " | |
| 3 | 11 | 0 + 392 | 12.00 | " | |
| 3 | 12 | 0 + 403 | 11.00 | " | |
| 3 | 13 | 0 + 436 | 33.00 | " | |
| 3 | 14 | 0 + 454 | 18.00 | " | Pendiente fuerte y arrastre de suelo |
| 4 | 15 | 0 + 475 | 21.00 | " | |
| 3 | 16 | 0 + 493 | 18.00 | " | |
| 3 | 17 | 0 + 497 | 4.00 | " | |
| 4 | 18 | 0 + 508 | 11.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa : Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-5

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|-------------------------------------|--|------------------|---------------------------------------|
| 7 | 19 | 0 + 516 | 8.00 | Piedra acomodada | Arena compacta y vegetación degradada |
| 7 | 20 | 0 + 525 | 9.00 | " | |
| 7 | 21 | 0 + 540 | 15.00 | " | |
| 7 | 22 | 0 + 558 | 18.00 | " | |
| 7 | 23 | 0 + 579 | 21.00 | " | |
| 8 | 24 | 0 + 599 | 20.00 | " | Bancos de arena y arena volcánica |
| 8 | 25 | 0 + 618 | 19.00 | " | |
| 8 | 26 | 0 + 645 | 27.00 | " | |
| 8 | 27 | 0 + 656 | 11.00 | " | |
| 9 | 28 | 0 + 679 | 23.00 | " | Pendiente fuerte y arrastre de suelo |
| 9 | 29 | 0 + 691 | 12.00 | " | |
| 9 | 30 | 0 + 726 | 35.00 | " | |
| 8 | 31 | 0 + 744 | 18.00 | " | |
| 5 | 32 | 0 + 759 | 15.00 | " | |
| 5 | 33 | 0 + 780 | 21.00 | " | Pendiente fuerte y arrastre de arena |
| 5 | 34 | 0 + 799 | 19.00 | " | |
| 5 | 35 | 0 + 814 | 15.00 | " | |
| 5 | 36 | 0 + 836 | 22.00 | " | Paredes limo-arenos |
| 10 | 37 | 0 + 855 | 19.00 | " | Cafda vertical de ar |
| 10 | 38 | 0 + 866 | 11.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-5

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA. | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|-----------------------|--------------------------------------|---|------------------|--|
| 10 | 39 | 0 + 987 | 121.00 | Piedra acomodada | Paredes socavadas y fondo rocoso |
| 10 | 40 | 1 + 010 | 23.00 | " | |
| 10 | 41 | 1 + 013 | 8.00 | " | Paredes con piedra acomodada en ambos márgenes |
| 6 | 42 | 1 + 035 | 18.00 | " | |
| 6 | 43 | 1 + 036 | 50.00 | " | Cauce azolvado |
| 1 | 44 | 1 + 102 | 16.00 | " | |
| 6 | 45 | 1 + 128 | 26.00 | " | Muros de piedra acomodada en ambos márgenes |
| 6 | 46 | 1 + 155 | 27.00 | " | Bloques basálticos actuando como represa |
| 6 | 47 | 1 + 212 | 57.00 | " | |
| 1 | 48 | 1 + 224 | 12.00 | " | Paredes arenosas en ambos márgenes |
| 1 | 49 | 1 + 339 | 115.00 | " | Arrastres de arena |
| 6 | 50 | 1 + 350 | 11.00 | " | Paredes rocosas y cauce arenoso |
| 5 | 51 | 1 + 375 | 25.00 | " | |
| 5 | 52 | 1 + 436 | 61.00 | " | |
| 5 | 53 | 1 + 446 | 10.00 | " | Paredes socavadas, cauce arenoso |
| 6 | 54 | 1 + 507 | 61.00 | " | Termina en confluencia con el cauce A-1 |
| | | | | | Cadenamiento 1 + 507 |
| | | | | | Número de obras 54 |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa : - Manejo de Cauces

PROYECTO No MC-74-1

CAUCE A - 6

[illegible]

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

DIRECCION DE MANEJO DE CUENAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACIÓN DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-7

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|--|------------------|---|
| | | 0 + 000 | | | Origen: puente en carretera al pueblo de Ajusco |
| 1 | 1 | 0 + 028 | 28.00 | Piedra acomodada | |
| 1 | 2 | 0 + 062 | 34.00 | " | Campos de cultivo en ambas vertientes |
| 10 | 3 | 0 + 093 | 31.00 | " | |
| 10 | 4 | 0 + 118 | 25.00 | " | |
| 1 | 5 | 0 + 168 | 50.00 | " | |
| 1 | 6 | 0 + 212 | 44.00 | " | |
| 10 | 7 | 0 + 440 | 228.00 | " | Represa destruída |
| 10 | 8 | 0 + 530 | 90.00 | " | |
| 1 | 9 | 0 + 541 | 11.00 | " | |
| 1 | 10 | 0 + 583 | 42.00 | " | Arrastres de suelo en ambas márgenes |
| 1 | 11 | 0 + 606 | 23.00 | " | Deslizamientos por gravedad |
| 9 | 12 | 0 + 652 | 55.00 | " | Fuerte pendiente y arrastre de suelo |
| 9 | 13 | 0 + 718 | 56.00 | " | Paredes socavadas con lecho azolvado |
| 9 | 14 | 0 + 742 | 24.00 | " | Derrumbes por socavamiento |
| 9 | 15 | 0 + 761 | 19.00 | " | |
| 7 | 16 | 0 + 790 | 29.00 | " | |
| 7 | 17 | 0 + 815 | 25.00 | " | Arrastre de suelo en ambas márgenes |
| 9 | 18 | 0 + 858 | 43.00 | " | |
| 9 | 19 | 0 + 901 | 43.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-7

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|------------------|---|
| 9 | 20 | 0 + 919 | 18.00 | Piedra acomodada | |
| 9 | 21 | 0 + 942 | 23.00 | " | Fondo rocoso irregular |
| 9 | 22 | 0 + 966 | 24.00 | " | |
| 9 | 23 | 0 + 996 | 30.00 | " | |
| 7 | 24 | 1 + 031 | 35.00 | " | |
| 5 | 25 | 1 + 050 | 19.00 | " | |
| 5 | 26 | 1 + 079 | 29.00 | " | |
| 5 | 27 | 1 + 157 | 78.00 | " | |
| 4 | 28 | 1 + 206 | 49.00 | " | Separación de cauce |
| 5 | 29 | 1 + 230 | 24.00 | " | |
| 5 | 30 | 1 + 241 | 11.00 | " | |
| 9 | 31 | 1 + 249 | 8.00 | " | |
| 9 | 32 | 1 + 267 | 18.00 | " | |
| 9 | 33 | 1 + 307 | 40.00 | " | |
| 9 | 34 | 1 + 321 | 14.00 | " | Paredes socavadas |
| 9 | 35 | 1 + 360 | 39.00 | " | Cafda vertical de aprox. 8 m. de altura |
| 5 | 36 | 1 + 374 | 14.00 | " | Cauce profundo socavado |
| 7 | 37 | 1 + 397 | 23.00 | " | |
| 4 | 38 | 1 + 447 | 50.00 | " | Derrumbes en ambas márgenes |
| 4 | 39 | 1 + 461 | 14.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa : Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-7

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M | TIPO DE OBRA | O B S E R V A C I O N E S |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|--|------------------|--|
| 4 | 40 | 1 + 469 | 8.00 | Piedra acomodada | |
| 4 | 41 | 1 + 475 | 6.00 | " | Socavamiento en el fondo del cauce por caída de agua |
| 4 | 42 | 1 + 492 | 17.00 | " | |
| 4 | 43 | 1 + 515 | 23.00 | " | |
| 4 | 44 | 1 + 528 | 13.00 | " | |
| 4 | 45 | 1 + 538 | 10.00 | " | |
| 4 | 46 | 1 + 570 | 32.00 | " | |
| 4 | 47 | 1 + 593 | 23.00 | " | |
| 4 | 48 | 1 + 618 | 25.00 | " | Socavamiento y derrumbes |
| 4 | 49 | 1 + 639 | 21.00 | " | |
| 4 | 50 | 1 + 669 | 30.00 | " | |
| 5 | 51 | 1 + 683 | 14.00 | " | Bloque basáltico actuando como represa |
| 5 | 52 | 1 + 700 | 17.00 | " | |
| 5 | 53 | 1 + 714 | 14.00 | " | |
| 4 | 54 | 1 + 737 | 23.00 | " | Caída vertical de aprox. 10 m. de altura |
| 4 | 55 | 1 + 752 | 15.00 | " | |
| 4 | 56 | 1 + 803 | 51.00 | " | |
| 4 | 57 | 1 + 823 | 20.00 | " | |
| 4 | 58 | 1 + 840 | 17.00 | " | |
| 9 | 59 | 1 + 900 | 60.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACIÓN DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-7

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|------------------|--|
| 9 | 60 | 1 + 920 | 20.00 | Piedra acomodada | |
| 4 | 61 | 1 + 931 | 11.00 | " | Banco de arena volcánica en margen derecha |
| 4 | 62 | 1 + 956 | 25.00 | " | |
| 4 | 63 | 1 + 966 | 10.00 | " | Cafda vertical de aprox. 5 m. de altura |
| 4 | 64 | 2 + 035 | 69.00 | " | |
| 4 | 65 | 2 + 079 | 44.00 | " | |
| 4 | 66 | 2 + 085 | 6.00 | " | |
| 5 | 67 | 2 + 110 | 25.00 | " | |
| 5 | 68 | 2 + 143 | 33.00 | " | |
| 5 | 69 | 2 + 163 | 20.00 | " | |
| 4 | 70 | 2 + 202 | 39.00 | " | Deslizamientos de arena volcánica |
| 4 | 71 | 2 + 234 | 32.00 | " | |
| 6 | 72 | 2 + 245 | 11.00 | " | |
| 6 | 73 | 2 + 263 | 18.00 | " | |
| 6 | 74 | 2 + 272 | 9.00 | " | |
| 4 | 75 | 2 + 282 | 10.00 | " | Paredes socavadas con lecho azolvado |
| 4 | 76 | 2 + 295 | 13.00 | " | Socavamientos |
| 4 | 77 | 2 + 305 | 10.00 | " | Socavamientos |
| 4 | 78 | 2 + 313 | 8.00 | " | Socavamientos |
| 4 | 79 | 2 + 344 | 31.00 | " | |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-7

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OBRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM. | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M. | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|---|------------------|---|
| 7 | 80 | 2 + 365 | 21.00 | Piedra acomodada | |
| 7 | 81 | 2 + 378 | 13.00 | " | |
| 7 | 82 | 2 + 386 | 8.00 | " | |
| 7 | 83 | 2 + 407 | 21.00 | " | |
| 7 | 84 | 2 + 418 | 11.00 | " | |
| 7 | 85 | 2 + 426 | 8.00 | " | Arrastres de suelos y caídas verticales |
| 7 | 86 | 2 + 437 | 11.00 | " | |
| 4 | 87 | 2 + 445 | 8.00 | " | Bloque basáltico actuando como represa |
| 4 | 88 | 2 + 456 | 11.00 | " | |
| 4 | 89 | 2 + 467 | 11.00 | " | |
| 7 | 90 | 2 + 498 | 31.00 | " | Muro de retención azolvado |
| 7 | 91 | 2 + 534 | 36.00 | " | Fondo rocoso retardador de velocidad |
| 4 | 92 | 2 + 551 | 17.00 | " | |
| 9 | 93 | 2 + 571 | 20.00 | " | Columna natural a mitad del cauce |
| 7 | 94 | 2 + 596 | 25.00 | " | Muros de retención en ambas márgenes |
| 7 | 95 | 2 + 620 | 24.00 | " | Proceso de reptación |
| 9 | 96 | 2 + 658 | 38.00 | " | |
| 9 | 97 | 2 + 672 | 14.00 | " | |
| 9 | 98 | 2 + 677 | 5.00 | " | |
| 9 | 99 | 2 + 687 | 10.00 | " | Muro de retención |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RÍO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa: Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A-7

| SECCION
TIPO | NUMERO
DE
OSRA | CADENAMIENTO
APROXIMADO
EN KM | DISTANCIA
APROXIMADA
ENTRE OBRAS
EN M | TIPO DE OBRA | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|-------------------------------------|--|------------------|---|
| 9 | 100 | 2 + 706 | 19.00 | Piedra acomodada | |
| 6 | 101 | 2 + 731 | 25.00 | " | |
| 6 | 102 | 2 + 776 | 45.00 | " | Paredes socavadas con lecho azolvado |
| 6 | 103 | 2 + 789 | 13.00 | " | Paredes socavadas con lecho azolvado |
| 6 | 104 | 2 + 810 | 21.00 | " | Paredes socavadas con lecho azolvado |
| 7 | 105 | 2 + 823 | 13.00 | " | Rocas angulosas, de aprox. 7 m. de altura |
| 7 | 106 | 2 + 852 | 29.00 | " | |
| 7 | 107 | 2 + 856 | 4.00 | " | |
| 7 | 108 | 2 + 874 | 18.00 | " | |
| 4 | 109 | 2 + 893 | 19.00 | " | Socavamientos en el fondo del cauce |
| 4 | 110 | 2 + 906 | 13.00 | " | |
| 6 | 111 | 2 + 912 | 36.00 | " | |
| 4 | 112 | 2 + 951 | 9.00 | " | Dique basáltico actuando como represa |
| 4 | 113 | 3 + 101 | 150.00 | " | |
| 4 | 114 | 3 + 145 | 44.00 | " | |
| 4 | 115 | 3 + 175 | 30.00 | " | |
| 6 | 116 | 3 + 188 | 13.00 | " | |
| 6 | 117 | 3 + 202 | 20.00 | " | |
| 6 | 118 | 3 + 224 | 16.00 | " | |
| 6 | 119 | 3 + 280 | 56.00 | " | Cajón vertical de aprox. 3 m. de altura |

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

MANEJO DE CUENCAS

RIO SAN BUENAVENTURA, D. F.

1a. Etapa : Manejo de Cauces

PROYECTO No. MC-74-1

CAUCE A - 7

[illegible]

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

VII ESTIMACION DE LOS COSTOS DE LAS OBRAS

Una vez seleccionadas las 10 secciones tipo, se procedió al diseño de las obras correspondientes, que serviría para realizar una estimación de su volumen y costo, que nos permitiera proporcionar una idea del monto y tiempo requerido para su construcción.

Se diseñó una obra de tipo filtrante, consistente en un muro de piedra acomodada con dos taludes, sin vertedor y con un colchón hidráulico para protección en caso de que el agua saltara por la corona. Dadas las características de los cauces se estimó necesario empotrarlas y en algunos casos cimentarlas para asegurar su estabilidad y funcionamiento.

Los resultados obtenidos de las estimaciones en cifras globales fueron: 4,694.71 M3. de excavaciones, - 7,252.50 M3. de piedra y 12,865 jornadas hombre/día, con un costo total de \$ 1,563,137.53, para las 377 obras.

A continuación se proporciona el cuadro de estimaciones para las 10 secciones tipo, con sus correspondientes totales según el número de obras que quedarán incluidas en cada sección tipo.

MANEJO DE CUENCAS

CUADRO RESUMEN DE VOLUMENES Y COSTOS DE LAS OBRAS PROPUESTAS
PARA EL CONTROL DE LOS CAUCES DEL RIO SAN BUENAVENTURA, D.F.

PROYECTO N° MC-74-I

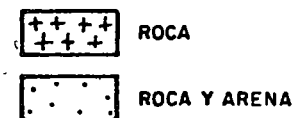
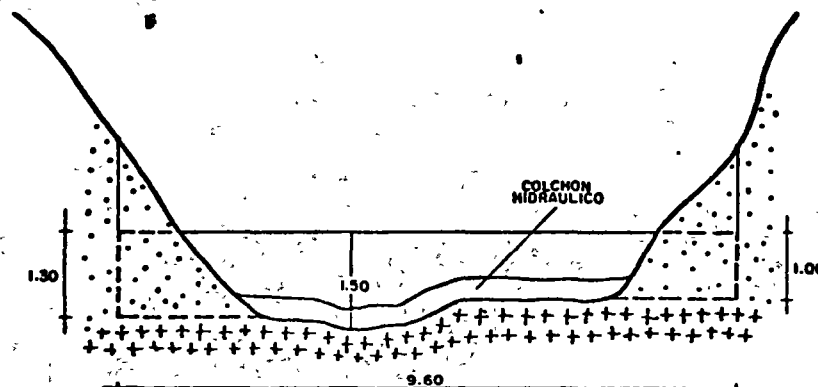
| Sección
Tipo | NUMERO
DE
OBRAS | VOLUMEN
TOTAL DE
EXCAVACION M ³ | VOLUMEN
TOTAL DE
PIEDRA M ³ | TOTAL DE
JORNADAS
* (1) | COSTO TOTAL
DE LA
PIEDRA \$ * (2) | COSTO TOTAL
DE LAS
JORNADAS \$ * (3) | HERRAMIENTAS
3% \$ | IMPREVISTOS
20% \$ | COSTO TOTAL
DE LAS
OBRAS \$ |
|-----------------|-----------------------|--|--|-------------------------------|---|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1 | 74 | 750.36 | 1,278.72 | 2,664 | 109,598.40 | 133,200.00 | 7,283.82 | 50,015.86 | 300,098.12 |
| 2 | 19 | 236.55 | 440.23 | 702 | 37,732.10 | 35,150.00 | 1,996.33 | 14,975.61 | 89,854.04 |
| 3 | 46 | 161.92 | 661.02 | 828 | 56,655.90 | 41,400.00 | 2,941.70 | 20,199.52 | 121,197.12 |
| 4 | 73 | 588.36 | 770.15 | 2,044 | 66,009.52 | 102,200.00 | 545.46 | 34,650.91 | 207,906.19 |
| 5 | 31 | 540.02 | 556.76 | 1,116 | 47,719.85 | 55,800.00 | 3,105.58 | 21,324.90 | 127,950.02 |
| 6 | 20 | 0.0 | 92.60 | 100 | 7,936.60 | 5,000.00 | 387.80 | 2,664.80 | 15,989.20 |
| 7 | 34 | 258.06 | 556.32 | 748 | 30,540.16 | 37,400.00 | 2,037.96 | 13,995.42 | 83,973.54 |
| 8 | 14 | 617.12 | 655.83 | 630 | 56,901.04 | 31,500.00 | 2,652.02 | 18,210.50 | 109,263.56 |
| 9 | 30 | 1,542.30 | 1,620.10 | 3,420 | 156,000.60 | 171,000.00 | 9,811.80 | 67,362.30 | 404,174.70 |
| 10 | 36 | 0.0 | 612.72 | 612 | 52,516.08 | 30,600.00 | 2,493.36 | 17,121.60 | 107,731.04 |
| TOTALES | 377 | 4,894.71 | 7,252.53 | 12,265 | 601,610.28 | 643,250.00 | 32,255.83 | 60,521.42 | 1,563,117.53 |

1- * Jornales de 8 horas.

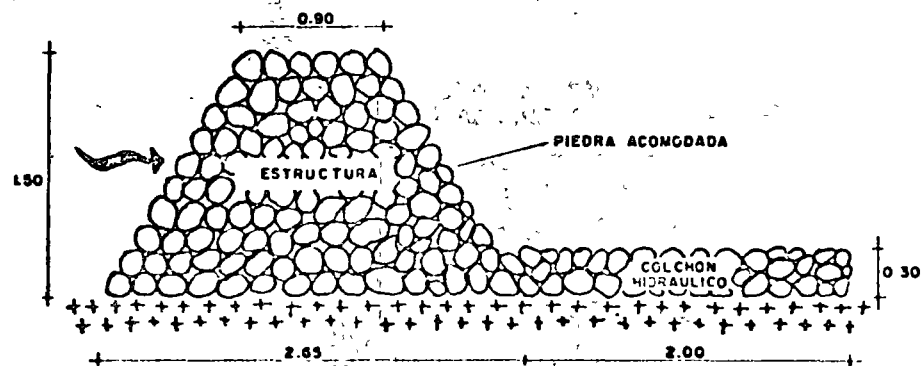
2- * Precio Unitario M3. \$ 85.71 (Precios Ciudad de México, p esta en obra).

3- * Un jornal a \$ 50.00 (Salario Mínimo para el campo en el D.F.). Incluye el costo de la excavación.

SECCION TIPO N° 2 Y OBRA CORRESPONDIENTE



SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE
Y LOCALIZACION DE LA OBRA



SECCION TRANSVERSAL DE LA OBRA
EN EL EJE DEL CAUCE

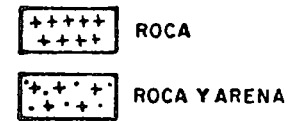
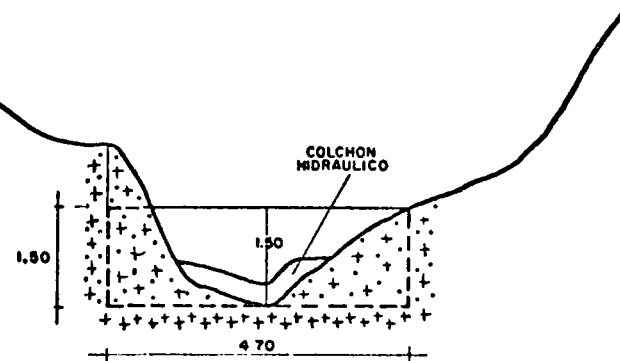
Nota: Acotaciones en m

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

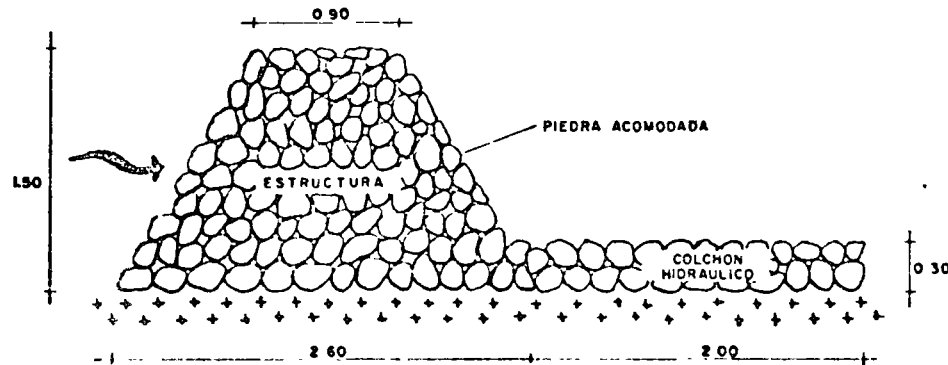
DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

SECCION TIPO N° 1 Y OBRA CORRESPONDIENTE



SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE
Y LOCALIZACION DE LA OBRA



SECCION TRANSVERSAL DE LA OBRA
EN EL EJE DEL CAUCE

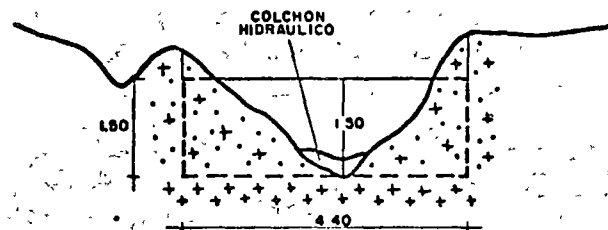
Nota: Acolaciones en m

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

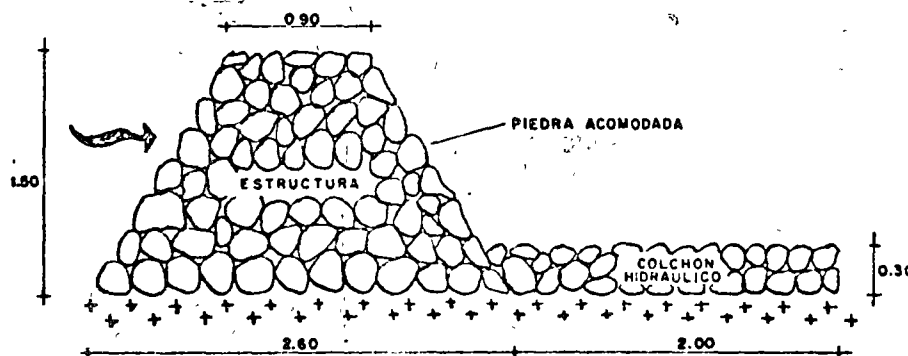
DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

SECCION TIPO N° 3 Y OBRA CORRESPONDIENTE



SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE
Y LOCALIZACION DE LA OBRA



SECCION TRANSVERSAL DE LA OBRA
EN EL EJE DEL CAUCE

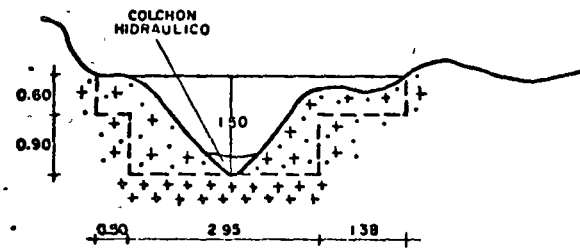
Nota: Acolaciones en m.

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

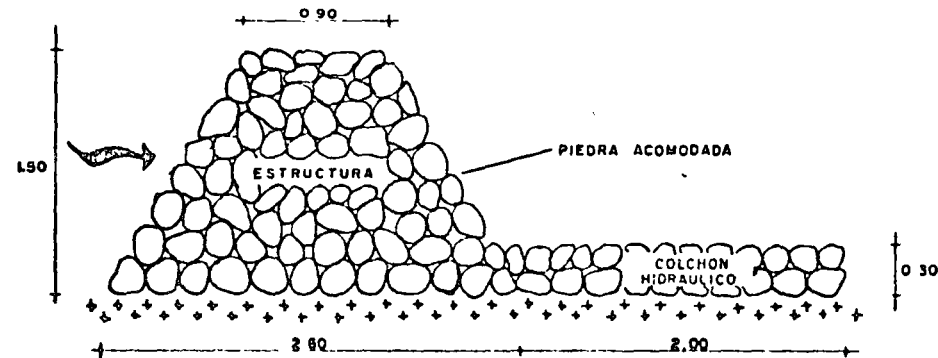
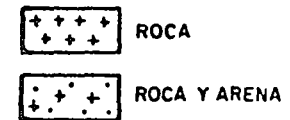
DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

SECCION TIPO N° 4 Y OBRA CORRESPONDIENTE



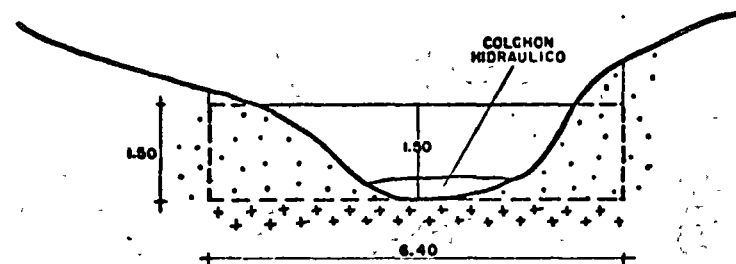
SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE
Y LOCALIZACION DE LA OBRA



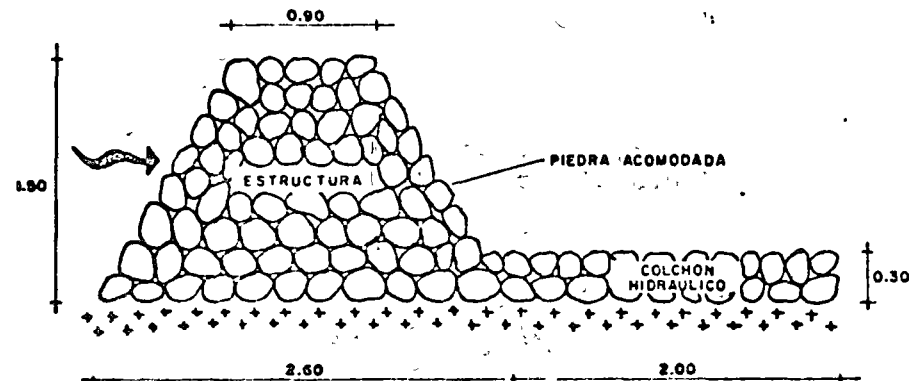
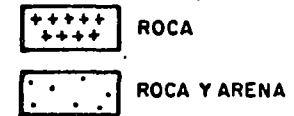
SECCION TRANSVERSAL DE LA OBRA
EN EL EJE DEL CAUCE

Nota: Acotaciones en m

SECCION TIPO N° 5 Y OBRA CORRESPONDIENTE



SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE
Y LOCALIZACION DE LA OBRA



SECCION TRANSVERSAL DE LA OBRA
EN EL EJE DEL CAUCE

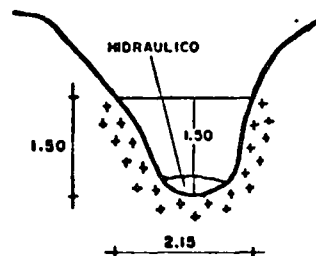
Nota: Acolaciones en m.

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

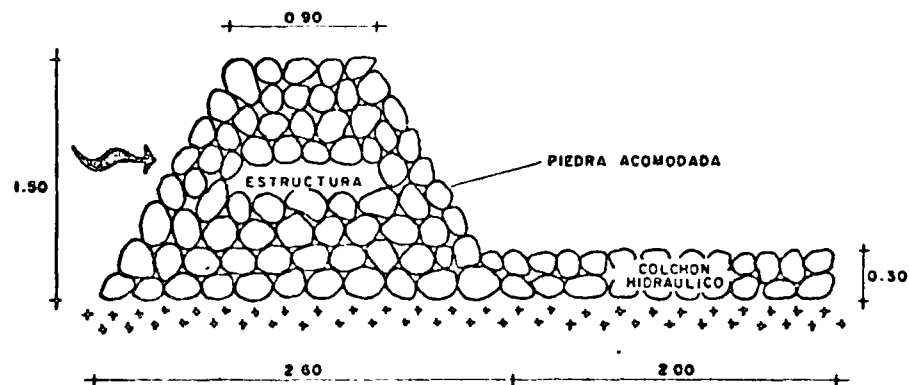
DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

SECCION TIPO N° 6 Y OBRA CORRESPONDIENTE



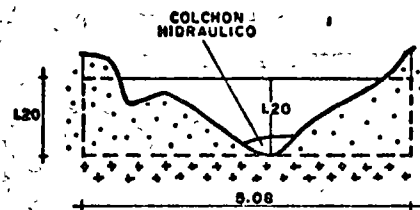
SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE
Y LOCALIZACION DE LA OBRA



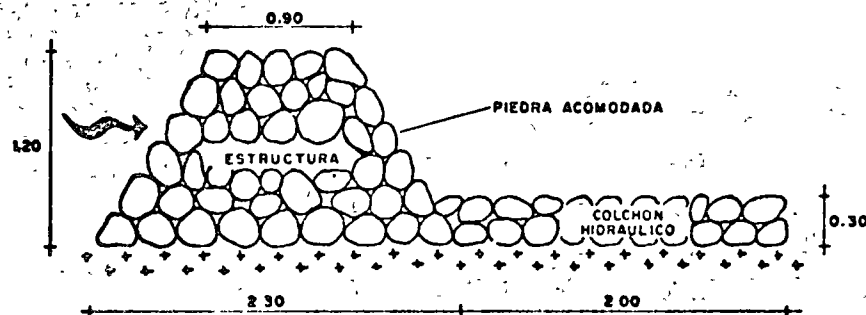
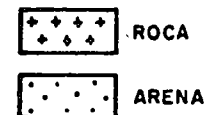
SECCION TRANSVERSAL DE LA OBRA
EN EL EJE DEL CAUCE

Nota: Acotaciones en m

SECCION TIPO N° 7 Y OBRA CORRESPONDIENTE



SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE
Y LOCALIZACION DE LA OBRA



SECCION TRANSVERSAL DE LA OBRA
EN EL EJE DEL CAUCE

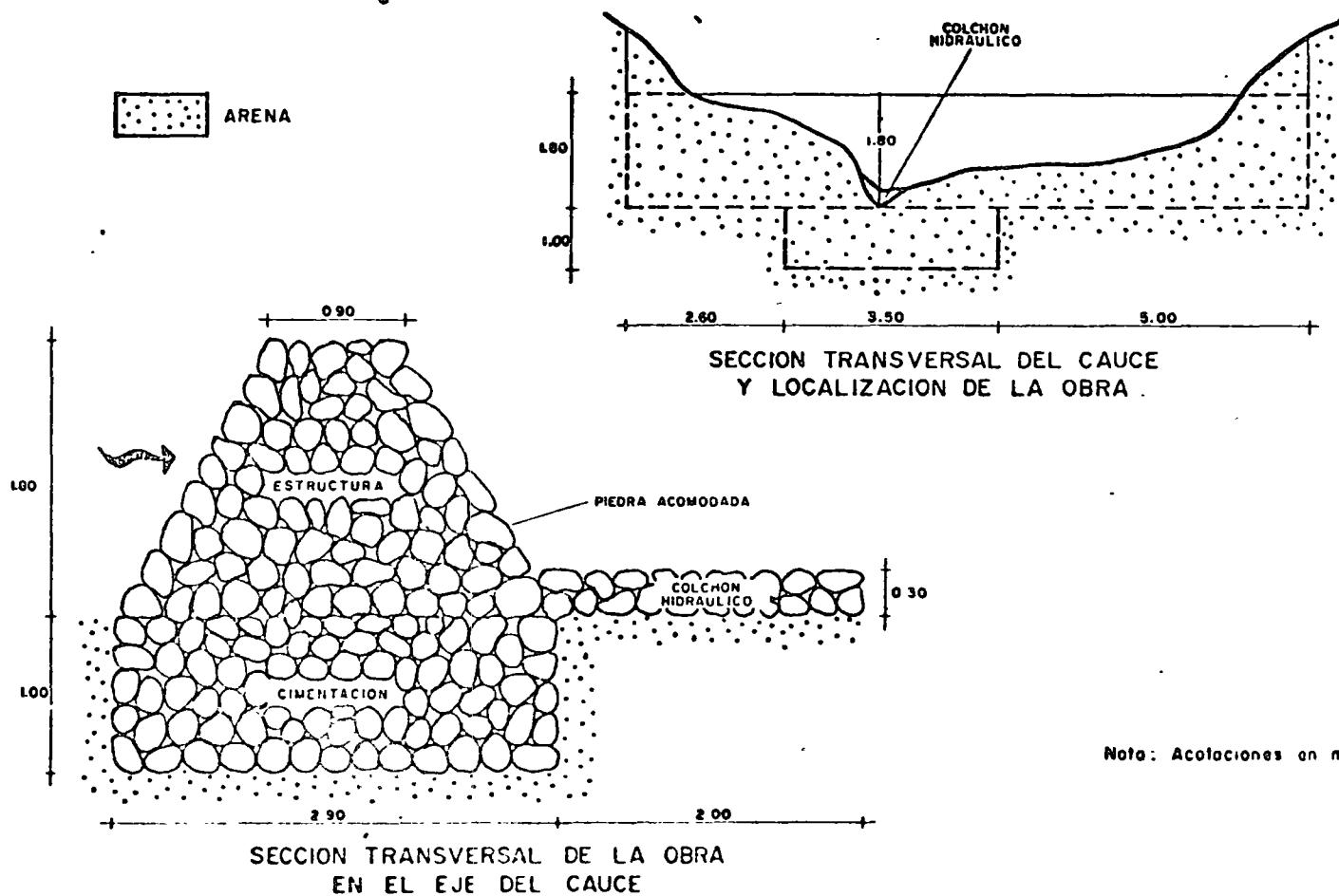
Nota: Acotaciones en m.

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

SECCION TIPO N° 8 Y OBRA CORRESPONDIENTE

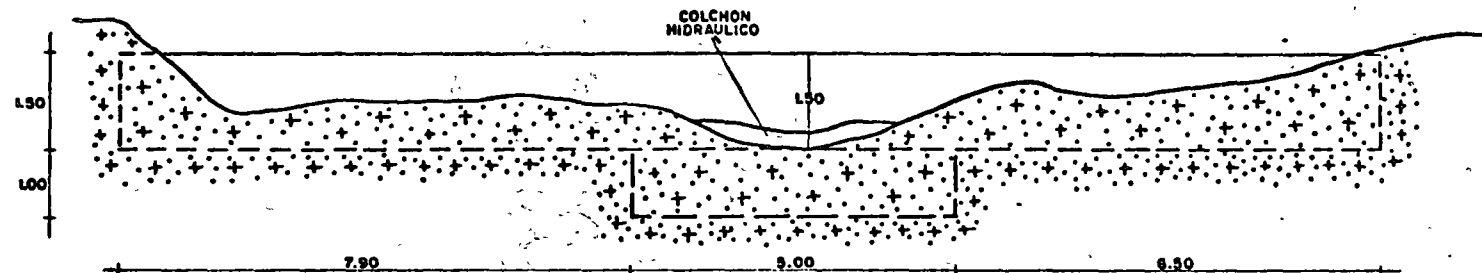


DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

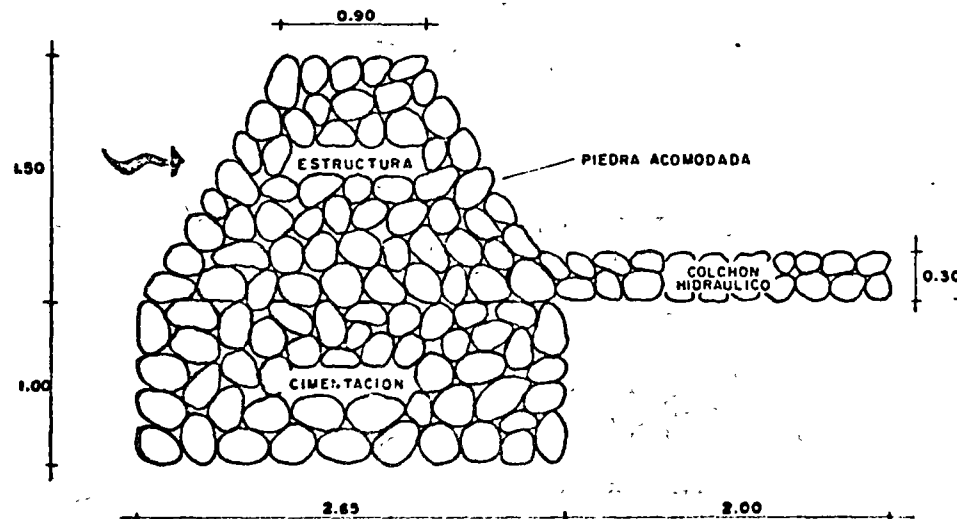
DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

SECCION TIPO N° 9 Y OBRA CORRESPONDIENTE



SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE
Y LOCALIZACION DE LA OBRA



ROCA Y ARENA

Nota: Acolaciones en m.

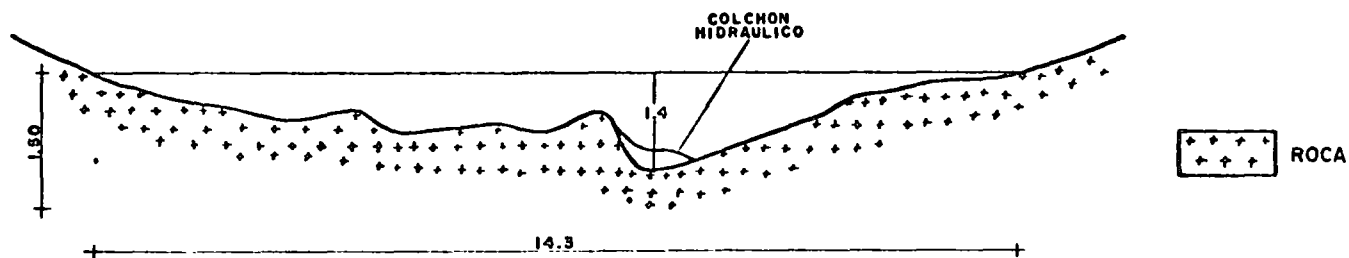
SECCION TRANSVERSAL DE LA OBRA
EN EL EJE DEL CAUCE

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION

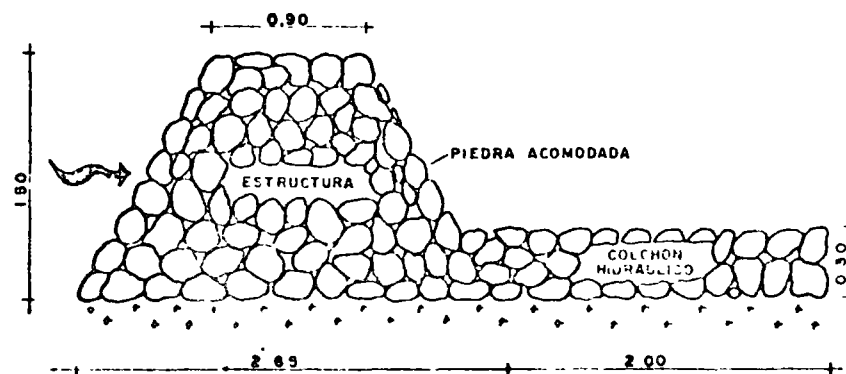
DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

SECCION TIPO N° 10 Y OBRA CORRESPONDIENTE



SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE
Y LOCALIZACION DE LA OBRA



SECCION TRANSVERSAL DE LA OBRA
EN EL EJE DEL CAUCE

Nota: Acotaciones en m

DIRECCION GENERAL DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION

DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS

DEPARTAMENTO DE INTEGRACION DE ESTUDIOS

VIII SISTEMA DE CONSTRUCCION

Por razón de la multitud de variables que se presentan en los métodos de diseño de obras para manejo de cauces, pensando además en las dificultades técnicas de construcción, en la disponibilidad de la mano de obra y de recursos financieros, se adaptó un sistema de construcción por etapas, que reduce costos en forma notable, permite además realizar el control en etapas sucesivas y no requiere de una elevada tecnología.

El sistema consiste básicamente en erigir una obra de tipo filtrante, de piedra acomodada, de 1.50 m. de altura con dos taludes y un colchón hidráulico. (fig. A)

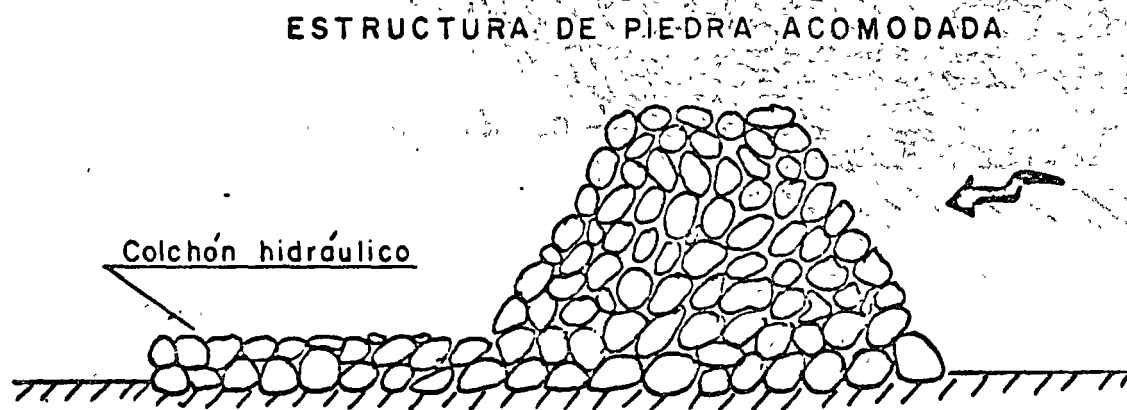


Fig. A

Se eligió este tipo de obra por que con ella se trata de retardar la velocidad de la corriente y detener azolves y no de almacenar agua. En su diseño no se consideró pertinente incluir vertedor, puesto que la obra es en sí un muro filtrante, pero como se desconocen los volúmenes de azolves arrastrados por las corrientes y dado el caso que las represas se colmataran con las primeras avenidas y que el agua saltara por la corona, se planeó la construcción de un colchón hidráulico para amortiguar el efecto de la caída del agua y evitar daños a la obra. (fig. B)

REPRESA DE PIEDRA ACOMODADA

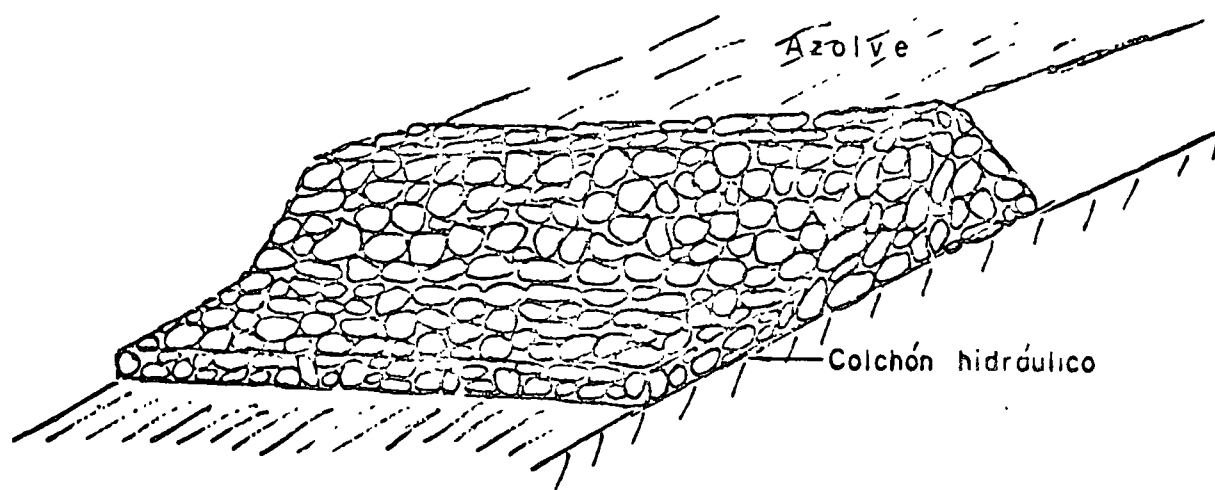


Fig. B

Volviendo al sistema de construcción, una vez azolvada la primera obra, sobre ésta se podrá construir otra y así sucesivamente, según las características del cauce, reduciéndose sensiblemente el volumen y costo de las obras, en relación a una

obra convencional, como se muestra en la fig. C. Cabe mencionar que esta forma de construir es totalmente factible desde el punto de vista ingenieril.

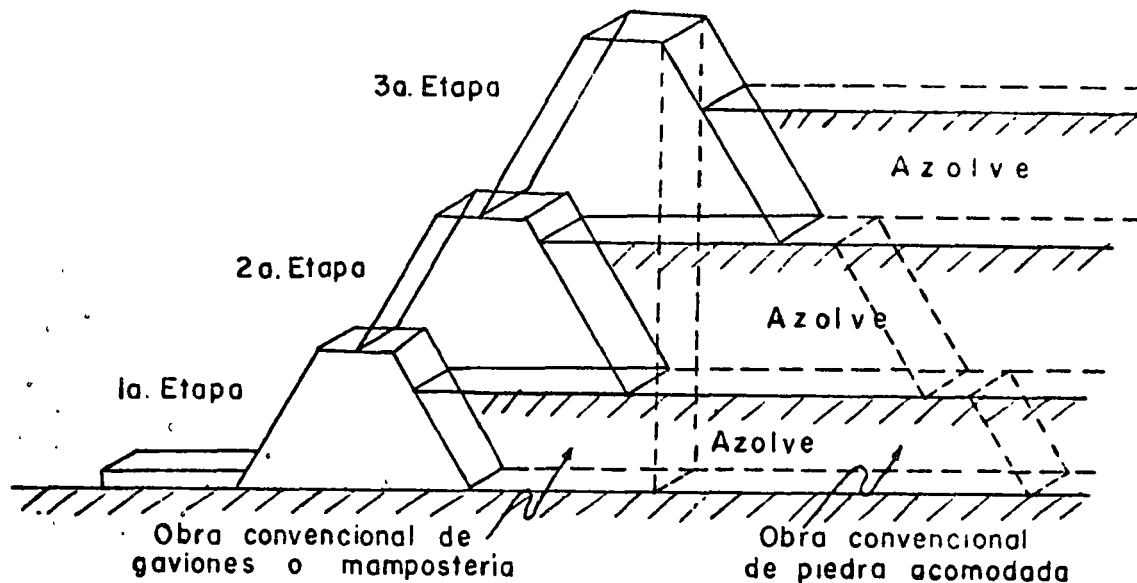


Fig. C

Por otra parte, el sistema permite una mayor movilidad de obras a lo largo del cauce, por no representar un sistema rígido, las represas podran colocarse en sitios diferentes a los elegidos en la primera etapa, si las condiciones del cauce lo requieren para restablecer una pendiente adecuada al mismo. (fig. D)

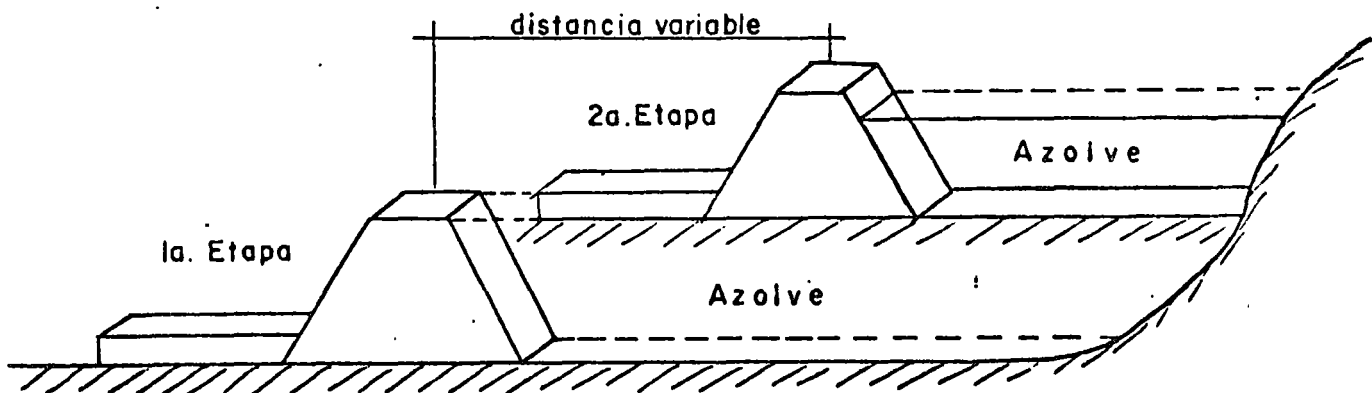


Fig. D

La localización de las obras de las -
etapas subsecuentes a la primera o inicial, así como su separación, se de-
berán basar esencialmente en la pendiente que se quiera dar al cauce y en -
las condiciones particulares que éste presente.

001 1 200
- I AM THE 100% OF THE 100% OF THE 100%
- I AM THE 100% OF THE 100% OF THE 100%
- I AM THE 100% OF THE 100% OF THE 100%
- I AM THE 100% OF THE 100% OF THE 100%
- I AM THE 100% OF THE 100% OF THE 100%
- I AM THE 100% OF THE 100% OF THE 100%

THE 100%

D I R E C C I O N
D E
M A N E J O
D E
C U E N C A S

AL LECTOR:

La Dirección, basándose en las experiencias adquiridas en dos años de -- trabajo, ha creído conveniente analizar su función, su estructura y proyección, con el fin de alcanzar plenamente sus objetivos.

Este documento es la primera etapa de este proceso.

INDICE

| | |
|--|----|
| ANTECEDENTES | 1 |
| LA DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS
COMO ORGANIZACION | 4 |
| 0.- MEDIO AMBIENTE DE LA D.M.C. | 5 |
| 1.- INSUMOS | 7 |
| 6.- PRODUCTOS Y SERVICIOS | 9 |
| 2.- OBJETIVOS | 14 |
| 3.- ESTRUCTURA | 16 |
| 4.- FUNCIONES | 18 |
| 4.1- DEL CONCEPTO "FUNCION" | 18 |
| 4.2- FUNCIONES DEL DIRECTOR
Hacia fuera de la Organización | 20 |
| 4.3- FUNCIONES DEL DIRECTOR
Hacia dentro de la Organización | 21 |
| 4.4- FUNCIONES DE LOS DEPARTAMENTOS | 24 |

| | | |
|-------|------------------------------------|-----|
| A).- | FUNCIONES DE DIFERENCIACION | 24 |
| I.- | ESTUDIOS BASICOS | 24 |
| II.- | PLANES Y PROGRAMAS | 26 |
| III.- | EJECUCION DE PLANES | 27 |
| IV.- | DIFUSION Y PROMOCION | 29 |
| B).- | FUNCIONES DE INTEGRACION | 30 |
| 4.5 | FUNCIONES DE LAS SUBAREAS | 34 |
| A.- | FUNCIONES DE DIFERENCIACION | 34 |
| I.- | CAPACITACION | 34 |
| II.- | ASISTENCIA TECNICA ESPECIALIZADA | 36 |
| III.- | BANCO DE DATOS | 37 |
| IV.- | CAMPOS DE DEMOSTRACION | 38 |
| B.- | FUNCIONES DE INTEGRACION | 40 |
| | SUGERENCIAS ADICIONALES PARA LA | |
| | INFORMACION Y COORDINACION INTERNA | 41. |

ANTECEDENTES.

I.- La Ley Federal de Aguas, establece en el artículo 17, incisos III, V, VI, VII, XII y XIII, que son atribuciones, entre otras, de la -
Secretaría de Recursos Hidráulicos:

- a) Reglamentar, organizar y dirigir los trabajos hidrológicos, -
excepto los que son de la competencia de la Secretaría de
Marina (inciso III).
- b) Administrar, controlar y reglamentar el aprovechamiento de -
las cuencas hidrológicas, cauces, vasos, manantiales y -
aguas de propiedad nacional, así como las zonas federales
correspondientes, en coordinación con la Secretaría de Agri-
cultura y Ganadería, Secretaría de Industria y Comercio, cuan-
do así proceda; excepto los que sean competencia de la Se-
cretaría de Marina (inciso V).
- c) Construir, administrar, operar, desarrollar, conservar, rehabi-

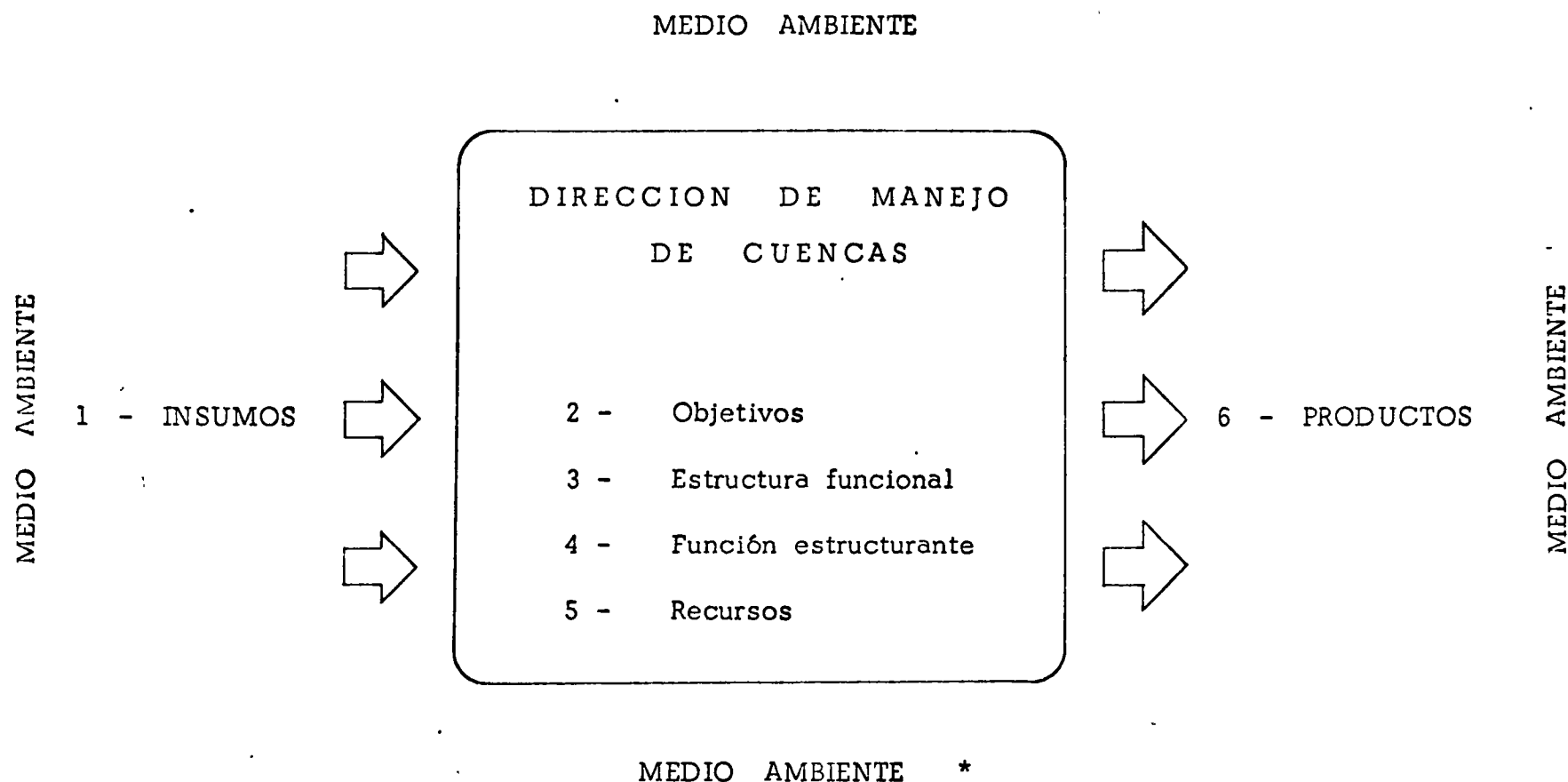
litar, las obras de riego, desecación y drenaje de tierra; infiltraciones, defensa y mejoramiento hidráulico de terrenos, acufferos, de acuerdo con los estudios, planes y proyectos formulados para ejecutarse por el Gobierno Federal, directamente o en cooperación con los gobiernos de los estados, del distrito y territorios federales, de los municipios, organismos descentralizados, empresas de participación estatal, particulares. (inciso VI).

- d) Tomar a su cargo la conservación de corrientes, lagos, esteros y lagunas, la protección de las cuencas alimentadoras y las obras de corrección torrencial, ejecutando los trabajos correspondientes con la cooperación, en su caso, de las Secretarías de Marina, Secretaria de Agricultura y Ganadería, Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización y el Departamento del Distrito Federal. (inciso VII).
- e) Manejar el sistema hidrológico del Valle de México, (inciso XII) .

- f) Controlar los ríos y ejecutar obras de defensa contra inundaciones y azolves, excepto en los casos que le correspondan a la Secretaría de Marina.

II.- LA SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS, COMO UNA RESPUESTA A ESA LEY Y PARA REALIZAR LAS ATRIBUCIONES ESPECIFICAS QUE LE CORRESPONDEN EN LA MATERIA, CREA LA DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS. (DMC).

III.- Así, la Dirección de Manejo de Cuencas es una organización (sistema abierto) con objetivos, con una estructura funcional, con funciones estructurantes (de diferenciación e integración) y con recursos, que recibe insumos y genera productos, sujeta a procesos de retroacción (retroalimentación y realimentación).



POR MEDIO AMBIENTE se entiende un sistema continente, esto es el mundo exterior al sistema considerado con el que se establecen relaciones de intercambio; de ese sistema continente la Dirección de Manejo de Cuencas recibe y pide importaciones (insumos) y al mismo envía - exportaciones (productos).

1) INSUMOS:

Se pueden considerar de tres tipos

1.1 De Política:

- Lineamientos de la política nacional
- El marco de la Ley Federal de Aguas
- El Reglamento Interior de la S.R.H.

1.2 De Recursos:

- Conjunto de disponibilidades que la Dirección demanda para su funcionamiento, que pueden ser:
 - * Humanas (personal)
 - * Técnicas (maquinaria, vehículos)
 - * Financieros
 - * De integración.

1.3 De Información:

- Conjunto de datos verbales, escritos, cartográficos, - aerofotográficos, que requiere la Dirección para generar productos y/o servicios.
- Boletines, informes y reportes de las características y situación de las cuencas hidrológicas del país.
- Trabajos que desempeñan otras instituciones en relación a protección hidrológica.
- Peticiones expresas a la Dirección.
- Reportes de trabajos efectuados y/o programados con respecto a la protección del sistema hidrológico.
- Visitas e intercambio de experiencias a países con programas similares.
- Otras.

6 - PRODUCTOS Y SERVICIOS

Lo que la Dirección puede y debe generar:

6.1 Un estudio descriptivo y explicativo de la situación del sistema hidrológico a nivel nacional con las siguientes características:

cas:

- Actualizado
- Operable
- Accesible

6.2 Señalar las cuencas más urgentes a proteger y rehabilitar en función de:

- Magnitud y calidad de los recursos.
- Importancia de las obras establecidas
- Población involucrada.
- Productividad de la inversión.

6.3 Planes, programas y proyectos de protección del sistema hidro -
lógico.

- Con la mayor participación popular posible.
- Con la menor inversión
- Con el óptimo de eficacia y perdurabilidad

6.4 Asesoría a otras Dependencias en lo que se refiere a la protec -
ción de los sistemas hidrológicos.

6.5 Establecer campos pilotos en donde se lleven a cabo proyectos
generados por la misma Dirección para demostrar, promover, -
implementar y evaluar los sistemas de manejo de cuencas.

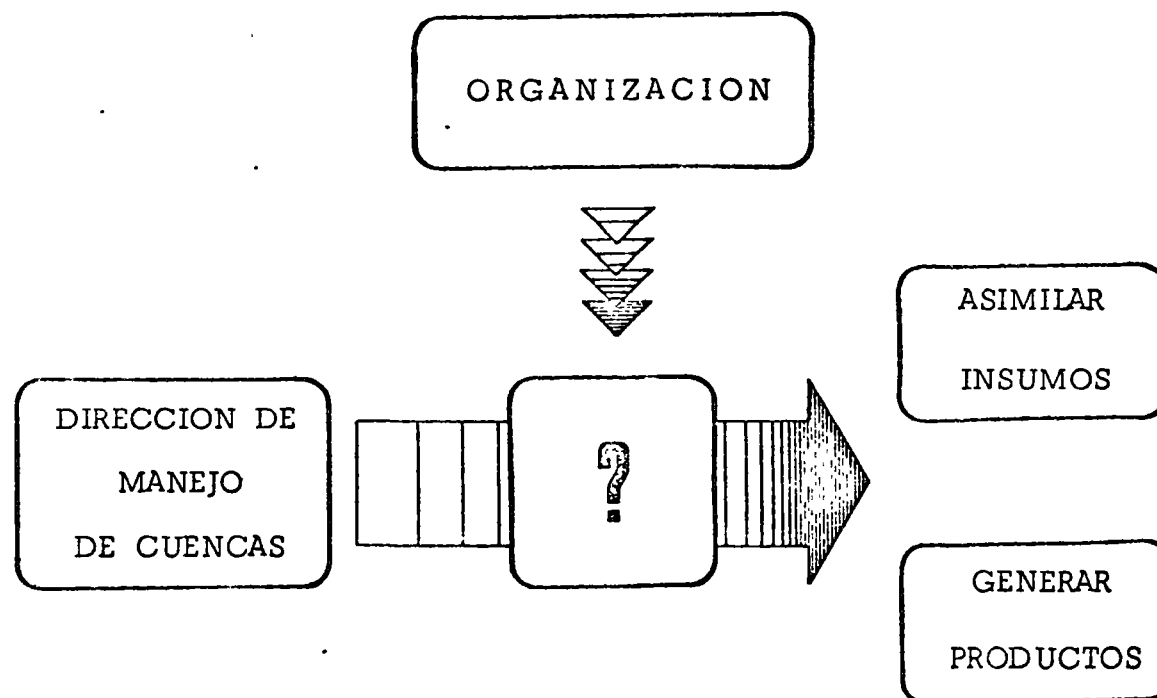
6.6 Formación de la conciencia a nivel nacional, de la importancia
de preservar y manejar el sistema hidrológico, sirviéndose -
de medios masivos de información; organizaciones de partici
pación popular, etc.

La Dirección de Manejo de Cuencas en función de:

- 1o.- LO QUE DEBE GENERAR
- 2o.- LOS INSUMOS QUE RECIBA

Debe contar con una organización que le permita .

- ASIMILAR LOS INSUMOS.
- GENERAR LOS PRODUCTOS.



RESUMEN 1

- a) La Dirección de Manejo de Cuencas se crea como respuesta a una necesidad real del país.
- b) Tiene objetivos concretos y específicos propios.
- c) Para cumplir esos objetivos necesita una estructura formal, que asegure su continuidad - mientras persista la problemática que le dió origen - independientemente de los individuos que la compongan. (Es - estructura funcional) .
- d) Para cumplir esos objetivos con el máximo de garantías requiere que estén especificadas las funciones de cada uno de los departamentos y personas que lo constituyan. (Funciones estructurantes) .
- e) Para cumplir con esos objetivos necesita recursos (técnicos, humanos, financieros y de integración) .

2) OBJETIVOS:

BASICOS:

- 2.1 Preservar y mejorar las condiciones del sistema hidrológico del país.
- 2.2 Proteger y aprovechar los recursos del sistema hidrológico.
- 2.3 Diseñar, promover y establecer los sistemas de conservación y aprovechamiento del sistema hidrológico.

PARTICULARES : (1)

- 2.4 Estudiar y proponer las medidas para reducir la erosión y el incremento de azolves de todas las cuencas hidrológicas del país.

Los estudios deberán abarcar:

- Geomorfología, Edafología, Ecología, Socioeconómicos.
- Aprovechamiento y explotación actual y posible de los requerimientos por cuenca.

- 2.5 Determinar las relaciones y equilibrio ecológico entre el uso actual y potencial de los recursos y el desarrollo demográfico.
- 2.6 Diseñar y proponer el plan nacional de manejo de cuencas.
Diseñar y proponer proyectos específicos a cuencas particulares.
Diseñar y proponer un programa a realizar para atacar el problema.

2.7 Investigar los procedimientos adecuados, los métodos y técnicas más económicos, efectivos y educadores, para el manejo racional de las - cuencas.

2.8 Difundir a nivel nacional:

- 1o. El problema y su importancia para el desarrollo del país.
- 2o. Criterios y métodos para evaluarlo.
- 3o. Sistemas y técnicas para combatirlo.

(1) Reglamento Interior de la S.R.H., Artículo 24, inciso X.

Diario oficial, 9 de agosto de 1973, pág. 20.

3) ESTRUCTURA. *

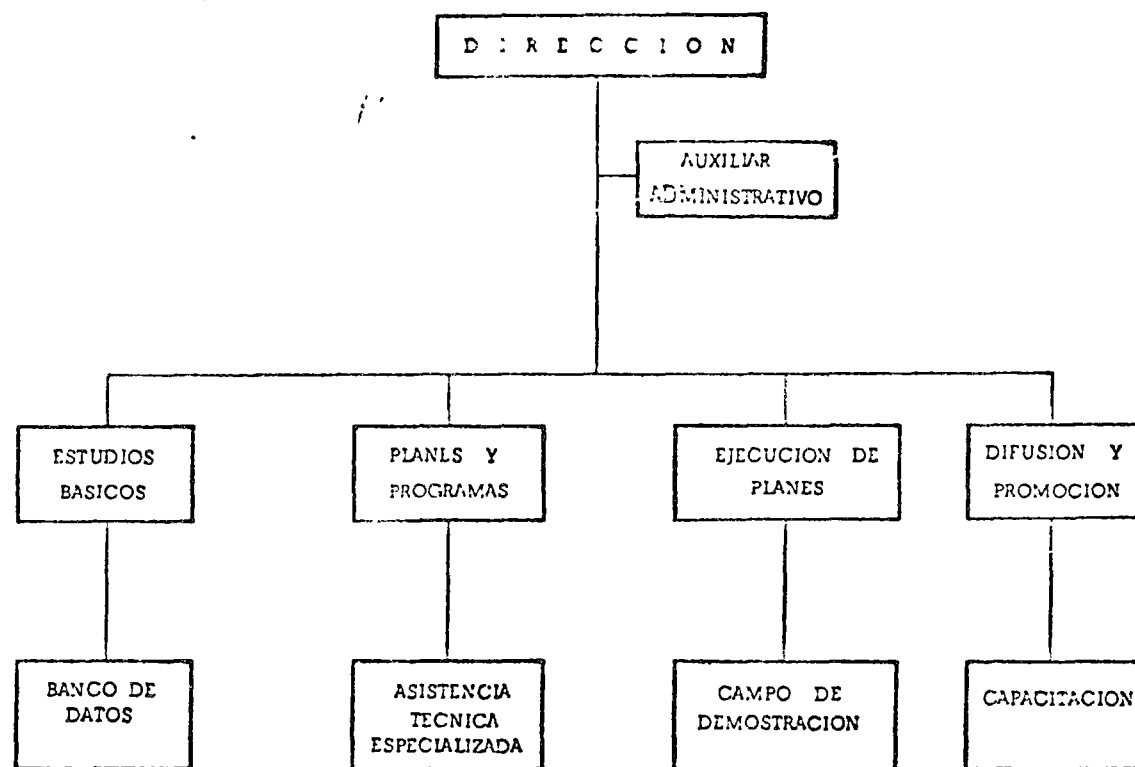
Estará formada por cuatro Departamentos principales y cuatro Subáreas integradas a ellos.

Departamentos principales:

- 3.1 Estudios Básicos.
- 3.2 Planes y Programas.
- 3.3 Ejecución de Planes
- 3.4 Difusión y Promoción

Subáreas:

- 3.5 Capacitación.
 - 3.6 Asistencia técnica especializada.
 - 3.7 Banco de datos.
 - 3.8 Campos de demostración
- ...



(*) Por estructura se entiende no sólo los elementos que la integran, sino también las relaciones que se establecen entre ellos conformando un espacio topológico.

Las relaciones son simétricas: reflexivas, recíprocas y transitivas.

...

4) FUNCIONES.

4.1 Del concepto "Función"

- a) Función matemática: La transformación que se ejerce sobre una variable para producir otra. Es el establecimiento de relaciones de un conjunto A (dominio) a un conjunto B (imagen) en que a cada uno de los elementos del dominio A le corresponde un - único elemento en el conjunto B.

En nuestro caso quiere decir que determinadas variables que en tran en la organización tienen un determinado efecto y viceversa, o sea los efectos que ejerce el medio ambiente sobre la Di rección y los efectos de la Dirección sobre el medio ambiente.

- b) Función: papel específico (Actividades a desempeñar, obligaciones, rol) de la Dirección como conjunto o cada uno de los elementos de la Dirección; distribuidos de manera tal que no se distorsione la estructura y puedan conseguirse, en la forma más económica (en recursos, tiempo, personal, etc.), los ob-

...

jetivos (función estructurante).

En el contexto de la Dirección se entenderá de ambas maneras, ¿ cómo se reciben los insumos ? ¿ qué debe hacerse con ellos para generar los productos ? y ¿ cuáles son las actividades específicas de la Dirección y de cada uno de sus elementos ?

Las funciones, comprenden procesos de diferenciación e integración:

- I) De diferenciación: actividades propias de la organización, o de los elementos, es lo que los constituye como unidad y les da su individualidad y autonomía.
- II) De integración: actividades que unen a la Dirección con el medio ambiente, con los elementos y a los elementos entre sí.

...

4.2 Funciones del Director:

Hacia fuera de la organización (relación organización con el medio ambiente).

- 1 - Establece contactos con otras dependencias.
- 2 - Propone la coordinación, con otros organismos con objetivos afines, con instituciones oficiales, con gobiernos estatales.
- 3 - Entrega resultados (informes, estudios, etc.) a la Dirección General para que los haga llegar a los organismos, Secretarías, Instituciones, Gobiernos Estatales o Municipales, etc., que estén directamente relacionados, involucrados o interesados en ellos.
- 4 - Busca apoyo y financiamiento a los programas.
- 5 - Difunde el problema a otros niveles (desde el particular de Dirección General, hasta el Nacional).
- 6 - Ejecución de trabajos solicitados por la Superioridad.
- 7 - Recepción, análisis y discriminación de las políticas nacionales

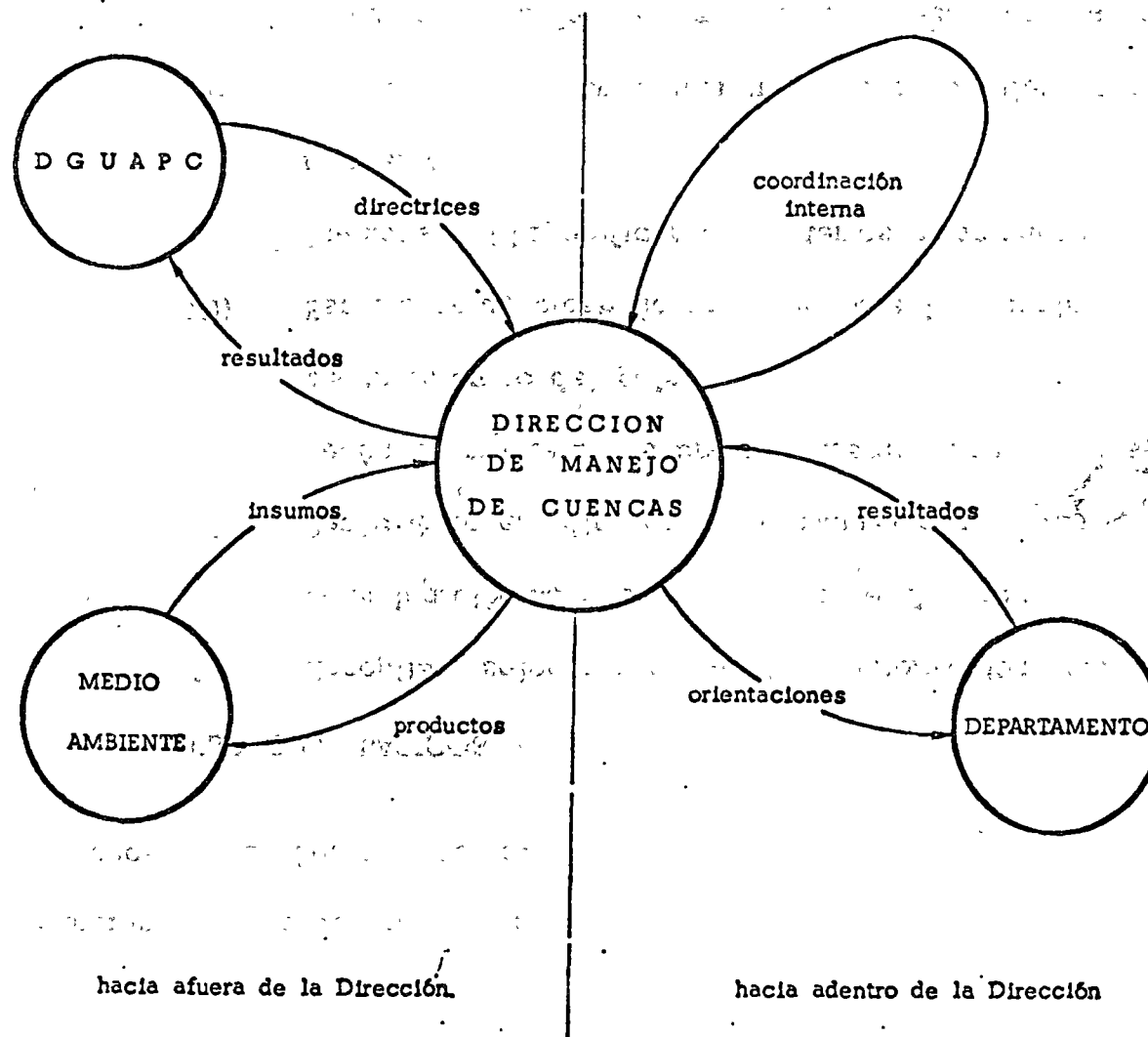
que deben ser integradas a las funciones de la Dirección.

4.3 Funciones del Director:

Hacia dentro de la organización. (relación dirección con la organización)

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| - <u>Señala:</u> | - Objetivos |
| | - Políticas de acción |
| | - Marco de actuación |
| | - Restricciones |
| - <u>Controla:</u> | - Actividades |
| | - Personal |
| | - Recursos |
| - <u>Decide:</u> | - Acciones a realizar |
| | - Contratos |
| | - Presupuestos |
| | - Personal. |

- Evalúa:
 - Programas
 - Resultados
- Coordina:
 - Actividades
 - Recursos
- Delega:
 - Responsabilidades



4.4 Funciones de los Departamentos.

A) Funciones de Diferenciación.

I - ESTUDIOS BASICOS.

- I) Recopilar, seleccionar y analizar información sobre sistema hidrológico y sobre Manejo de Cuencas.
- II) Realizar un estudio (sea documental o de investigación según se requiera) sobre la situación actual del sistema hidrológico del país.
- III) Establecer un orden de prioridad para la atención de - Cuencas. (Especificar los criterios mencionados anteriormente).
- IV) Realizar (o buscar alguna Institución que lleve a cabo) estudios integrales (climatológicos, edafológicos, geomorfológico, ecológicos, hidrológicos, socioeconómicos) de las cuencas, respetando el orden de prioridades.
- V) Supervisar a contratistas que realizan estudios que la -

Dirección de Manejo de Cuencas les haya encargado.

VI) Formular estudios específicos sobre uso, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales de las -- cuencas.

VII) Organizar el banco de datos.

II PLANES Y PROGRAMAS.

- I) Manejar el material que proporcione Estudios Básicos y respetando el orden de prioridad establecido, diseñar - planes, programas y proyectos, según sea el caso, de Manejo de Cuencas.
- II) Formular un plan Nacional de Manejo de Cuencas.
- III) Brindar criterios y proponer métodos de evaluación de - trabajos de Manejo de Cuencas.
- IV) Diseñar sistemas y técnicas para combatir el problema- del Manejo de Cuencas.
- V) Organizar la subárea de asistencia técnica especializada.

III EJECUCION DE PLANES.

- I) Promover los proyectos y programas de Manejo de Cuen-
cas ante las autoridades, a fin de obtener colaboración
y financiamiento para llevarlos al cabo.
- II) Diseñar, promover y reforzar formas de organización -
campesina que permitan llevar al cabo los programas de
Manejo de Cuencas.
- III) Experimentar, con la anuencia de los grupos involucra-
dos, diversas metodologías que refuercen los sistemas
de protección y mejoramiento de las cuencas.
- IV) Poner en marcha los trabajos que tenga que realizar la
Dirección.
- V) Fomentar el aprendizaje conjunto por campesinos y téc-
nicos de los mejores procedimientos para proteger el -
sistema hidrológico.
- VI) Especificar y supervisar los contratos que se establez-

can para manejo de los campos de demostración.

- VII) Aplicar las medidas tendientes a reducir la erosión y -
el incremento de azolves.

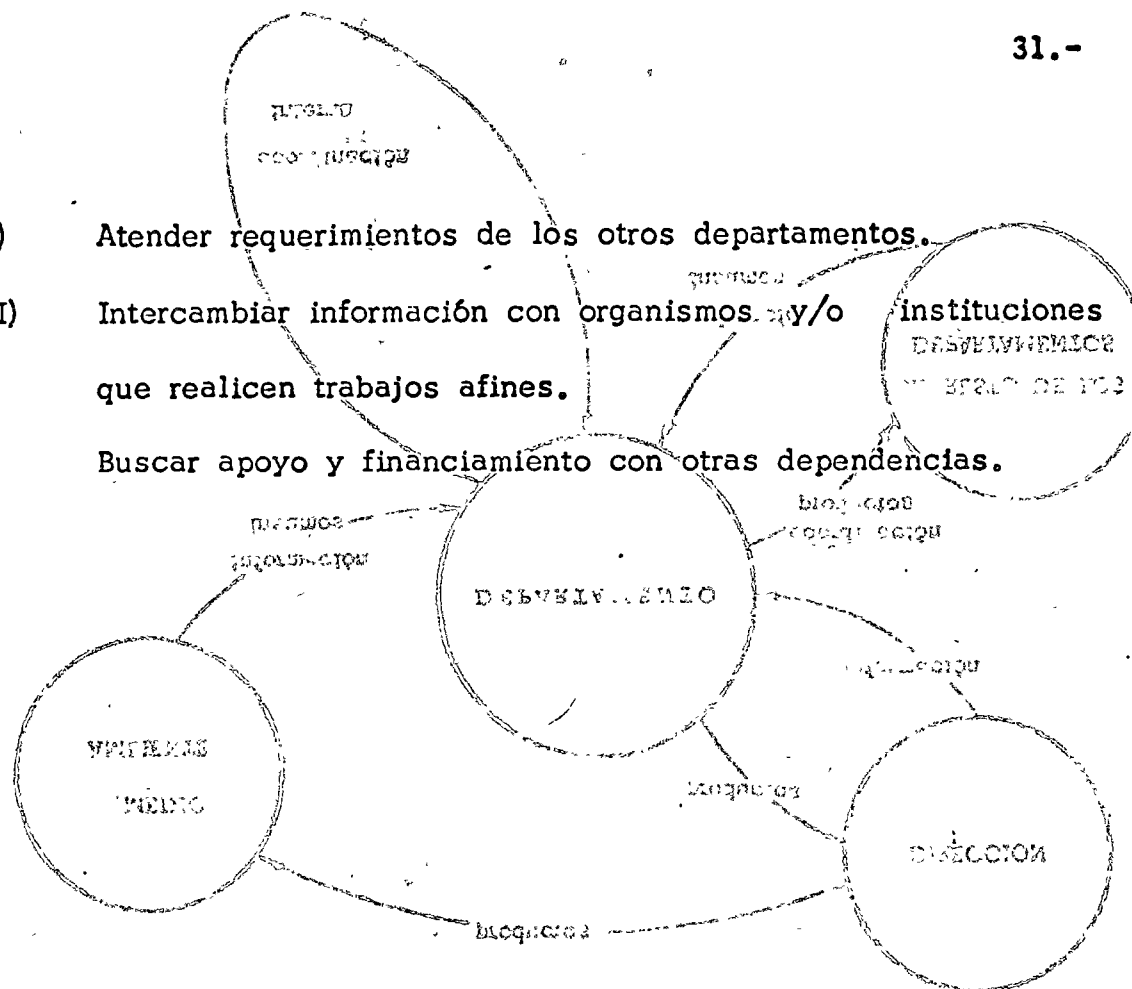
IV DIFUSION Y PROMOCION.

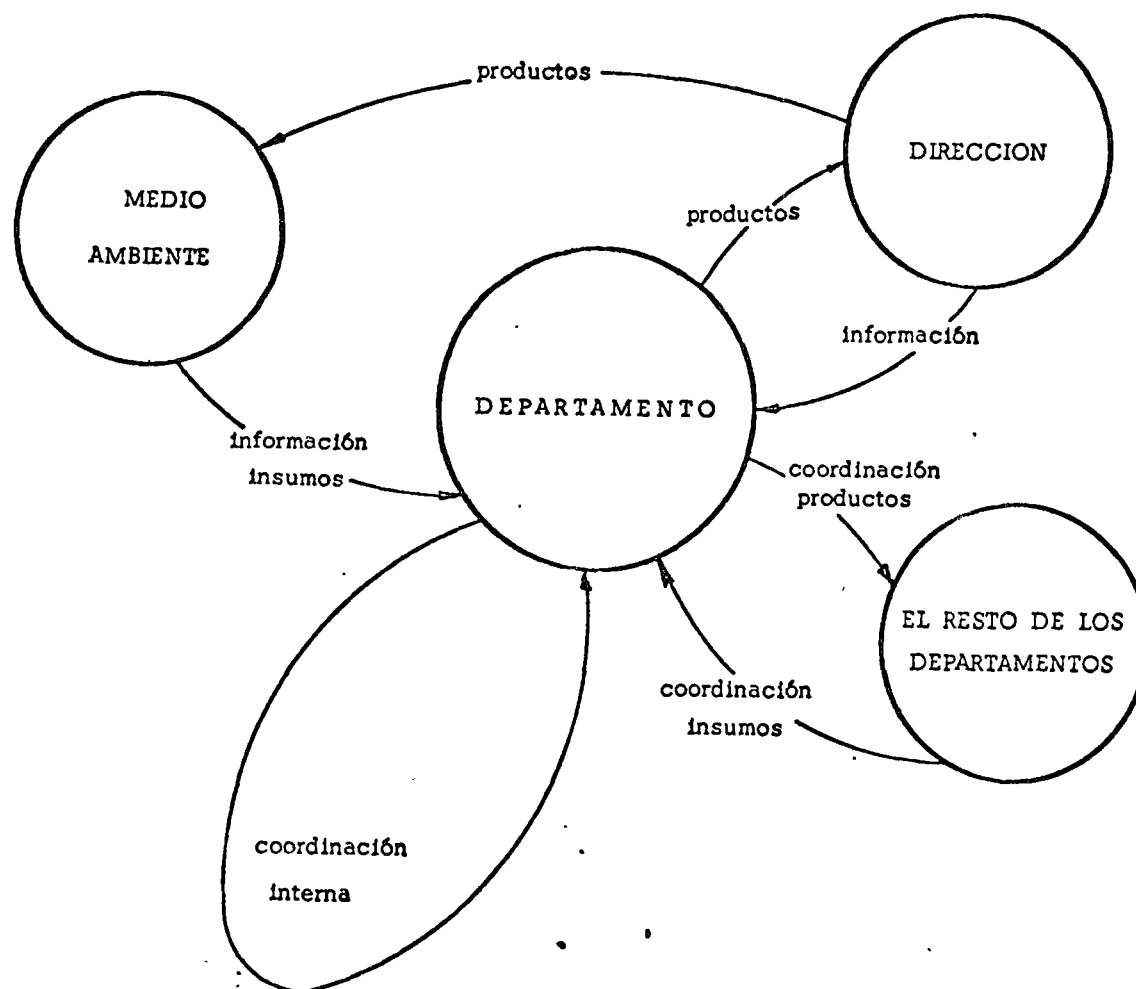
- I) Elaboración de un boletín mensual que sirva como medio de comunicación y de información de las actividades de los departamentos de la dirección y de la dirección misma.
- II) Promover reuniones entre los integrantes de los departamentos, a fin de intercambiar información.
- III) Asesorar y complementar audiovisuales, películas, folletos, transparencias, etc., de las actividades y trabajos que sugieren los diversos departamentos.
- IV) Especificar y supervisar los contratos que se establezcan en el renglón de elaboración de material audiovisual.
- V) Elaborar material para su difusión a nivel fuera de la Dirección.
- VI) Organizar la subárea de capacitación.

...

- B) Funciones de Integración. (estas funciones son comunes a la totalidad de los departamentos y las subáreas).
- I) Participar en la elaboración del Boletín Mensual de la Dirección, con el fin de informar a los otros departamentos de las actividades que se están realizando.
 - II) Proporcionar y solicitar material al Banco de Datos
 - III) Coordinar actividades con los otros departamentos.
 - IV) Dar asesoría, sugerencias y contenidos al Departamento de Difusión para la elaboración del material de comunicación y de información a nivel fuera de la Dirección (hasta el nivel nacional) .
 - V) Colaborar en la estructuración del PLAN NACIONAL HIDRAULICO
 - VI) Sugerir y asesorar a los otros departamentos, en actividades en las que tengan inferencia.

- VII) Atender requerimientos de los otros departamentos.
- VIII) Intercambiar información con organismos y/o instituciones que realicen trabajos afines.
- IX) Buscar apoyo y financiamiento con otras dependencias.





- I) El departamento puede pedir información del medio ambiente.
De la Dirección.
De otros departamentos.
- II) El departamento genera productos hacia el medio ambiente sólo a través de la Dirección, pero puede generarlos hacia los otros departamentos, sin pasar por la Dirección.
- III) Tiene relaciones internas que aumentan su dinamismo.

4.5 Funciones de las subáreas

A. Funciones de Diferenciación.

I - CAPACITACION

- I) Organizar eventos (pláticas, conferencias, cursos, etc.), que contribuyan a dar una preparación mejor a todo el personal.
- II) Proponer reuniones que tiendan a fomentar el trabajo interdisciplinario entre los empleados y técnicos de la Dirección.- (Ej.: Dinámica de Grupos).
- III) Seleccionar aquellos eventos que realicen otras dependencias y/o instituciones, que estén dentro de los objetivos de la Dirección y proponerlos a los miembros de la Dirección.
- IV) Capacitar y adiestrar personal (técnicos, campesinos u otras personas), en materia de protección, uso, mejoramiento y conservación de los recursos de las -

...

cuencas.

- V) Adiestrar promotores regionales para divulgar las técnicas de Manejo de Cuencas y las actividades desarrolladas en los campos de demostración.

II - ASISTENCIA TECNICA ESPECIALIZADA.

- I) Auxiliar a los departamentos y a los campos de demostración en los problemas específicos de manejos de recursos naturales.
- II) Buscar y establecer los contactos convenientes (personas, instituciones) que puedan brindar una asesoría, en un momento dado, en cualquiera de los renglones que se manejen en la dirección.

III - BANCO DE DATOS

- I) Sistematizar los datos mandados por los departamentos.
- II) Seleccionar y clasificar la información obtenida mediante sistemas bibliotecarios, para su fácil acceso y consulta.
- III) Integrar y operar un sistema de información especializada en Manejo de Cuencas.
- IV) Diseñar sistemas de archivo operables y accesibles para Planos, mapas, etc.
- V) Diseñar sistemas de archivo para Fotos y transparencias.
- VI) Formar ficheros para consulta por materia y por autor.
- VII) Informar periódicamente de las adquisiciones.

IV - CAMPOS DE DEMOSTRACION.

- I) Cuantificar la erosión por medio del registro de las -
áreas dañadas para aplicar las técnicas de conservación
de suelo y agua.
- II) Establecer y desarrollar cultivos agrícolas, tradicionales
o nuevos, de mayor rendimiento económico.
- III) Trabajar con especies forrajeras nativas o introducidas,
combinadas con técnicas de manejo animal, para impul-
sar el desarrollo del sector agropecuario.
- IV) Demostrar especies forestales, frutícolas y de ornato, -
para propagar y establecer las más adecuadas.
- V) Capacitar a la población en las técnicas de producción-
agrícola, pecuaria, forestal, etc., para el uso, conser-
vación y mejoramiento de los recursos.
- VI) Organizar a los habitantes de la zona de influencia del
campo de demostración y asegurar la continuidad de la-
acción.

...

VII) Desarrollar programas de higiene y sanidad de la población y mejoramiento de la vivienda.

a. Higiene y saneamiento

b. Promoción de la salud y atención de enfermedades

c. Programas de protección de las aguas

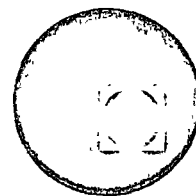
d. Programas de inspección

B- Funciones de Integración.

Las Funciones de Integración de las Subáreas de -
la Dirección son las mismas que se apuntaron anteriormente
te para los departamentos.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MANEJO DE CUENCAS

LA CUENCA COMO SISTEMA ECOLOGICO-ECONOMICO SOCIAL (Parte II)

LIC. JUAN ANTONIO ROMERO SOTO

LA CUENCA COMO SISTEMA ECOLOGICO-ECONOMICO-SOCIAL

II PARTE

Integrantes Socioeconómicos.

La economía de la cuenca está ligada - básicamente a los aspectos ecológicos que hemos visto en la primera parte, pues las actividades del hombre y su productividad dependen del uso adecuado que éste haga de sus recursos naturales.

Al estudiar una cuenca probablemente - encontremos que posee una economía esencialmente agrícola o industrial o que combina ambas modalidades y que debemos partir del conocimiento detallado de sus características para estar en posibilidades de diagnosticar su funcionamiento y establecer los planes y programas de manejo que conjuguen los aspectos ecológicos con las metas económicas que sean necesarias al - canzar, para lograr el desarrollo integrado de la cuenca y evitar los grandes desequilibrios económicos que padecen actualmente las cuencas y regiones del país.

El estudio de la economía de una cuenca debe tener la característica de ser fiel y representativo de las verdaderas - condiciones en que evoluciona la población, el uso de estadísticas generales servirá tan solo como una base en la que se apoyarán estudios más concienzudos y profundos sobre los recursos humanos y de capital en que cuenta la cuenca, para conocer sus necesidades y posible desarrollo.

La integración económica de una cuenca o sea su infraestructura y superestructura no siempre es la más adecuada a - sus posibilidades de desarrollo y a su disponibilidad de recursos, pues en - no pocas ocasiones nos encontramos con áreas de subutilización o sobreexplotación de suelos y vegetación dentro de una misma cuenca, razón por la que debe vigilarse el equilibrio entre áreas de explotación y fuerzas explotadas.

Las áreas de explotación están representadas por las tierras de cultivo, pastizales, bosques, y otras asociaciones - vegetales que componen el ecosistema de la cuenca, sujeta al manejo del - hombre para producir materias primas que satisfagan sus necesidades y que - a la vez produzcan excedentes para establecer relaciones de comercio con - otras regiones que producen satisfactores que en su sistema ecológico no es - posible obtener.

Estas áreas por lo general nunca se muestran bien distribuidas dentro de una cuenca, ni tampoco se basan en el mejor uso del suelo según su capacidad agrológica, más bien están distribuidas al azar y capricho de los productores debido a una economía no planada, se talan bosques para establecer praderas que tal vez sean menos productivas que éste, los asentamientos urbanos ocupan tierras muy fértiles, se siembra en suelos que debieran tener pastizales y así, la disposición de las áreas dista mucho de guardar un orden ecológico y económico, que implica en ocasiones graves pérdidas y emigración a otras cuencas o polos de desarrollo urbano e industrial.

La baja productividad derivada de este hecho obliga a realizar una agricultura extensiva que avanza a costa de pastizales y bosques, utilizando indiscriminadamente, suelos forestales, laderas con elevada pendiente, tierras pedregosas, etc. que aumenta el volumen de la producción, pero no los rendimientos por hectárea, que van descendiendo paulatinamente hasta que el hombre abandona la tierra, algo similar ocurre con la ganadería que al aumentar su número de cabezas, ejerce mayor presión sobre los pastos que, al no mejorarse, son presa de una sobreexplotación que los va arruinando hasta convertir los suelos en extensos eriales improductivos.

El manejo de la productividad de las fitocenosis y los biomas, como se había visto en la primera parte, se torna imperioso, para no transgredir los límites de explotación de los recursos naturales.

Por otra parte las fuerzas explotadoras están representadas por el hombre y su tecnología, que es el que va obtener de la naturaleza los productos necesarios para su desarrollo.

Las fuerzas explotadoras pueden diferir o de hecho difieren mucho de una área explotada a otra, la cantidad y calidad de la fuerza aplicada depende del desarrollo alcanzado por la población, de la organización social en que ésta se haya estructurado y de los recursos de capital con que esta sociedad cuente para aplicarlos para la obtención de materias primas y de productos manufacturados.

Examinemos la cantidad de la fuerza explotadora. La cantidad puede expresarse en términos absolutos como población total o en términos relativos como densidad de población. La natalidad, la mortalidad y la migración determinan el tamaño o cantidad de la población.

Es evidente y bien conocida la relación -

que existe entre el tamaño de la población y los tres fenómenos mencionados. Por lo tanto lo que nos interesa ante todo es establecer el grado en que los fenómenos en cuestión son determinados por otros fenómenos socioeconómicos, por lo que en un estudio de la economía de los recursos humanos de una cuenca, resulta interesante considerar las modificaciones que los cambios económicos generan en el proceso de formación de dichos recursos.

Entre los fenómenos que afectan al desarrollo de los recursos humanos están: el ingreso per capita; Hagen propone la hipótesis de que las tasas de natalidad y mortalidad disminuyen al aumentar el ingreso per capita y Malthus sostuvo que la tasa de incremento en el ingreso debe ser mayor a la tasa máxima posible de incremento demográfico, para que pueda mantenerse un aumento en el ingreso per capita.

Pero el ingreso no es el único fenómeno socioeconómico que influye en las tasas de natalidad y de mortalidad. Deben tomarse en cuenta, entre otros, la distribución de la población en clases sociales, en actividades económicas y en áreas geográficas. Por ejemplo, conocemos las diferentes características demográficas de los grupos de población activa en la agricultura, manufactura, servicios, etc. Los cambios en la importancia relativa de estos sectores económicos, originados por el desarrollo económico, producen a su vez cambios demográficos.

La migración debe estudiarse como una determinante de la población total, además de los factores ya mencionados, pues el volumen de la migración, en ausencia de barreras legales, está condicionado por las diferencias interregionales en la disponibilidad de oportunidades de trabajo disponible y por la distancia.

Por otra parte, el tamaño de la población es un indicador general del volumen de la fuerza de trabajo que está en función de su estructura por edad y sexo, aunque hay que tomar en cuenta que ésta no sólo afecta al número de trabajadores, sino también sus capacidades, es decir, la calidad de la fuerza explotadora de los recursos naturales.

Las relaciones que existen entre la estructura de la población por sexos y edades y la migración son menos conocidos, sin embargo, se puede afirmar que la migración genera una pérdida de población en edad activa en el lugar de origen, y una ganancia es el lugar de destino. Esto es especialmente cierto si los inmigrantes son solteros y en edad activa.

Por otra parte, la relación existente entre

la proporción de la población en edad activa y la proporción de la población incluida en la fuerza de trabajo, puede ser modificada por varios factores socioeconómicos. Es posible que los más importantes entre ellos sean la escasez relativa de la fuerza de trabajo, el ingreso per capita y la estructura industrial de la economía.

Cuando aumenta la escasez relativa de la fuerza de trabajo, es más fácil que encuentren empleo las personas que están fuera de los límites de edad activa, y los salarios elevados son incentivos para ellos.

El ingreso per capita influye en la oferta y la demanda de trabajo de dos maneras contrarias. Cuando hay un ingreso per capita bajo algunas necesidades se quedan sin satisfacer. Por esta razón, personas que en circunstancias diferentes no ofrecerían su trabajo se ven obligadas a hacerlo. Esto explica el volumen relativamente elevado de trabajo infantil en los países subdesarrollados, que se presenta aún cuando haya lugares que prohíben esa clase de trabajo.

Se da el nombre de estructura industrial de la economía a la división en sectores de las actividades económicas, especialmente las de la producción. En ciertas actividades productivas existen funciones que pueden desempeñar los niños y los ancianos. El ejemplo más sencillo de esto lo encontramos en la agricultura.

La escasez relativa de la fuerza de trabajo, el ingreso per capita y la estructura económica, influyen también en la participación de las mujeres en la fuerza de trabajo.

La calidad de las fuerzas explotadoras. Puede definirse como las capacidades de la fuerza de trabajo, que están determinadas por la naturaleza humana y por los factores que influyen en ellas.

De los muchos elementos que constituyen la naturaleza humana son importantes en nuestro caso las necesidades y las aptitudes o capacidades.

Las necesidades y la naturaleza humana. Las necesidades estimulan la acción. No se ha clasificado todas las necesidades y tampoco se conoce la importancia relativa de cada una de ellas, es decir, que en el estado actual de nuestros conocimientos resulta imposible predecir siempre con exactitud la conducta de una persona, cuando se sabe que tiene dos necesidades insatisfechas. La misma persona puede tratar de satisfacer una de las necesidades algunas veces, otra en otras. Sin embargo, existe un consenso más o menos general en cuanto a que las necesidades fisiológicas usualmente tienen preferencia sobre otras.

El hecho de que no entendamos la conducta de personas aisladas no impide que se formulen hipótesis relativas a la conducta de los grupos sociales, las cuales pueden ser comprobadas estadísticamente. Las ilustraciones más conspicuas se encuentran en la teoría económica. Por ejemplo, la función de consumo que expresa la relación que, según se supone, existe entre el consumo y el ingreso, predice la conducta que se observará en un grupo social si cambia el ingreso. Esto es cierto aún cuando no pueda predecirse la conducta de cada una de las personas del grupo.

Aún cuando estos hechos pueden parecer sorprendentes a primera vista, para entenderlos basta recordar que las leyes estadísticas expresan regularidades para los grupos de individuos, no para las unidades individuales.

Las capacidades o aptitudes de la naturaleza humana.- El término capacidad básica se refiere al rasgo general de un individuo que determina el límite de realización que puede alcanzar en diferentes áreas.

Una primera división para conocer éstas es la que distingue un área psicomotriz y otra intelectual, en la que se identifican nueve aptitudes básicas que son la inteligencia, aptitud verbal, aptitud numérica, aptitud espacial, percepción de formas, percepción secretarial, coordinación motriz, destreza de los dedos y destreza manual; los factores que determinan éstas aptitudes son: la nutrición, la salud, la educación y el ingreso.

En muchos casos la capacidad de trabajo se puede duplicar o aún triplicar, simplemente mejorando la nutrición, es decir aumentando el consumo de calorías según el trabajo que se ejecute.

También se puede afirmar que las tasas de mortalidad elevada corresponden a ingresos bajos y viceversa, que se traduce en una mayor o menor esperanza de vida; igualmente importante es la morbilidad por la reducción en la capacidad de trabajo de una persona enferma que continúa trabajando y la otra es la reducción debida a la ausencia del trabajo.

Los niveles de educación de la población son factores decisivos en el desarrollo económico de una cuenca, de ellos depende el grado de asimilación de tecnología que se aplique para buscar ciertos desarrollos, de la pronta aplicación de éstas y de los mejores resultados que podrían esperarse de ellas, sucede que en muchos lugares donde la población carece de educación se aplican técnicas modernas para el desarrollo, pero éstas están condenadas a fracasar por falta de preparación de los individuos, para evitar esto, entonces se lleva mano de obra calificada, relegándose a la po-

blación local a prestar servicios auxiliares de baja categoría, derramándose por este concepto un beneficio mucho menor del que se hubiera planeado para tal o cual zona.

Finalmente el ingreso de una población - esta determinado por sus aptitudes para el trabajo, pero a su vez éste está - determinado por aquellos, cayendo en el círculo vicioso del subdesarrollo - tecnológico y económico que hay que romper para poder alcanzar el equilibrio social entre la gente del campo y la ciudad.

EL FACTOR HUMANO EN EL MANEJO DE RECURSOS NATURALES

Los múltiples efectos debidos a la presencia física y activa del hombre que han tenido lugar en la faz del planeta, a través del período relativamente corto de su historia, tienden a ser dinámicos y se entrelazan. El mundo como es, existe antes de que el hombre usara herramientas y el fuego, teniendo inmensas riquezas en recursos naturales, orgánicos e inorgánicos. Pero decirlo es colocar la carreta antes que el caballo, los recursos naturales no fueron recursos absolutamente hasta que el hombre estuvo tanto presente como apto para hacer uso de ellos. La habilidad para identificar, obtener y usar los recursos naturales ha sido un proceso continuo del hombre y debemos tener una clara comprensión de los diferentes grados de explotación, los cambios repentinos del grado y modo causados por cambios en las condiciones humanas y del grado enormemente acelerado de cambio dentro de la centuria pasada.

Desde la iniciación de la civilización, el hombre ha venido alterando los procesos del medio ambiente a medida que ha venido extrayendo la materia orgánica de los ecosistemas. Aún la luz de un fuego alimentado con madera muerta, que proporciona calor, es una desviación del proceso natural de descomposición, que quizá puede ser la formación humus, hacia la producción de cenizas inorgánicas. Por largo tiempo el hombre no pudo haber sido algo más que el equivalente de un animal nativo de limitada actividad y de reducida producción de cambios, con la revolución neolítica de hombres cazadores y recolectores de alimentos se cambiaron partes de su mundo más o menos en forma involuntaria por el uso del fuego, que puede mover y cambiar los complejos vegetacionales; el fuego pudo ser usado para ayudar a dirigir rebaños de animales de caza, a la vez puede ser un gasto prodigioso de materia orgánica por conveniencia momentánea.

Los hombres eran pocos y el mundo aparentemente bastante grande, tanto que éste pudo haber sido un extraño, sin embargo con el tiempo el número de individuos del especie humana se ha incrementado enormemente y la explotación de los recursos naturales igualmente se ha ampliado, de tal forma que ahora el temor es si podremos rehabilitar las áreas que se han explotado indebidamente y si las causas y las consecuencias de nuestras acciones repercutirán con una amplitud que no podamos controlar.

Vale la pena intentar alguna clasificación de los impactos del hombre en el medio ambiente, sus posibilidades de desenvolvimiento y categoría cualitativa, que pueda ser flexible y capaz de iniciar la redistribución como un diagrama ecológico de factores interrelacionados.

Los impactos del hombre no deben ser siempre considerados por entero como acciones en detrimento de su bienestar, aunque esto pudiera llegar a ser así. Ciertos habitats modificados por el hombre pueden representar ecosistemas de igual o mayor producción y por este motivo crear mayor riqueza por la acumulación de capital que de ellos obtiene.

Entre los impactos que el hombre ha originado dentro de su medio ambiente podemos mencionar el uso del fuego para la cacería de animales, destruyendo incidentalmente los bosques y evitando su regeneración, o la quema intencionada para producir pasto joven, iniciando el empobrecimiento de la vegetación, lo cual trastorna la flexibilidad de los complejos de pastos en cuanto a la resistencia a las variaciones climáticas estacionales.

El cultivo nomádico ha dado lugar a la destrucción de la vegetación en forma sistemática debido a que año con año se abandonan tierras de labranza y se abren otras, sobre todo en pendientes pronunciadas y sobre algunas formaciones geológicas que son fácil presa de la erosión, produciéndose efectos a largo plazo que no es posible detectar.

El cultivo sedentario inicia el empobrecimiento del suelo si no se reemplaza la energía obtenida por los cultivos, dando lugar a posibles zonas áridas.

El riego que tiene una larga historia y es aún un renglón común de desarrollo crea muchos problemas. Como los proyectos de riego están frecuentemente situados en zonas áridas en donde una elevada evaporación permite la conservación de sales en el suelo, el agua tiende a disolverlas y las deposita formando costras de cristales cercanas a la superficie.

El riego por bombeo de aguas dulces fósiles se ha incrementado, con el consiguiente peligro de extinción de los depósitos de estas aguas, que no se reponen por infiltración.

El sobrepastoreo y sobreramoneo se originó tan pronto como se presentó la domesticación, la sedentalización limitó movimientos del ganado y obligó a que las áreas de pastizales tuvieran que soportar una excesiva población de ganado de diversas especies, sin embargo el ganado doméstico hábilmente utilizado en distintas condiciones climáticas puede mantener el habitat.

La desforestación ha tenido lugar desde épocas muy remotas, la tendencia a exportar los recursos naturales conduce a la devastación que ha sido registrada numerosas veces, la historia de la - pasada centuria, en lo que respecta a la utilización de los bosques, prade - ras, vida silvestre y fuentes de agua, es la más violenta y destructiva que - nadie haya descrito en la larga historia de la civilización.

La tala de los bosques tropicales es una historia de clara extracción. La masiva e impresionante acumulación de ma - teria orgánica de la más antigua forma de vida en el planeta tiende a cegar - nos sobre su fragilidad. Semejante a la mayoría de las formas forestales, - los tropicales son en primer término una fábrica de celulosa fotosintética, - con ninguna o muy secundaria protección. El piso de los bosques tropicales ha sido protegido del sol por miles de años, de tal modo que cuando el bos - que es talado el delicado suelo expuesto al sol se oxida rápidamente y desa - parece.

El drenaje de tierras húmedas que en ge - neral son altamente productivas en protefñas animales ha proporcionado más tierras agrícolas y posiblemente tierras hortícolas especialmente fértiles, pe - ro a su vez ha hecho disminuir la fauna ocasionando la pérdida de especies - que adecuadamente aprovechadas pudieran significar mayores recursos.

La cacería de especies seleccionadas - como deseables en ocasiones ha implicado la desaparición o la disminución - de éstas, habiendose alterado el ecosistema y el habitat.

Los humos tóxicos y liberados por las - fundiciones matan'a las plantas y a veces algunos animales. La esteriliza - ción de áreas es bien conocida, por este motivo. El vaciado de desechos - en los ríos ha provocado también una grave forma de contaminación destru - yendo la flora y la fauna que se desarrollan en ellos.

Debido al rápido desarrollo sobre gran - des áreas terrestres y la difusión de uso de poderosos métodos tecnológicos, las variadas comunidades bióticas están ahora sufriendo cambios radicales - y extensos: desforestación, riego, introducción de plantas exóticas y anima - les, el uso en gran escala de herbicidas, la erradicación de ciertos agentes patógenos, etc., ha transformado los paisajes más profundamente que la agri - cultura tradicional y los métodos de cría de ganado de hace diez centurias. - A mayor abundamiento, las innegables o inmediatas ventajas económicas de - esta "reordenación de los ecosistemas", en algunas ocasiones ha dado lugar a un repentino colapso del equilibrio entre el hombre y su medio ambiente, - dando lugar a la aparición de diferentes dificultades inesperadas.

La migración provocada por la tentación que representa las nuevas ciudades y centros industriales, comprenden movimientos de población sin precedente, los cuales son la causa de un desequilibrio demográfico que va en detrimento del desarrollo. Estas migraciones son además frecuentemente selectivas y tienden a dejar a los grupos menos emprendedores o atrasados individualmente en las áreas rurales, y a condenar a la mayoría de los mejores elementos a un desempleo crónico, poblaciones biológicamente bien adaptadas a medios ambientes especiales a veces por sí mismas se trasladan en estas migraciones a regiones climáticamente desfavorables para ellas, lo que ocasiona una sensible baja en el rendimiento de su trabajo y por lo tanto representa un subutilización de los recursos naturales con posibles pérdidas.

Estos problemas y muchos de este tipo requieren estudio urgente por equipos de especialistas que incluyan ecólogos, médicos, sicólogos, economistas geógrafos, etc. con vistas a encontrar soluciones satisfactorias tan rápidamente como sea posible, debido a que los ecosistemas son numerosos, complejos y delicados, en los que nada puede actuar más en detrimento de los seres humanos que los habitan que una simple y pura "transplantación de técnicas" (a veces aún de ideas) que ha aprobado su eficacia en latitudes templadas, pues el ocuparse de extender los medios de vida de las naciones industrializadas sobre la totalidad de las regiones es peligroso y fuera de realidad. Las "normas" occidentales son adaptadas a otros medios ambientes y culturas sin importar efectuar una transformación perjudicial. Estas aplicaciones no solamente se realizan en lo que compete a tecnología y economía sino en aspectos tales como: alimentación, habitación e indumentaria.

Sin embargo, independientemente de errores pasados y presentes y de los nuevos problemas creados por el aceleramiento del desarrollo debido al crecimiento demográfico, económico y social, las nuevas orientaciones de conceptos y cambios tecnológicos han originado el deseo y las posibilidades de construir o reconstruir el medio ambiente, que tenga las características requeridas para la salud así como también lo necesariamente útil para proporcionar servicios.

La creación de parques nacionales es la mayor contribución a la civilización, de la población inclinada a la conservación, que tiene una visión futura de las aspiraciones humanas.

La concentración de la agricultura en los mejores suelos y el consecuente abandono de tierras marginales debe abrir el camino al desarrollo de áreas rurales basadas en la formación de bosque para la conservación del suelo, al manejo de los bosques para la producción de madera y recreación, existiendo generalmente conservación y manejo intensivo de

de los recursos naturales.

Como hemos visto el factor humano es esencial en el manejo de los recursos naturales de las cuencas, pues de él depende el uso atinado de cada uno de los elementos que integran el sistema ecológico de las áreas en explotación, en todos los planes y programas de desarrollo se hace imperiosa la necesidad de considerar este factor con mayor profundidad de lo que hasta ahora se ha venido haciendo, porque numerosos proyectos han fracasado porque en ellos se emplea tecnologías muy avanzadas que la población no asimila.

Es necesario promover la organización de la población para que emplee masivamente las técnicas de manejo de cuencas que incluyen la protección del sistema hidrológico y con ello la protección de los recursos naturales en su interacción dinámica.

LA IMPORTANCIA DE LAS ESTRUCTURAS SOCIOECONOMICAS EN EL MANEJO DE RECURSOS NATURALES

Desde la aparición del hombre en la tierra, comenzó la explotación de los recursos naturales, en una escala ascendente a medida que aumentaba el número de individuos y las necesidades - eran mayores, con el paso del tiempo la creciente población comenzó a demandar ciertos tipos de organización interna, que les permitiera protegerse y alimentarse mejor.

De esta manera comienza a aparecer las estructuras socioeconómicas en las que la explotación de recursos naturales guarda un papel preponderante.

Las tribus de cazadores y recolectores - ejercieron escasa influencia sobre el paisaje, al concretarse a obtener solamente los recursos necesarios para su sobrevivencia, que la naturaleza les ofrecía de primera mano; tomaban los frutos y animales que les eran accesibles, conservándose la ley natural de la supervivencia del más apto.

A medida que la tribu fue creciendo, su movilidad fue tornándose más difícil, apareciendo los primeros asentamientos y con ellos la domesticación de especies animales y vegetales creándose la necesidad de contar con praderas y tierras de cultivo, que determinaron la transformación de los ecosistemas al roturarse los suelos y quemarse los bosques para aumentar las superficies cubiertas de pastos. En esta etapa comienza a gestarse el desequilibrio ecológico que más tarde va a acentuarse - con el crecimiento de la población y la proliferación de asentamientos humanos, formando ligas, confederaciones y más tarde países y naciones que requieren cada vez mayor cantidad de recursos para satisfacerse y desarrollar su economía, a la vez que aumentaban sus necesidades de intercambio de recursos con otros pueblos que producían lo que unos no tenían.

Surge la necesidad de producir a escala - comercial vegetales y animales, cada vez se abren más campos de cultivo y más pastizales; la economía se diversifica, se demanda madera de los bosques para combustibles, para fabricación de habitaciones y transportes, y el bosque retrocede pues la demanda supera la reproducción, los cambios en los diversos habitats se acentúan y los países se ven obligados a buscar sus materias primas en otros lugares, surgen los viajes a tierras lejanas y con ellos la idea del colonialismo e imperialismo para asegurarse riquezas que serían arrebatadas a los nativos de aquellas tierras.

La estructura del sistema colonial es feroz en cuanto a explotación de recursos se refiere, los colonizadores ha brientos de riqueza, roturan suelos, queman pastos, talan bosques, exterminan especies y modifican a tal grado los ecosistemas que muchos de ellos ahora son totalmente diferentes de lo que fueron hace algunos años.

Con la revolución industrial el hombre cuenta con una mayor fuerza de transformación de las materias primas, por lo que aumenta la demanda de éstas. A medida que el hombre alcanza más altos niveles de civilización su demanda de productos manufacturados crece y por consiguiente se abren más tierras de cultivo, crecen los pastizales, se sobrexplotan y los fenómenos erosivos se hacen más comunes y frecuentes provocandose un progresivo desequilibrio en las cuencas hidrológicas, al alterarse el ciclo hidrológico en ellas, las variaciones climáticas son más frecuen tes y de mayor amplitud, y las pérdidas por falta o exceso de agua son frecuen tes y de graves proporciones.

Hace apenas 20 años que comienza el movimiento conservacionista, cuyo objetivo original fue el dominio de la amena za de la erosión, pero la idea ha crecido y ahora el objetivo es usar cada hec tárea de terreno para el fin a que mejor se adapta. La conservación del suelo aboga también por el tratamiento del terreno en concordancia con sus necesida des de protección y mejoramiento.

El problema principal que ahora afrontamos en el tratamiento de las cuencas es la estructura de tenencia de la tierra deriva da, de la estructura política y económica en que se desarrolla el país.

Por un lado encontramos el sistema ejidal con parcelas que van de 20 Has. 0.5 hectáreas, lo ejidatarios por lo general no cuentan con capital para realizar los trabajos de conservación y muchos de ellos además alquilan su parcela a otras personas, en un sistema como éste ¿qué puede hacer la conservación de suelos? ¿invertir capital?, son interro gantes que debemos plantearnos antes de organizar programas de manejo de re cursos en terrenos ejidales.

Debe organizarse al ejidatario para que pueda realizar las tareas conservacionistas en forma adecuada para que su peque ña superficie produzca más y mejor, para esto es necesario realizar una labor de promoción y concientización muy amplia, pero que exista una rápida acepta ción por parte de éste y se decida a colaborar en forma masiva en los planes o programas; otro punto que debemos considerar es que él mismo participe en la elaboración de éstos y que sugiera lo que a él le gustaría obtener de dichos programas.

Esta sería una forma de romper la estructura tecnocrática y centralista que padecemos en la que las soluciones del campo se dictan desde atrás de un escritorio sin conocer la dolorosa realidad en la que se desarrollan las gentes dedicadas al cultivo.

De este problema pasamos al del pequeño propietario que con notables esfuerzos obtiene rendimientos de regulares a buenos, emplea algo de fertilizante y un poco de maquinaria, siembra cultivos redituables, pero no emplea técnicas de conservación y sus suelos poco a poco van empobreciendo a pesar de su esfuerzo por producir, generalmente carece de créditos oportunos tiene que ocurrir al prestamista, una persona así no puede realizar técnicas de conservación porque siente que el terreno lo va a perder y no vale la pena cuidarlo; el trabajo de manejo de recursos es difícil aquí porque es necesario quebrar esta estructura de cosas y resulta en verdad muy difícil hacerlo.

Finalmente nos enfrentamos a los grandes terratenientes y latifundistas, que son las clases que más pudiera realizar trabajos de conservación de suelo y agua, porque cuenta con los recursos suficientes de capital y maquinaria, pero no lo hace porque sólo le interesa obtener los máximos beneficios al menor costo y como la conservación implica erogación de divisas, éste se resiste a hacerlo, con perjuicio de los suelos que se van perdiendo por erosión.

Por otra parte la pobreza de los campesinos que pueden adquirir energéticos como petróleo u otros, se ven obligados a obtener la leña de los montes, desforestándolos poco a poco, pero su actividad no es tan devastadora como la quieren hacer aparecer, sino más terrible es la acción de los rapamontes, que amparados por permisos de explotación y solapados por las autoridades, dan rienda suelta a su codicia, exterminando hectárea tras hectárea de bosque, sin cuidar su recuperación.

La estructura burocrática es también un grave lastre para realizar obras de conservación, estamos empeñados en lograr un desarrollo industrial fenomenal que no se alcanza, fincando sobre una base falsa, pues si no cuidamos los recursos, ¿con qué materia prima van a trabajar las industrias?, tal vez con la que puedan obtener durante 5 ó 10 años antes que las exigencias industriales acaben por exterminar los recursos naturales.

La lenta estructura burocrática, hace que los créditos no lleguen a tiempo al campo, que los programas se elaboren muy lentamente y que su aplicación se haga fuera de tiempo, asegurándose de esta manera un rotundo fracaso, que va a dejar al campesino peor que como estaba.

La estructura económica de un capitalismo colonialista muy suigeneris, en que se desarrolla el país no permite que se atienda a las necesidades de desarrollo del sector primario, porque éste no es rentable a corto plazo y el campesino que quiere progresar se tiene que enganchar a alguno de los fuertes consorcios de empresas agroindustriales - transnacionales que solo buscan una elevada tasa de rendimiento del capital, sin importarles el suelo y su conservación pues tarde o temprano tendrán que dejar el país, pero cuando suceda ya se habrán llevado un enorme caudal de riqueza y habrán dejado empobrecido nuestro máximo capital que son las tierras productivas.

Es interesante también ver como en los distritos de riego, que son la base de la producción, no hay obras de conservación de suelo y el manejo del agua es tan malo que es necesario drenar para dar salida al exceso de agua, o en otras ocasiones se drenen tierras a tal grado que es necesario regarlas, este hecho es tan patente que se ha creado el Plan de Mejoramiento Parcelario (PIAMEPA) para tecnificar el riego, después de casi 50 años de política de riego, esto resulta inconcebible.

También podemos darnos cuenta de los extensos programas de desmontes en todo el país para abrir tierras al cultivo y para pastizales, tierras que en general son de suelos tropicales que con el tiempo decaeran si no se tienen programas de conservación; se desmonta al rape para después solicitar capital para establecer cortinas de árboles rompevientos, y podrá seguirse citando ejemplo tras ejemplo, pero no es el caso.

De esta manera vemos como las estructuras representan un peso tremendo para todas las personas y organismos que quieren realizar conservación de suelos y agua, ciertamente que se tienen algunos logros pero a escala muy reducida, en pequeñas áreas de conservación, pero sólo de conservación y no de desarrollo, hay que conservar para desarrollar y no conservar por proteger.

El manejo adecuado de los recursos naturales ha venido a significar el empleo apropiado de éstos contra todas las formas de agotamiento. Esto incluye rehabilitación del suelo erosionado, conservación de la humedad para el uso de las plantas, provisión de drenaje y riego agrícolas adecuados, reconstrucción de la fertilidad del suelo y aumento en los rendimientos e ingresos del campesino, todo al mismo tiempo.

Los métodos modernos de manejo de recursos y conservación comprenden el aumento en la productividad del suelo, y aspiran a mejorar el estandar de vida de la población rural para hoy, mañana y la posteridad. Es decir, que los modernos métodos de manejo y conservación

combinan el objetivo del bienestar nacional con la vida también mejor para las gentes que trabajan el terreno. Significa en nuestros días producción eficiente y abundante sobre una base sostenida.

Se ha hecho algunos progresos de conservación, sin embargo, no podemos dormirmos en nuestros laureles, pues la tarea es muy grande y el tiempo muy poco para lograr los fines del manejo de recursos naturales.

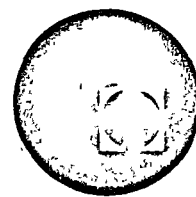
Las demandas de la agricultura de hoy son mayores que en cualquier otra época. La necesidad de una producción mayor es inmediata y será continúa, o sea que crecerá progresivamente a través de los años. La población del país esta creciendo en la proporción de 1.7 millones de personas por año; nuestra esperanza de vida ha alcanzado los 61 años. Por consiguiente, seremos más en el futuro los que necesitamos alimentación, vestido y vivienda. Así por ejemplo, según el índice actual de incremento de la población para el año 2,000 será casi tres veces más grande que ahora.

Nosotros no podemos buscar un nuevo terreno para satisfacer las demandas crecientes del futuro, sino que en lugar de ello tenemos que depender del aumento de los rendimientos por hectárea. Por tanto debemos de comenzar hoy a mejorar cada hectárea de nuestra tierra de pastos, de nuestro terreno de bosques y de nuestro terreno cultivado para asegurar la vida de las generaciones futuras y proporcionarles una tierra que quizá con nuevas técnicas que diseñe el ingenio de hombre, sea capaz de producir aún más y no legarles heredad totalmente inútil, que dichas generaciones nos reprocharán con toda justicia.





centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS

OPERACION DEL PLAN

Y

MOTIVACION SOCIAL

ING. ANGEL ROLDAN PARRODI

I N D I C E

PAGINA

| | |
|---|----|
| LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA CONFORMACION
DE UN SISTEMA | 1 |
| PARTICIPACION POPULAR EN LOS TRABAJOS DE MA-
NEJO DE CUENCAS | 6 |
| MOTIVACION COLECTIVA | 11 |
| CAPACITACION COLECTIVA | 21 |
| ORGANIZACION POPULAR | 23 |

LINEAMIENTOS GENERALES

PARA LA CONFORMACION

DE UN

SISTEMA

LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA CONFORMACION DE UN SISTEMA.

Para llevar a cabo un plan, uno de los requisitos fundamentales es contar con una organización adecuada. Y el tipo de organización depende entre otras variables, de los objetivos, las condiciones medio - ambientales, el tiempo disponible, los recursos técnicos, humanos y financieros, etc.

Al empezar un trabajo de manejo de cuencas o en su misma operación - conviene delinear, no de una manera rígida, la forma de organización - con la cual se va a operar.

A continuación se expondrán algunas ideas que pueden contribuir a buscar la forma de organización más adecuada.

1° Conceptos fundamentales:

- i) Elementos que entran en juego: Es todo objeto o individuo, - no siempre definido, a partir del cual, se pueden advertir - - ciertos atributos, que de acuerdo a las circunstancias tendrán cierta utilidad o no para los fines que se pretenden.
- ii) Propiedades discriminatorias: Es el criterio que nos permite - tanto distinguir como agrupar elementos o para seleccionar de

entre todos los elementos que entran en juego, aquellos que reúnan las propiedades establecidas para la consecución de los objetivos propuestos.

iii) Conjuntos: Colecciones de elementos distinguibles, que satisfacen una o más propiedades discriminatorias y que intervienen directamente en la conformación de la organización.

iv) Relaciones: Establecidos y definidos los incisos anteriores - nos interesará ahora encontrar las relaciones que se van a establecer entre los diferentes conjuntos, entre los diferentes elementos, entre elementos y conjuntos. Es muy importante tener claras las relaciones, pues depende de ellas, en gran parte, el funcionamiento de la organización.

Las relaciones pueden ser de muchos tipos: Transitivas, reflexivas, simétricas, seriales; relaciones de autoridad, de poder; relaciones con el medio ambiente, etc.

v) Conformación de un Sistema: Partiendo de la noción de cuenta, podemos considerar a la misma como un sistema integrado en el cual inciden diversos elementos que interaccionando entre sí y de acuerdo con un propósito, se pueden orientar a un resultado dado (Sistema Abierto - Propositivo).

- vi) Medio ambiente del sistema: Una cuenca está integrada a -- otra cuenca, así un sistema está inserto en un sistema mayor con el que establece relaciones de intercambio en situaciones de igualdad, dependencia o autoridad.
- El trabajo que se puede realizar está en función entre otras, de estas relaciones de intercambio del que se reciben insu-- mos y al que se generan productos.
- Podría hacerse omisión de ese medio ambiente si el sistema - lo consideráramos hipotéticamente cerrado, todo en función de los mismos elementos que conforman el subsistema en cues-- tión.
- vii) Todo lo anterior se puede conseguir si partimos de los objetivos (sea que se postulen, se detecten o se implanten).
- viii) Procesos de retroacción del sistema: Es difícil programar todos los pasos que debemos recorrer para conseguir el fin pro puesto. Frecuentemente se tiene que cambiar, por diferentes circunstancias, el mismo fin. Por ello debemos detectar y - prever los mecanismos de Retroacción (realimentación y retro- alimentación) del sistema. Así se podrán detectar 1) las - desviaciones y las alternativas para corregirse e implementar el sistema; 2) el tipo de Regulación que se va a emplear, que puede ser:

- a) Compensación de las desviaciones.
- b) Compensación de las perturbaciones.
- c) Eliminación de las perturbaciones.

(Nota: La Regulación tiene por objeto asegurar el funcionamiento del sistema de manera que toda desviación del estado de las salidas del Sistema con respecto a un valor propuesto (constante o variable), es decir la norma, se compense).

- 3) El tipo de control que puede ser
- Anticipado
 - Rastreador
 - Adaptativo
 - Extremal u óptimo

Este mismo puede dar ideas desde otro punto de vista para realizar una evaluación, siempre necesaria en este tipo de sistemas.

- ix) Sistema de valores: Dentro del que se opera o en el que se quiere operar. Los valores que se persiguen en un momento dado hacen suponer la aceptación básica, negación o negociación con los valores más generalizados del sistema de orden superior (medio ambiente). La legitimación de la organiza---

ción ante la sociedad depende, en mucho, de los valores im
plícitos o explícitos que se tengan.

Estos puntos pueden ayudar a conformar y estructurar nuestro trabajo y
evaluar los resultados que se alcancen.

Trabajo: Con los elementos antes dados, analice un trabajo de manejo
de cuencas.

Para ahondar en este enfoque se recomienda:

- Lamothe Jorge Ayala: Algunos Enfoques de la Evolución de la teoría
de la Organización. UNAM. 1973. Cap. V.
- Karp Lian: Apuntes Metodológicos sobre teoría general de Siste-
mas. Apunte V. 1973, FCPyS. UNAM.
- Lange Oskar: Introducción a la Economía Cibernética, Cap. I, II,
III, S. XXI. México 1969.
- Mayntz Renate: Sociología de la Organización. Ed. Alianza
Universidad, Madrid 1972.
- Luis Haro Leeb: Manual de Relaciones Humanas.
Ed. Anules.

PARTICIPACION POPULAR

EN LOS TRABAJOS DE

MANEJO DE CUENCAS .

Ningún ingeniero soñaría en construir una presa sin conocer previamente la geología del lugar, la precipitación pluvial, el caudal de los ríos, la superficie irrigable; ningún economista pensaría en establecer una nueva empresa sin tomar en cuenta los problemas de localización y de mercado; ningún agrónomo propondría un plan de cultivos sin estudiar el suelo, el clima, la tecnología a emplear, los mercados

Sin embargo, muchos proyectos se conciben, se ejecutan y se llevan a término, sin estudiar ni analizar el factor humano, social, que en última instancia resulta ser decisivo. Nuestra opción es tomar en cuenta al hombre, de a veras.

¿ Quiénes son los beneficiarios o perjudicados del manejo de una cuenca ?

La cuenca en su conjunto está integrada por las partes altas - (donde viven campesinos) y las partes bajas (donde viven quienes reciben el beneficio del -- agua)

SI LA CUENCA ESTA
MAL MANEJADA.

¿ Quién recibe el perjuicio ?

Los de arriba al erosionarse sus tierras

Los de abajo al disminuir la cantidad de agua

SI HAY UN BUEN MANEJO
DE RECURSOS NATURALES
EN LA CUENCA

¿Quién recibe el beneficio?

Los de arriba al conservar sus recursos.

Los de abajo al tener suficiente agua.

A C C I O N D E L G O B I E R N O

El gobierno emprende acciones
para conservar los recursos na
turales en las partes altas de
las cuencas.

¿ POR QUE LO HACE ASI?

Porque el principal objetivo es evitar los
azolves en las obras hidráulicas.

¿ Qué acción deberá emprender el gobierno
con los más beneficiados de un buen mane-
jo de los recursos naturales, es decir, los -
usuarios de las zonas de riego, en su rela--
ción con los campesinos de las cuencas ?

PROMOVER MECANISMOS DE SO
LIDARIDAD PARA CREAR
COMPROMISO ECONOMICO
COMPROMISO DE TRABAJO
COMPROMISO CREDITICIO, etc.

¿Lo ha hecho el gobierno?

¿ POR QUE SE PROPONE LA PARTICIPACION
DE LOS INVOLUCRADOS EN EL MANEJO -
DE LA CUENCA ?

- a) Es imposible para el gobierno so--
portar el costo total del manejo de
una cuenca por los gastos tan al--
tos que implica.
- b) El gobierno ha acostumbrado a la -
población a hacer las obras y servi
cios a cambio de los impuestos. La
distancia entre el pago de impuestos
y la construcción de obras es tan --
grande que la gente no asocia su es
fuerzo a tales obras. La falta de -
compromiso generado por esta situa
ción ha provocado la inutilización y
el deterioro de obras y servicios.
- c) El paternalismo es una realidad en
las relaciones entre gobierno y pue
blo, que todos reconocemos pero -
que es muy difícil desterrar.
- d) El caciquismo y el neolatifundismo
en el campo, por otro lado han man

tenido a la población campesina en el más completo atraso en cuanto a nuevas técnicas de explotación de los recursos naturales.

La desmedida ambición de muchos propietarios de tierras por querer sacar el mayor provecho de la misma tierra, ha provocado, entre otras cosas, la erosión de los agostaderos por el sobrepastoreo (como sucedió en Sonora), la inmoderada tala de los bosques, la pérdida de suelos fértiles, fenómenos que perjudican el funcionamiento del sistema hidrológico.

P O R L O T A N T O :

En el momento en que en los trabajos de manejo de cuencas esté involucrada la población campesina, ejidatarios, auténticos pequeños propietarios, se creará una vinculación entre el esfuerzo realizado y el beneficio recibido.

Este condicionamiento hará que la gente tome conciencia de la responsabilidad que tiene para conservar los recursos naturales en sus cuencas.

¿ PERO EN QUE CONSISTE LA PARTICI-
PACION POPULAR ?

¿ En qué la gente haga el esfuerzo físico
exclusivamente ?

¿ En qué hagan todo lo que los técnicos
ordenen ?

La verdadera participación popular, para que la gente se responsabilice -
del manejo adecuado de sus recursos naturales, en forma conciente, impli-
ca no solo que trabaje en la construcción de bordos, pretilas y aguajes.

Su verdadera participación consistirá en que a través de un análisis críti-
co de la realidad llegue a tomar conciencia de la problemática en que es-
tá involucrado y organice sus esfuerzos en comunidad para llevar a cabo -
los trabajos que le beneficiarán.

Ahora bien . . .

Si partimos de la base en que el campesino, sea
ejidatario o pequeño propietario pobre, está con-
dicionado a que el gobierno haga todo.

Si sabemos que la mediatización que sufre el cam-
pesino, le impide ver en forma crítica su realidad.

¿ COMO LOGRAR UNA
VERDADERA

PARTICIPACION POPULAR ?

MOTIVACION COLECTIVA .

Los recursos naturales en el país teóricamente pertenecen a todos los mexicanos. En realidad, quienes los disfrutan son sólo aquellos que cuentan con medios económicos para explotarlos.

¿ Qué sucede con el campesino pobre, con aquél que vive del producto de su pequeña tierra ?

Por lo general, carece de medios para sacarle más provecho a los suelos, pastos, bosques, ganado, etc.; entonces, sobreexplota esos recursos hasta deteriorarlos provocando el fenómeno de

L A E R O S I O N.

El campesino sabe que sus tierras están deterioradas, y que en pocos años, quedará sin esos recursos que son el sustento de él y su familia.

Pero también sabe que algo le impide evitar que las cárcavas crezcan y arruinen su tierra.

Muchas veces piensa que de seguir así las cosas, tendrá que emigrar, se siente atraído ante la perspectiva de ganar dólares en Estados Unidos y también ante la imagen de las grandes ciudades.

Algunos campesinos, los llamados progresistas en nuestra cultura, se atreven a hacer pequeñas mejoras: hacen un muro de contención, plantan árboles, trazan surcos a nivel, pero se desesperan porque sus compañeros no lo hacen, con lo que las cárcavas crecen hasta afectar sus

parcelas, por más que las defiendan, para no hablar del sobrepastoreo y la desforestación en agostaderos y bosques comunales, ante cuya destrucción se sienten impotentes.

¿ P O R Q U E N O T O D O S L O H A C E N ?

En muchos pueblos los técnicos han intentado introducir mejoras y se enfrentan a la resistencia pasiva de los campesinos.

¿ P O R Q U E ?

Algunos estudiosos del medio rural han concluido, a través de múltiples investigaciones, que la resistencia al cambio del campesino es el obstáculo principal para progresar.

¿ A qué tipo de progreso se refieren, al de tener tractores, mucha producción agropecuaria ?

Esa resistencia del campesino,

¿ A QUE TIPO DE CAMBIOS SE REFIERE ?

Nosotros, habitantes de las ciudades, prototipos de la cultura occidental, del progreso basado en cosas materiales, acostumbramos medir todas las cosas en función de nuestros valores.

Los técnicos que van al campo, los investigadores que van al campo, proceden de las ciudades, y tienen -- VALORES DE LAS ciudades

¿ PUEDEN SER OBJETIVOS PARA CONOCER AL CAMPESINO, PARA ENCON-- TRAR LA EXPLICACION DE SUS ACTI-- TUDES?

Muchos programas de desarrollo han fracasado, porque los campesinos no los adoptan, no permiten que les IMPONGAN formas de vida ajenas a sus valores.

"La agricultura (de temporal) no es un negocio; es una manera de vivir"

Nosotros, técnicos del gobierno queremos que los campesinos adopten los programas de manejo de cuencas

¿ NOS ACEPTARAN ?

Creemos que sí.

¿ ELLOS, QUE PIENSAN ?

Para nosotros, es importante.

ES URGENTE conservar y manejar racionalmente los recursos naturales.

Ellos tal vez piensen que vamos a imponerles algo, que vamos a explotarlos, a utilizarlos, como lo han hecho muchos técnicos, -

como lo han hecho los intermediarios, como lo ha hecho gente del gobierno, en una palabra: el sistema.

CLARO QUE NO VAMOS
A QUEDARNOS PARADOS,
ESPERANDO

ALGO TENEMOS QUE HACER

QUE HACER

Motivar al campesino

hacerle ver la necesidad de conservar sus recursos

Podemos "motivarlo"
imponiéndole nuestra
forma de ver el pro-
blema.

Podemos "hacerle ver la necesidad" -
demostrándole que nosotros que somos
técnicos, poseemos las soluciones a -
su problema. Al hacer esto, menospre-
ciamos su capacidad de análisis; en -
realidad, queriéndolo ayudar lo estamos
rebajando.

ESTO ES OPRESION

ESTO ES IMPOSICION

¿ Qué podemos hacer ?

Nosotros NO PODEMOS motivar a la gente.

LA GENTE SE MOTIVA A SI MISMA CUANDO TOMA CONCIENCIA
DE SU PROBLEMÁTICA.

Nosotros NO PODEMOS imponer la necesidad de algo a la gente.

LA GENTE TOMA CONCIENCIA DE ESA NECESIDAD CUANDO TIE
NE INFORMACION Y LOS ELEMENTOS CRITICOS PARA VALORARLA
Y ASI COMPRENDER LOS BENEFICIOS DEL CAMBIO.

L A I N F O R M A C I O N

Yo técnico, transmito información al campesino cuando le hablo sobre -
las causas de la erosión y sus consecuencias catastróficas.

Los que me entiendan, los que logren captar el conte
nido de mis palabras, los que analicen esa información,
PROBABLEMENTE SE MOTIVARAN.

Pero de diez campesinos, tal vez sólo
uno logrará motivarse.

¿ Y los demás ?

Pero esa es una

MOTIVACION INDIVIDUAL

Sólo una persona se motiva .

Los que no están acostumbrados a las
conferencias, tal vez escuchen sin que
les calen las palabras

EROSION.

AZOLVE

CARCAVAS

PRESAS FILTRANTES

que les dejan más o menos indiferentes.

¿ COMO HACER ENTONCES UNA MOTIVACION
COLECTIVA ?

¿ COMO HACER UNA MOTIVACION
COLECTIVA PARA QUE HAYA PAR-
TICIPACION POPULAR CONCIEN-
TE ?

La información, LOS MENSAJES sobre un adecuado manejo de los recur-
sos naturales de las cuencas

¿ QUIEN LOS DEBE HACER ?

¿ PARA QUIEN SON ?

EL METODO TRADICIONAL

El técnico del gobierno lo hace to
do, elabora los mensajes, los pro
cesa, hace "actores", produce el
material, lo hace circular y eva--
lúa el resultado.

LA PARTICIPACION POPULAR EXIGE

Que los campesinos hagan
sus propios mensajes,
QUE EL PUEBLO INFORMADO
TRANSMITA ESA INFORMACION
AL PUEBLO NO INFORMADO.

E X P E R I M E N T O .

Se promovió una película sobre el ejido de San Bartolo Ozocalpan, Hgo.,
los campesinos hicieron sus guiones; los campesinos tomaron la película.
Los campesinos fueron actores. Los campesinos presentaron la película
a la gente.

PERO ALGO ESTUVO MAL

Los campesinos no hicieron una película en donde criticaran su realidad.

Una película acrítica. FUE SOLAMENTE UNA INFORMACION.

. . .

Los mensajes deben ser de tal modo -
elaborados que motiven a la gente a -
ANALIZAR su realidad, a que LOS PRO-
PIOS CAMPESINOS BUSQUEN SOLUCIO-
NES.

LOS MENSAJES DEBEN

SER CRITICOS

SER ANALITICOS

LOS CAMPESINOS DEBEN HACER LOS
MENSAJES.

LOS TECNICOS DEBEMOS

APOYAR A LOS CAMPESINOS

PARA QUE HAGAN LOS MENSAJES

Nuestro apoyo consiste en capacitar al campesino para que maneje los
medios de comunicación y para que aprenda a analizar críticamente su
realidad, nuestra realidad

¿ COMO LO HACEMOS ?

. . .

CAPACITACION COLECTIVA .

¿ COMO PREPARAR EL PROCESO DE CAPACITACION ?

Los campesinos comunicadores

y los técnicos

UTILIZANDO

Periódicos murales

Carteles

Películas cortas

Fotografías

Hojas de información

PROMOVERAN

JUNTA GENERAL DEL POBLADO

PARA

Reflexionar sobre los problemas
del mal manejo de los recursos
naturales

Los técnicos

EXPONDRAN

Su programa de trabajo

INVITARAN

A la población a capacitarse
en topografía, veterinaria, salud
pública, organización social

INVITARAN

A los campesinos interesados pa
ra investigar la situación que --
tienen las tierras, el ganado, las
formas de organización, las en-
fermedades de la gente.

CAPACITACION COLECTIVA

El técnico tiene los conocimientos
teóricos

El técnico tiene métodos teóricos

El técnico sabe de los libros

El campesino tiene conocimientos prácticos

El campesino tiene métodos prácticos

El campesino sabe de su realidad

El técnico y el campesino tiene la teoría y la práctica. Al técnico le falta la vivencia del problema.

Al campesino le falta la ordenación de sus conocimientos.

El técnico transmite su información teórica al campesino

El campesino transmite su información práctica al técnico

CAPACITACION

El técnico ayuda al campesino a organizar y completar su información

El campesino ayuda al técnico a comprobar sus conocimientos y a organizar su acción con la comunidad.

El campesino y el técnico organizan la acción comunitaria.

EN UN PLANO DE IGUALDAD

...

THE NATIONAL ASSOCIATION OF
LOCAL UNIONS OF THE
INTERNATIONAL UNION OF
BROTHERHOODS OF AMERICA
LOCAL UNION OF THE
INTERNATIONAL UNION OF
BROTHERHOODS OF AMERICA
LOCAL UNION OF THE
INTERNATIONAL UNION OF
BROTHERHOODS OF AMERICA

ORGANIZACION POPULAR



LOCAL UNION OF THE
INTERNATIONAL UNION OF
BROTHERHOODS OF AMERICA

LA CAPACITACION DE LOS CAMPESINOS EN
EL MANEJO ADECUADO DE SUS RECURSOS -
NATURALES ES LA BASE DE LA ORGANIZACION
DE GRUPOS PARA EVITAR EL DETERIORO DE -
LAS CUENCAS Y PARA REALIZAR UN MEJORA--
MIENTO SOCIAL.

El técnico se solidariza con los
campesinos al compartir sus co-
nocimientos sin imponerse.

Los campesinos capacitados de-
ben aprender a situarse en un -
plano de igualdad ante los técni-
cos.

Juntos encuentran nuevas
formas de trabajo.

ORGANIZACION POPULAR

EL GRUPO DE
COMUNICADORES
LA DIRECTIVA
EJIDAL
LOS TECNICOS
Y
LOS PROMOTORES

PROMUEVEN
LA
ORGANIZACION
DE
LA
GENTE
EN COMITES

Comité de Agostaderos.

Comité de Conservación de Suelos.

Comité de Salud.

Comité de Mujeres.

La directiva ejidal y los promotores campesinos programan los trabajos de bordeo en parcelas y agostaderos, reforestación, sanidad animal, salud pública.

Los técnicos inician los trabajos de bordeo en las parcelas y agostaderos.

Pero ¿ COMO FINANCIAR LOS GASTOS ?

¿ Tendrán los campesinos dine
ro suficiente para proteger -
sus tierras ?

¿ Tendrá el gobierno dinero
suficiente para las obras -
de conservación de suelos ?

¿ COMO FINANCIAR LOS GASTOS ?

Según estimaciones de la Secre-
taría de Agricultura y Ganadería,
el 80% de la superficie del país
se encuentra en proceso de ero-
sión .

Los campesinos no tienen dinero para soportar todos los gastos que implican las obras de protección del suelo.

Un solo campesino no podría soportar --
esos gastos.

P E R O

Todos los campesinos

pueden UNIRSE

para solicitar créditos

u otros financiamientos

(insumos no crediticios)

Los técnicos pueden

ayudarlos a gestionar

los créditos y otros

apoyos financieros.

Los técnicos pueden ayudarlos a

CAPACITARSE

para buscar las mejores formas

de manejar los créditos.

Los técnicos pueden ayudarlos

a conseguir RACIONES ALIMENTI

CIAS para estimular sus faenas.

Toda la población
HOMBRES, MUJERES, NIÑOS
pueden organizarse _ _ _ COLECTIVAMENTE
para llevar a cabo trabajos de
conservación de sus recursos naturales _ _ COLECTIVAMENTE ya que al trabajar
de esta manera la inversión se multiplica.

C O N C L U S I O N

Para que una auténtica movilización del pueblo se produzca, son indispensables:

L A P A R T I C I P A C I O N P O P U L A R

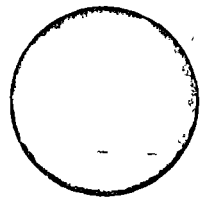
L A O R G A N I Z A C I O N P O P U L A R C O N C I E N T E

L A C A P A C I T A C I O N C O L E C T I V A I G U A L I -
T A R I A Y

L A C Ó M U N I C A C I O N D E L P U E B L O P A R A
E L P U E B L O.

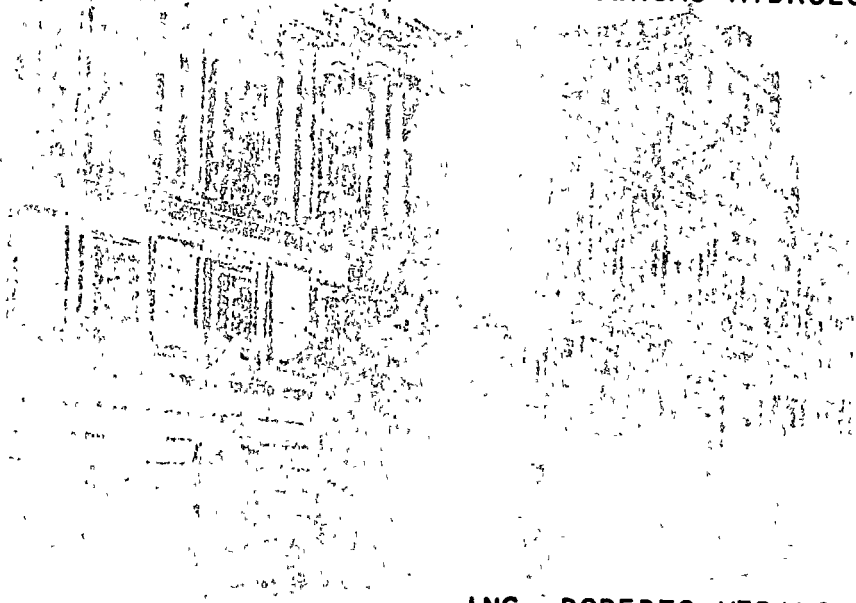


centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS

PLANEACION EN EL MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS



ING. ROBERTO MERINO SANDERS

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM

QUINTO SEMESTRE DE INGENIERIA

PROYECTO DE TRABAJO EN GRUPO LA 23 DE ABRIL DE 1974
Material de trabajo en relacion con el tema
PLANEACION EN EL MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

I N D I C E

PAG;

| | |
|---|----|
| El Problema | 1 |
| Que es manejo de cuencas | 6 |
| Manejo de cuencas y la protección de obras . | 14 |
| Plan de Trabajo para detallar un Programa
de Rehabilitación de Cuencas | 19 |
| Manejo de Cuencas y el Mejoramiento Ecolo-
gico Regional | 23 |
| Manejo de Cuencas en un Programa a Nivel
Nacional | 32 |
| Anexos | 36 |

EL PROBLEMA

México es un país cuya economía tradicionalmente se ha fincado en la explotación de sus recursos a través de las actividades primarias .

De éstas, destacan dos por su importancia, la minería que sin analizar la forma en que se ha hecho, si podemos mencionar que ha sido la base y el inicio de las actividades del comercio internacional, la agricultura, que ha sido el sosten del pueblo mexicano, inicialmente en su caracter de economía de autoconsumo y posteriormente el renglon mas importante del comercio exterior y en sustento que necesitó en su desenvolvimiento inicial la industria manumacterera y de transformación .

En virtud de que México se encuentra colocado dentro de la zona de los grandes desiertos del mundo, salvándose de caer en esta situación solo debido al relieve y a la formación de huracanes en la zona del Caribe, tiene en consecuencia una deficiente y mal distribuida precipitación pluvial.

Como consecuencia de lo anterior, a partir de 1926 se inició en el país una política hidráulica a nivel nacional.

Para el año de 1974 , el resultado de tal política

indicaba que la SRH tenia 3.09 millones de hectareas beneficiadas, y que los particulares a su vez habian beneficiado 0.29 millones de Hs. que hacian en total, 3.38 millones de Hs, de las cuales se cosechaban 2.64 millones de Hs.

Esto es, por una u otra causa se encontraban substraídas a la producción agrícola el 22 % de las hectareas instrumentadas para riego, esto es, 740,000 Hs.

Si las necesidades de producción agrícola no fueran vitales para el país, la situación anterior podría preocuparnos y conducirnos hacia un análisis económico financiero, para conocer y evaluar las consecuencias de la pérdida del 22 % de eficiencia de aquellas obras construidas para el riego agrícola.

Pero cuando la población de México tiene una tasa de crecimiento del 3.5 % que la está llevando desde una población de 13.6 millones en 1900, hasta 48.4 millones de habitantes en 1970 y probablemente 130 millones de habitantes en el año 2000 y si además comparamos esta situación con la circunstancia del origen que tiene la alimentación del pueblo mexicano, en cuanto que para cubrir sus actuales necesidades, en forma deficiente, tiene que recurrir a cultivar 2.6 millones de hectareas de riego y 18.0 millones de hectareas de temporal .

Pero si hemos de insistir en destacar la trascendencia que tiene el problema al que nos estamos asomando, habria

que citar la circunstancia de la estructura o composición de la población que en 1970, el 72 % de ella contaba con 29 años de edad o menos.

Y había que citar también que por lo que se refiere al grado de desarrollo del país, se encuentra colocado éste entre el grupo de los 87 países que constituyen el tercer mundo y que el PNB (producto nacional bruto) per capite es de 678 dólares.

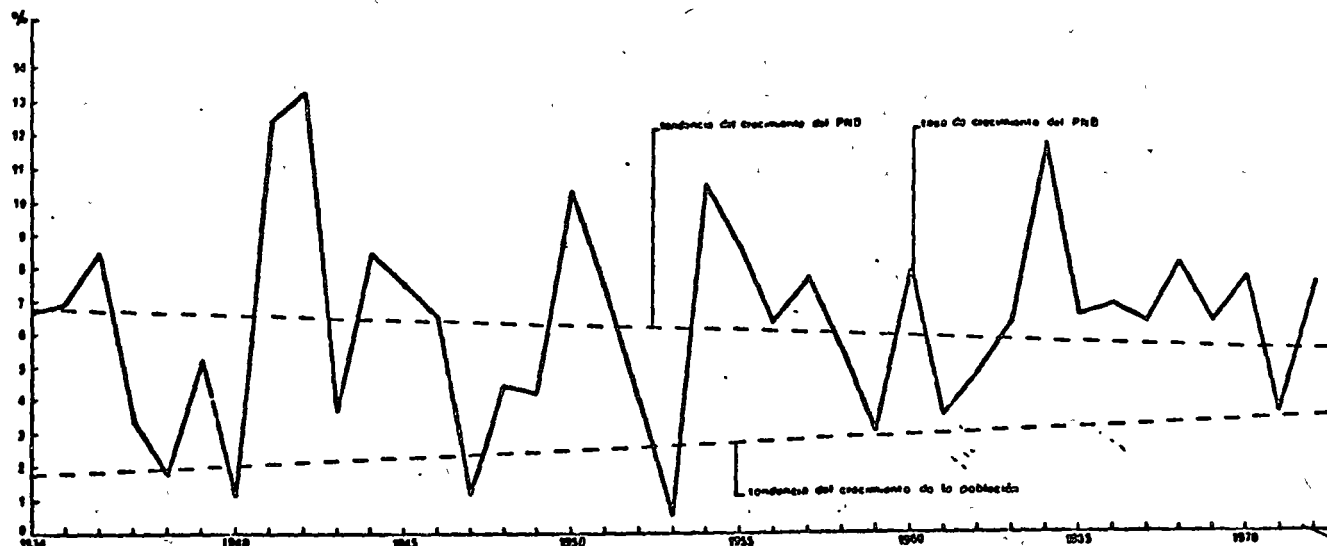
De la población económicamente activa, el 39.5 % de ella tenía como ocupación básica la agricultura.

Tal situación resulta extraordinariamente importante, desde el punto de vista que se analiza, porque a pesar del enorme esfuerzo que está haciendo el país por acelerar su crecimiento, nos encontramos ante una situación en la cual la tasa del crecimiento del PNB en términos reales entre 1934 y 1972, muestra al compararse con la línea de tendencia del crecimiento de la población, una tasa decreciente en la línea de tendencia del desarrollo entre 1934 y 1972.

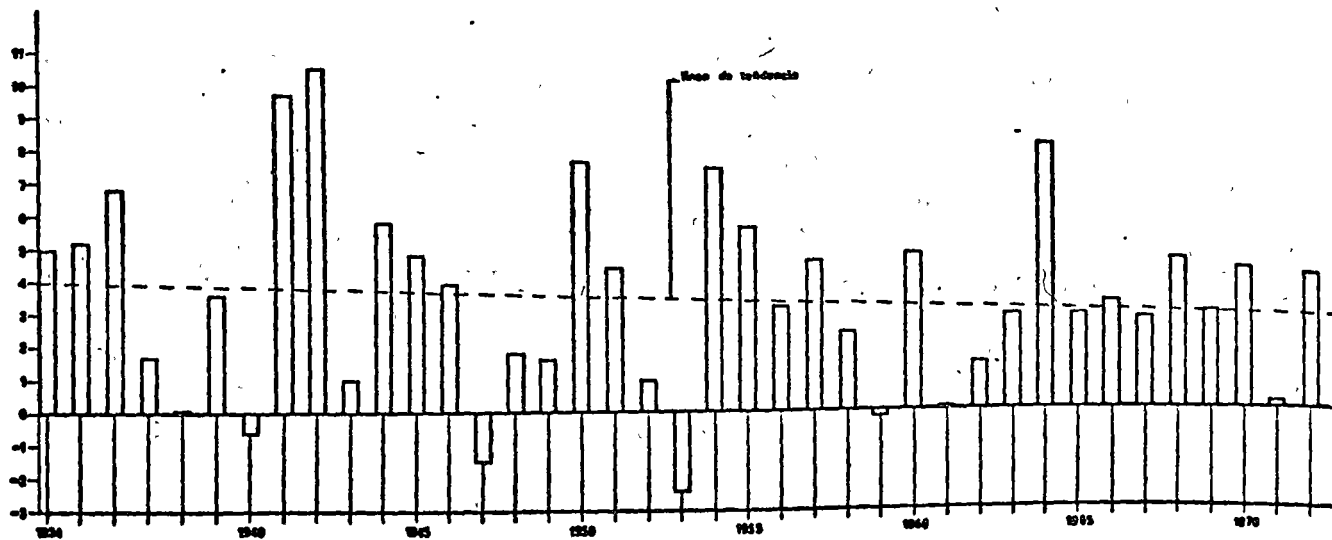
Aunque son muchas las variables y las causas de lo anterior, es indudable que levantar la tendencia del desarrollo, tiene que implicar además de las medidas del control demográfico, el más extraordinario esfuerzo por incrementar las actividades agropecuarias, tanto a través de extenderlas, como de mejorar su productividad.

Esto es, un mayor y mejor uso del suelo.

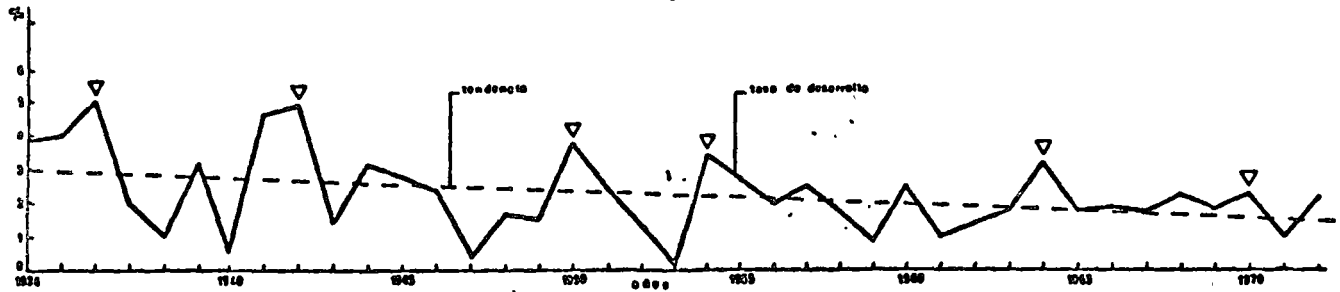
**Tasa de crecimiento del PNB en términos reales
(1934-1972)**



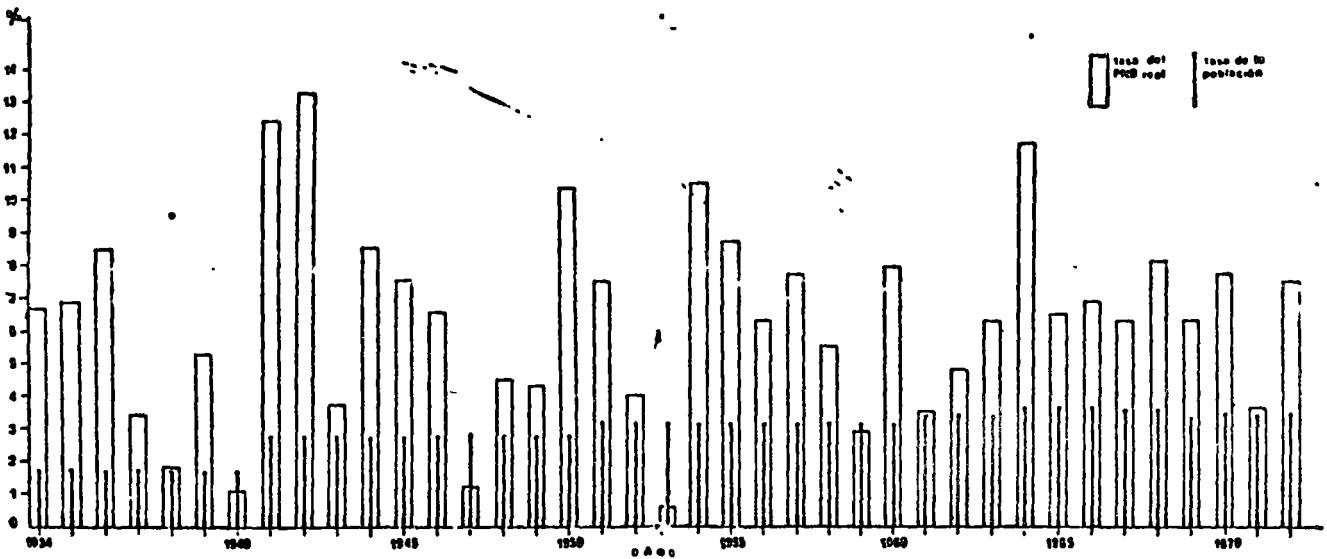
**Tasa de aumento o disminución anual del PNB real
per capita (1934-1972)**



Tasa de desarrollo y línea de tendencia (1934-1972)



Tasas de crecimiento anual del PNB en términos reales y de la población (1934-1972)



QUE ES MANEJO DE CUENCAS

Se conceptua el manejo de cuencas dentro de SRH, como la organización eficiente del uso del suelo de las cuencas, con objeto de disminuir y controlar la producción y el acarreo de sedimento producido y transportado por el agua.

Esta preocupación, nació prácticamente desde que se construyó la primer obra hidráulica, según lo atestiguan los estudios y documentos editados por SRH tanto en su órgano oficial de difusión, como en documentos especiales.

La acción para atender este problema, hasta antes de la presente administración fundamentalmente se habia concretado a estudios para detectar y cuantificar el problema, transferir su solución definitiva a otras dependencias y mientras tanto concretarse básicamente a una acción de control de la erosión mediante labores directas de conservación de suelos que incluyen la construcción de bordos y muros, reforestación, huertos frutícolas y algunas otras actividades ligadas a este problema como pueden ser en un momento dada la piscicultura y los programas para mejorar la productividad de las obras de riego.

Todas las corrientes fluviales tienen sólidos que se mueven con ellas, bien sea arrastrados o en suspensión.

En el caso de los que se arrastran por el fondo del

cauce, su movimiento depende de la pendiente del terreno, de la velocidad de la corriente, de su tamaño y de su peso específico. Cuando llegan a lugares en que el movimiento - del agua se vuelve lento, como es el caso de los vasos de almacenamiento, tiende a detenerse, sobre todo, en la zona de confluencia de las corrientes con el vaso. Por su tamaño, se clasificarían como guijarros, grava y arenas.

Los sólidos que se mueven suspendidos en la corriente, tienden a depositarse en la parte del vaso en que la velocidad de la corriente es mínima o bien, se mantienen en flotación y pasan a través de las compuertas para continuar su camino. Por su tamaño, se clasifican como arenas, limos y arcillas.

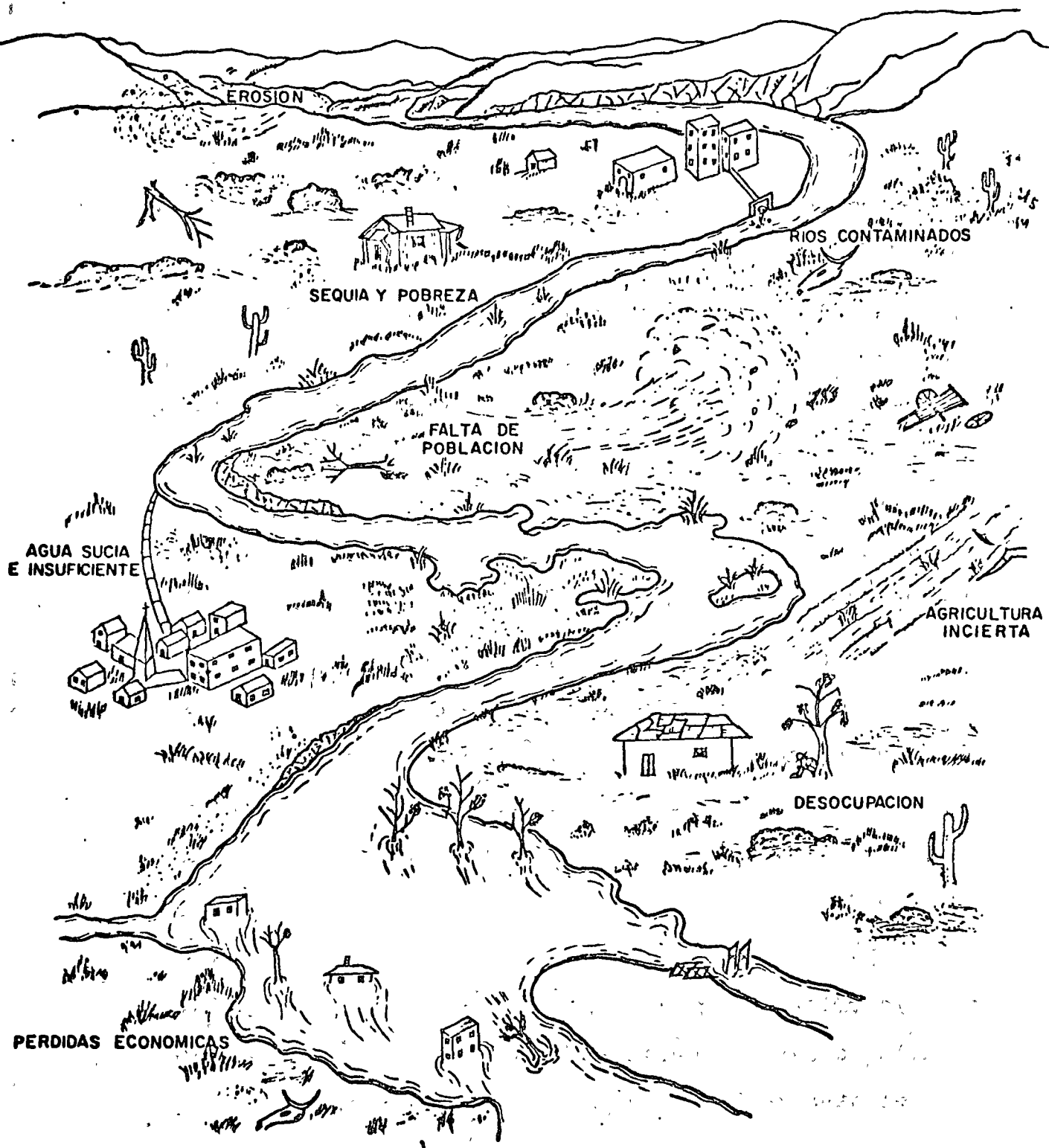
Cuando el arrastre de sólidos se acelera, recibe el nombre de erosión y es característico de una cuenca no controlada, esto es, aquella en la cual se desperdician sus recursos y su energía se vuelve destructura.

Una cuenca no controlada muestra erosión y una falta de cubierta vegetal permanente en las partes altas, los ríos aparecen contaminados y la sequía, pobreza y desolación son comunes.

La falta de seguridad en la agricultura crea el ausentismo en el medio rural y desde luego la desocupación.

Como consecuencia de lo anterior, las poblaciones que se abastecen del agua de las corrientes de la cuenca reciben

CUENCA NO CONTROLADA



NO CONTROLADA, SU ENERGIA ES DESTRUCTORA
Y SUS RECURSOS DESPERDICIADOS

agua sucia e insuficiente.

Como consecuencia de la falta de control en la cuenca, que se traduce en falta de seguridad, las pérdidas económicas son cíclicas y nulo el crecimiento industrial.

Cuando la cuenca está controlada como consecuencia de su manejo, en primer lugar las partes altas mantienen una cubierta vegetal permanente formada por pastos y árboles de gran valor que al asegurar un mínimo de condiciones ecológicas aptas para la vida, facilitan la supervivencia de la fauna silvestre y la limpidez de las corrientes como consecuencia de que no acarrean éstas sólidos en suspensión.

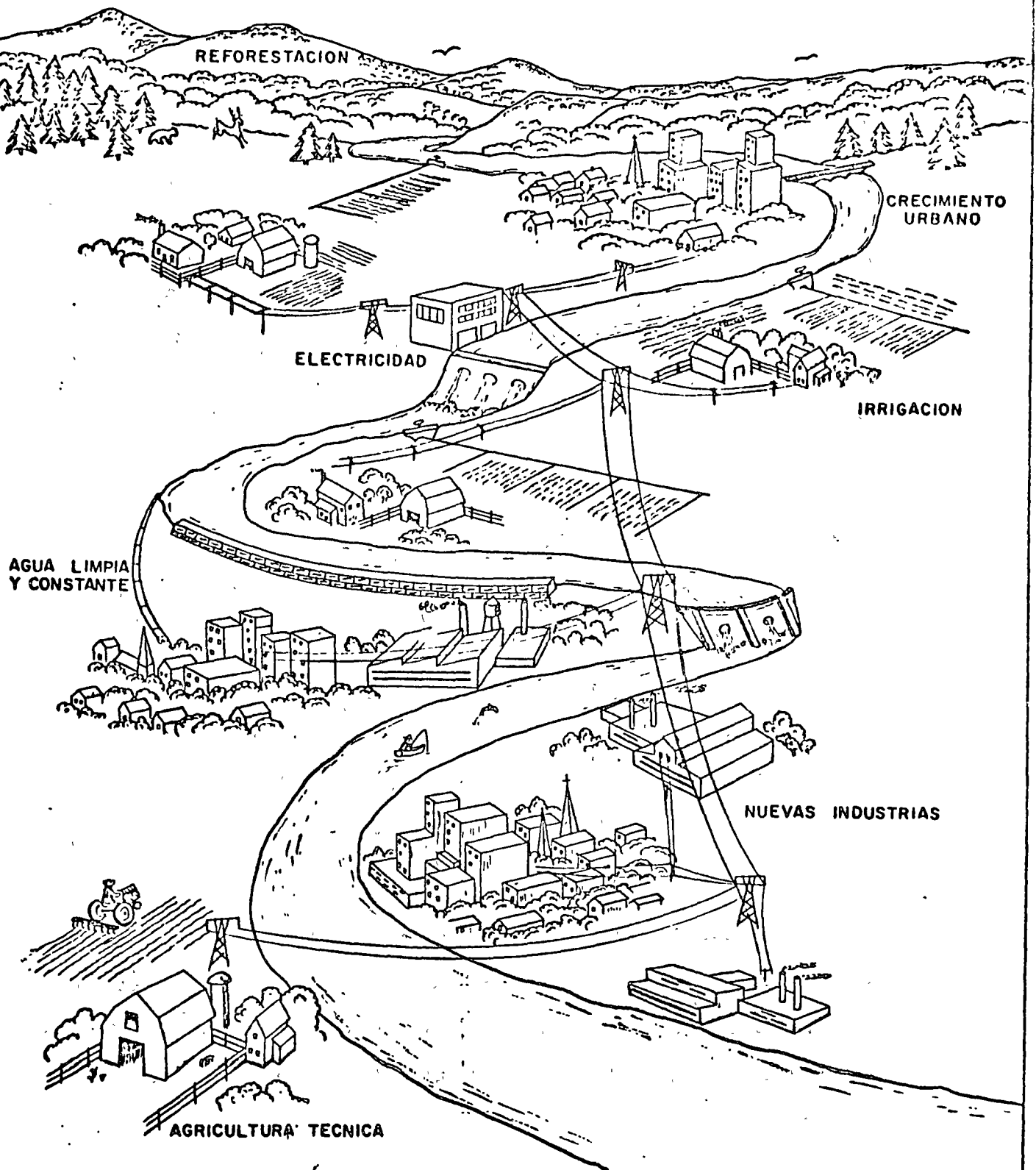
La disponibilidad de un régimen hidrológico permanente, en el cual se ha disminuido el número y la magnitud de las avenidas empieza por facilitar el crecimiento urbano y abaratar la inversión en obras hidroeléctricas y de irrigación que aseguren la reñituabilidad de las actividades agrícolas y como consecuencia el arraigo ocupacional en el medio rural.

El control de la cuenca, que permite disponer de energía eléctrica y seguridad en cuanto al peligro como consecuencia de las inundaciones, permite pecnificar la agricultura y el desarrollo de actividades industriales.

Por lo que se refiere a su ubicación, las cuencas podrían clasificarse en la siguiente forma.

Las que se localizan en las regiones económicamente atrasadas, las que se encuentran en áreas en proceso de desa-

CUENCA CONTROLADA



CONTROLADA, ES UNA FUENTE DE TRABAJO
PARA BENEFICIO DEL HOMBRE

rollo y las que están en zonas altamente desarrolladas.

En las cuencas de regiones atrasadas, el acarreo de azolve no tiene ninguna importancia, comparado con el panorama general de atraso y de daños tan tremendos que sufre la población al faltar el control sobre los elementos naturales, la carencia de la infraestructura económica y el estancamiento del desarrollo .

En el caso de las regiones en proceso de desarrollo, cuando se inicia el control de las cuencas mediante la construcción de las obras fundamentales para captar el agua, generar energía eléctrica, dotar de riego a la agricultura, etc. empieza entonces a tener importancia y significación el acarreo de azolve, que se convierte en amenaza de destrucción de tales obras, a través de su inutilización o acortamiento de su vida útil, como consecuencia de que desaparece su capacidad de almacenamiento ante la presencia del azolve que la invade.

Paralelamente a esta situación surge el problema de la gran demanda de recursos económicos cuya prioridad número uno es la de canalizarlos a la construcción de las obras fundamentales de infraestructura económica en que ha de apoyarse el desarrollo.

Como consecuencia, en esta etapa se carece de elementos y organización para evitar la erosión y para controlar el acarreo de sedimentos a las obras hidráulicas. En esta situación, el azolve que proviene de lugares perfectamente loca-

lizados y que podría evitarse mediante trabajos cuya primer etapa es la corrección de torrenteras y la segunda la planeación y el correcto uso productivo del suelo, podrá detenerse en forma definitiva, solo si se realizan ambas etapas.

La primera de ellas, o sea la corrección de torrenteras deberá de efectuarse de inmediato, pero sin olvidar que es una situación transitoria para llegar al uso correcto y productivo del suelo.

Cuando el acarreo de sedimento, tiene como origen las modificaciones impuestas por el Hombre al medio ambiente, en una situación de supervivencia que se traduce en el desperdicio de recursos, la actividad económica derivada del uso del suelo no podrá permitir generar suficientes utilidades que permitan reinversiones significativas para llegar a tecnificar, en forma productiva el uso del suelo.

En tales circunstancias, cuando la conservación de los vasos de almacenamiento, se ve amenazada por la llegada de sedimento, la solución se busca por el sistema mas económico, al que muchas veces se llega a considerar el de esperar a que se azolve la presa , para posteriormente construir otra.

Cuando las regiones han alcanzado un pleno desarrollo y sus cuencas se hayan totalmente controladas, en cuanto exista un uso planeado de sus recursos, aprovechando estos en forma integral y múltiple, o sea que con las corrientes se asegure el riego agrícola y la generación de energía eléc-

trica, que las poblaciones y las industrias de las partes bajas no se vean amenazadas por las inundaciones que provocan las avenidas intontroladas, que permanentemente exista una disponibilidad de agua carente de contaminación, que se incrementen y diversifiquen las ocupaciones del medio rural a través de la transformación primaria de los productos del campo y el desarrollo de actividades ligadas a los vasos, como la piscicultura y la recreación, entonces, cualquier trabajo de corrección de torrenteras para evitar la erosión resultará muy costeable en función del alto valor de los terrenos de la cuenca y de la cuantía de los daños que causaría la llegada de azolve a las partes bajas de la cuenca.

MANEJO DE CUENCAS Y LA PROTECCION A OBRAS

Cuando el propósito del programa de manejo de cuencas es definitivamente el de dar protección a una obra, como es el caso de la Comisión Federal de Electricidad, que en algunas de sus obras está resintiendo la presencia del azolve , la primer decisión para participar en este tipo de problemas partió en consecuencia de la propia CFE, la que en 1966, de una capacidad total instalada de 5.6 millones de KW, el - 45.7 % de ellos se basaban en el uso del agua .

Por lo anterior resulta natural el interés de CFE en el estudio, planeación y análisis de los recursos hidráulicos, en cuanto éstos constituyen un recurso real o potencial para la producción de electricidad.

La Oficina de Hidrometría de CFE, paralelamente a los aforos sistemáticos de las corrientes para fines de estudio, planeación y control del aprovechamiento hidroeléctrico, realiza cuantificaciones y estimaciones para conocer la cantidad, clase y composición del azolve que se mueve en las corrientes, así como cuantificaciones y previsiones sobre la cantidad de tierra que va acumulándose en las diferentes obras hidráulicas.

Dentro de tal secuela, destacan por su importancia los

estudios que sobre el problema de azolve realizó en la cuenca del Balsas y particularmente en las subcuencas del sistema hidroeléctrico "Miguel Alemán", que han permitido establecer la cifra índice en el problema de acarreo de azolve, de 400 m³/ Km² de cuenca, cifra crítica que hiciera sonar un timbre de alarma en la CFE respecto a la importancia del estudio, análisis y programación de las actividades tendientes a controlar la llegada de azolve a las obras hidráulicas.

CASO DE LA PRESA DE TUXPAN, MICH.

Es una presa de regulación y derivación construida con objeto de aprovechar los escurrimientos del río Tuxpan.

Estudiada para almacenar 20 millones de m³, se terminó de construir en 1957 con una capacidad de 12.6 millones y desde entonces ha estado recibiendo un promedio anual de casi un millón de metros cúbicos de azolve, con lo cual ha quedado nulificada su capacidad de regulación, que ocasiona un desperdicio anual de 59 millones de m³ de agua que en otras condiciones, podría generar 167 millones de KW hora, cuyo valor de entrega en bloques es de casi 14 millones de pesos (1967).

VASO DE COLORINES.

El vaso de Colorines fue diseñado para actuar como regulador en los picos de la demanda de la planta de Ixtapan--tongo y como vaso de control del agua que proviene de las presas El Bosque y Valle de Bravo.

Se terminó de construir en abril de 1944 con un volumen útil de 2.66 millones de m^3 y para 1964 su capacidad se había reducido a 1.38 millones de m^3 .

Dada la importancia de este vaso y tomando en cuenta que la mayor cantidad de azolves provenían de la obra de derivación sobre el río Tilostoc, a mediados de 1952, se terminó la construcción de una presa sobre el río Tilostoc cuya función básica sería la de almacenar azolve y así prolongar la vida del vaso de Colorines .

Para 1968, la capacidad de Colorines se había reducido a solo 0.3 millones de m^3 , y se recurrió a vaciarlo mediante un plan combinado de sacar el azolve con dragas y la operación periódica de las compuertas de fondo para sacar el sedimento.

PRESA TILOSTOC.

Esta presa fue construida para detener el azolve que mueve el río Tilostoc en la cuenca del bajo Malacatepec, se construyó en 1952 con una capacidad de 2.6 millones de m^3 , que se azolvaron totalmente entre 1952 y 1966 a un promedio anual de 185,000 m^3 /año .

De los vasos de almacenamiento del sistema hidroeléctrico "Miguel Alemán", destaca por su importancia el de Villa Victoria, sobre los de El Bosque y Valle de Bravo.

El planteamiento y análisis sobre lo que es el sistema hidroeléctrico "Miguel Alemán" podrá apreciarse en los

anexos .

- 1.- Programa de Rehabilitación de Cuencas en el sistema Hidroeléctrico "Miguel Alemán".
- 2.- Información General de la cuenca de Tilostoc.
- 3.- Plan Piloto de Rehabilitación de la cuenca de Villa Victoria.
- 4.- Planos de la cuenca de Colorín.

El programa planeado para Villa Victoria si bien podría decirse que tuvo éxito en cuanto al logro concreto de ciertos objetivos de tipo material, por otro lado se convirtió en un fracaso absoluto por que no se llegó a establecer la liga entre los intereses que se estaban promoviendo como eran los de evitar la producción y transporte de sedimento que afectaba los intereses de CFE en forma directa y aparente, con los intereses de los campesinos en cuanto a motivarlos y a organizar con ellos una acción de superación productiva del uso del suelo.

Su participación de ellos en el mejor de los casos, - se redujo a la de ser simples espectadores de una acción que estaba realizando personal de SAG y de CFE .

El programa degeneró y no se continuó en ninguna de las etapas previstas .

Posteriormente se insistió ante el Comité Central de

Programas para el Mejoramiento del Ambiente, con objeto de mantener en la cuenca de Villa Victoria un plan piloto de manejo de cuencas.

Esta acción no prosperó, seguramente por que esta acción actualmente ya está perfectamente situada dentro del marco legal en el conjunto de las leyes promovidas por este régimen como son;

Ley Federal de Aguas.

Ley Federal de Reforma Agraria.

Ley que crea al Instituto Nacional para el Desarrollo de la Comunidad Rural y de la Vivienda Popular.

Modificaciones a la Ley Forestal.

Decretos que crean los Comités de Desarrollo Regional.

Y respecto al marco institucional, en cuanto a que esta actividad también ha quedado claramente definida y ubicada en la SRH dentro de la Subsecretaría de Planeación, a través de la Dirección de Manejo de Cuencas que depende de la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.

VI.- PLAN DE TRABAJO PARA DETALLAR UN PROGRAMA DE REHABILITACION DE CUENCAS.

1.- ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO REGIONAL EN EL QUE SE DETERMINARON:

- a).- Censo de población.
- b).- Fuerza de Trabajo.
- c).- Ocupación por actividades.
- d).- Calendario ocupacional y la posible diversificación de ocupaciones.

Del análisis de dicho estudio resultaron las siguientes conclusiones:

- I).- Existe una fuerte presión demográfica sobre los recursos naturales.
- II).- De la fuerza de trabajo el 80 % se dedica a la agricultura.
- III).- La agricultura que se practica es 90 % de temporal, en cultivos como maíz, trigo y cebada.
- IV).- No existe tecnificación en el aprovechamiento pecuario, en cuanto que las áreas de pastizales sólo son eslabón del ciclo que se inicia con el desmonte forestal, continúa con agricultura de temporal y cuando ésta se hace imposible, el suelo pasa a usarse para pastoreo y en el deambulan unos cuantos vacunos corrientes, acompañados de caprinos y ovinos que presionan la recupe-

ración de la cubierta vegetal, que trae como consecuencia que el promedio de azolve que se produce en las cuencas, alcance el promedio anual de $450 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$.

V).- La actividad ocupacional es cuando mucho de 70 días/año.

VI).- Como las áreas forestales de las cuencas, están substraídas a la actividad comercial, la extracción de maderas que en ellas se realiza es de franco saqueo y fuera de los conceptos técnico-económicos.

2.- EVALUACION DE LOS RECURSOS NATURALES POR METODOS FOTOGRAFOMETRICOS Y DE FOTOINTERPRETACION.

- a).- Considerando que el azolve que se origina en el mal uso del suelo, alcanza sus máximos valores en las áreas agrícolas y los mínimos en las áreas forestales y que las áreas planas actualmente ocupadas por agricultura tendrán que seguir siendo agrícolas, se fotointerpretó y mapeó el uso de la tierra con base en los conceptos siguientes: forestal, cerril, agrícola y erosionado.
- b).- Para sobreponer con el plano anterior y para fines de referencia, se fotointerpretó y mapeó la planimetría general o sean caminos, brechas, veredas, ríos, arroyos, drenaje natural, poblados, ranchos, caseríos, presas, canales y jagüeyes.
- c).- Igualmente, para sobreponer con los planos anteriores, se realizó como producto de fotointerpretación un mapa geológico, con objeto de que de su cotejo con el plano (b.-) se pudieran definir las áreas factibles de producir azolve.

- d).- Habiéndose formulado los planos anteriores con base a fotointerpretaciones realizadas por un agrónomo y un geólogo que se auxiliaron de recorridos directos por el campo, se agregó a ellos un ingeniero con experiencia en construcción para que con auxilio de los tres se formulará el siguiente plano al que se denominó plano de obras por hacer y que constó de los siguientes conceptos: bosques explotables, bosques que requieren protección para autoregenerarse, áreas de reforestación, áreas factibles de convertirse en praderas, áreas agrícolas y sitios en los cuales con base en la topografía y drenaje natural debían construirse pequeños muros y bordos que actuando como amortiguadores para la velocidad del agua, redujeran el acarreo de azolve.
- e).- Como siguiente paso, se recopiló toda la información sobre tenencia que sobre tales áreas se tenía disponible en el DAAC y con ella se formó tentativamente el mapa de tenencia con el objetivo de definir quienes serían los más beneficiados por el programa de rehabilitación del uso del suelo que se tenía en proyecto implantar y así poder planear la participación del usuario del suelo.

Con la medición planimétrica de los diversos conceptos del plano de obras por hacer y la evaluación mediante proyectos tipo de los muros y bordos proyectados, se estuvo en posibilidad de definir y cuantificar los planes de rehabilitación de cuencas en cada uno de los vasos pequeños.

Teniendo a la mano y examinando con todo cuidado el trabajo que se había elaborado, así como el análisis de la operación, resultados e importancia de las obras hidráulicas afectadas por la erosión de las cuencas, se llegó a la conclusión de que el primer programa de rehabilitación, tentativamente debería convertirse en piloto e iniciarse en la cuenca del río Tilostoc, que tiene una superficie de 347 Km^2 y un aporte de azolve de $185,000 \text{ m}^3/\text{año}$ para un promedio anual de $533 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$.

MANEJO DE CUENCAS Y EL MEJORAMIENTO ECOLOGICO REGIONAL.

Con motivo de un estudio regional realizado por INDECO para promover el desarrollo de la comunidad del Estado de Baja California, y con miras a buscar también, como parte de lo mismo, el mejoramiento ecológico regional, se elaboró un plan teamiento para la rehabilitación de las cuencas correspondientes a la región hidrológica número uno, que va desde la línea fronteriza, hasta el Cañón de San Fernando, cubriendo una superficie del orden de 26,000 Km² en la vertiente del Pacífico.

DEFINICION DEL PROBLEMA.

La agricultura y la ganadería en la parte alta de las cuencas de los ríos que drenan hacia la vertiente del Pacífico, ofrecen pocas perspectivas, para que con base a ellas se desarrollen dichas áreas y en cuanto a la posibilidad de atraer para su asiento definitivo, a parte del 85 % de la población del Estado, que se encuentra practicamente en la línea fronteriza.

La razón de ello, son las características que tiene el ciclo pluvial en cuanto a magnitud y distribución, la fuerte pendiente de los terrenos que acelera el escurrimiento y la ausencia de una cubierta vegetal que lo retarde.

Como consecuencia, existe humidificación del suelo

que facilite el desarrollo de los pastos y de otros vegetales, que además de retardar el escurrimiento del agua, sean la base para la paulatina formación de la capa fértil del suelo .

Por otro lado y desde el punto de vista de las posibilidades que existen para mejorar las condiciones de capacidad productiva de dichas tierras, existen los datos derivados de los estudios climatológicos y pluviométricos realizados por CETENAL que nos indican precipitaciones del orden de 600 mm en la parte alta, los cuales mediante un programa para aprovecharlos al máximo y sin olvidar la relación Hombre-Agua-Suelo, pueden ser la base para mejorar las condiciones productivas de dichas áreas, generando así mayor ocupación y recursos.

DEFINICIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO DE CUENCAS.

El programa de manejo de cuencas, incluye una serie de trabajos paralelos y coincidentes para lograr el uso óptimo del agua y del suelo, así como el aprovechamiento racional de la vegetación. Así, un programa de este tipo incluye los siguientes conceptos.

1.- Construcción de muros y bordos.-

Bajo las condiciones ecológicas en que se encuentran las cuencas de la vertiente del Pacífico en el Estado de Baja California, el tipo de bordo o muro que se recomienda es definitivamente el impermeable, sin desague de fondo y con cortina tipo vertedor.

Se recomienda construirlos en aquellos sitios en los cuales para un volumen determinado, la superficie del -

espejo dea mínima, con objeto de disminuir las pérdidas por evaporación. Por lo que se refiere al fondo, ante una alternativa de preferir un fondo permeable o uno impermeable, debe optarse por el segundo.

Su finalidad, es crear pequeños almacenamientos de agua, que distribuidos a lo largo de la sierra puedan actuar como aguajes, si es que se logra un punto de equilibrio entre el volumen almacenado y las pérdidas por infiltración y evaporación con las aportaciones del ciclo pluvial.

- 2.- Establecimiento de parcelas de introducción de pastos que funcionen como bancos para producción de semillas y como polos para provocar la diseminación natural de las variedades seleccionadas en determinado radio de acción.
- 3.- Establecimiento de parcelas de introducción de variedades de árboles con valor comercial o ecológico.
- 4.- Establecimiento de parcelas de introducción de frutales para fines de establecer huertas madre, preferentemente junto a los bordos que puedan tener posibilidades de proporcionar algun tipo de riego.
- 5.- Estudios para la determinación del coeficiente óptimo de agostadero, en función de diferentes tipos de razas y variedades de ganado.
- 6.- Estudios y establecimiento de programas de comunicación

con los usuarios de agua dentro de la cuenca, con objeto de lograr un mayor aprovechamiento y productividad entre la cantidad de agua que se usa y los beneficios económicos que produce.

- 7.- Elaboración de proyectos definidos en las microáreas de riego que existen en la cuenca, con objeto de planear la realización de obras que permitan un riego mas eficiente.
- 8.- Establecimiento de un sistema de asesoría técnica, gestiones y promoción conducentes al otorgamiento de crédito a los usuarios para que puedan realizar obras a nivel parcelario que mejoren su productividad en el uso del suelo y el agua, la substitución de las variedades de ganado, la siembra de pastos, el cercado de potreros y el establecimiento de huertas, cuando su éxito esté probado a través de las parcelas para introducción de frutales.

COMO OPERARIA EL PROGRAMA.

El objetivo del programa sería el desarrollo de la comunidad rural con apoyo en la Ley Federal de Aguas y la Ley de Reforma Agraria.

La infraestructura básica del programa, correría a cargo de la Federación (SRH, SAG, DAAC, FONAFE, e INDECO), también participaría el gobierno local, y SOP.

Para fines concretos de este programa de manejo de cuencas, cuya finalidad fundamental es mejorar y hacer mas

habitable la región, se entiende por obras de infraestructura la construcción de aeropistas y caminos alimentadores, de muros y bordos que permitan el almacenamiento y la infiltración de agua en el subsuelo, el establecimiento de parcelas de introducción de pastos, frutales y árboles de valor comercial o ecológico, la creación de hertas madre, la realización de estudios de apoyo que requiera la realización del plan, la asistencia técnica y la promoción encaminada a la coordinación - trámites y gestiones que se requieran para lograr el financiamiento a los usuarios que lo necesiten para mejorar su productividad.

La siembra de pastos para enriquecer los potreros, el cercado de éstos, la creación de huertas para fines comerciales o de consumo privado, la realización de obras para habilitar o mejorar áreas de microriego, se considerarán como obras o mejoras a nivel parcelario, cuyo costo total o en parte será a cargo del usuario.

La implementación de un programa de este tipo, demandaría en el aspecto de infraestructura una inversión inicial de 89 millones de pesos para operar los 5 primeros años .

Paralelamente a este programa, se elaboraron los estudios para promover el establecimiento de un centro industrial forestal en el área de Ensenada, como apoyo a un programa silvícola que permita la conservación de los recursos forestales del Estado, sobre las siguientes bases .

El extraordinario y pujante Estado de Baja California, se enfrenta a una problemática derivada de todo pueblo joven debido a que el 75 % de su población que cuenta con menos de 30 años de edad, está demandando fuentes de ocupación que le permitan superarse y ejercer su mexicanidad y derecho de territorialidad sobre todo el resto de la entidad y así dejar de permanecer amontonada que en un 85 % sobre la línea fronteriza.

Los bosques de Baja California son muy pequeños, semejan un oasis en medio de la aridez del desierto. Representan apenas el 1.3 % de la superficie del Estado y el 0.6 % de la superficie de la Península, cifras mucho menores respecto a la media nacional que es del orden del 20 % .

Sus 94,000 Hs arboladas, representan apenas el 1.5 % de la superficie boscosa de coníferas en el país.

Su posibilidad de rendimiento en madera es también pequeño, apenas 52,000 m³ que representarían menos del 1.0 % de lo que está produciéndose.

El aspecto es el de un bosque viejo formado por árboles grandes y ausencia de árboles pequeños que serían la garantía de permanencia del bosque.

El programa de desarrollo forestal del Estado de Baja California, está encaminado a garantizar la conservación de los bosques, mejorar la hidrología, regular los escurrimientos, aumentar las infiltraciones de agua al subsuelo y promover -

el turismo y las actividades faunísticas en la sierra.

La proposición fue crear un organismo descentralizado, autofinanciable y manejado por un patronato que canalice todas las utilidades hacia una campaña permanente de reforestación tendiente a recuperar 400,000 Hs clasificadas como forestales pero que no tienen árboles.

La canalización de fondos al organismo, sería a través de organizar el aprovechamiento de los bosques y su correspondiente industrialización en grado exhaustivo.

La industria se abastecería de la madera que produce el bosque, más el aprovechamiento de las maderas muertas, a través de un programa de 10 años.

También se abastecería de chapa y de trozas que podrían importarse o llevarse de otras áreas del país.

La industria constaría en su primer etapa, de aserradero, estufas para secado de madera, cepillo, molduradora, y una fábrica de muebles.

En la segunda etapa, un año después, se instalaría equipo para fabricar tableros de listones y una planta para fabricación de tableros de aglomerados recubiertos con chapa importada.

La inversión total podría llegar a los 43 millones de pesos, pero la operación comercial de esta industria permitiría sustituir las inversiones de madera a la región, que alcanzan \$ 30 millones/año.

El tercer proyecto independiente, pero satélite del programa de manejo de cuencas como base para el mejoramiento ecológico de la región, es el relativo a la creación de áreas verdes en la ciudad de Tijuana.

AREAS VERDES PARA LA CIUDAD DE TIJUANA.

La ciudad de Tijuana carece de áreas verdes y de espacios abiertos para recreación.

Es por ello que al formularse el plan rector para el desarrollo urbano de la ciudad, se consideró indispensable el establecimiento de un programa permanente que incluye desde la motivación ciudadana, hasta la selección, producción y plantación de árboles, arbustos y otras especies ornamentales, de alineación, sombra o con valor ecológico para la región.

Las áreas verdes que se considera deben estar reservadas para crear arboledas o simplemente para mantener la flora natural de la región, constituirán sitios de recreación y permitirán crear pequeños almacenamientos de agua, conservar y destacar la importancia de otros recursos naturales, prevenir la erosión y el deslizamiento en laderas, el control de avenidas a nivel local, y desde luego evitar la construcción de zonas habitacionales en sitios peligrosos e indeseables.

El siguiente proyecto de apoyo al objetivo general, lo constituyó la localización y proyecto de trece bordos en los principales arroyos que fluyen a la ciudad de Tijuana.

Los anexos correspondientes y que constituyen en sí

cada uno de los estudios antes mencionados, no se reproducen ni se anexan en forma general a esta guía de trabajo, pero - copia de ellos podrá obtenerse a solicitud de cada uno de los interesados.

MANEJO DE CUENCAS EN UN PROGRAMA A NIVEL NACIONAL.

Como antes se mencionaba, el manejo de cuencas como actividad a nivel nacional, tanto en el marco institucional como en el marco legal, es una actividad que se asigna a la responsabilidad de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Si partimos del concepto morfológico de cuenca, esta actividad debería de realizarse en todo el territorio nacional, pero por cuestión de prioridad es evidente que la Secretaría de Recursos Hidráulicos que ya tiene en marcha las primeras etapas, al momento de generalizar tendrá que hacerlo en aquellas cuencas en las cuales además de existir el interés en elevar la productividad agropecuaria, confluya también el interés por conservar una obra y las facilidades para implementar el programa.

Para 1974, SRH tiene registradas 949 presas de almacenamiento, de las cuales 762 contaban con una capacidad disponible de 72,073 millones de m^3 .

De ellas, 156 vasos tienen una capacidad de 5.0 millones de m^3 ó más y almacenan 68,191.7 millones de m^3 .

Esto es, representan el 93.7 % del agua disponible en los 762 vasos,

En resumen, de los 762 vasos, 156 de ellos tienen una

capacidad 5.0 millones de m^3 ó más y los 626 vasos restantes, que almacenan 3,881.3 millones de m^3 .

La primer etapa en consecuencia para llegar a definir un programa de manejo de cuencas a nivel nacional ha sido la relativa a ~~armar~~ toda la información disponible que en un momento dado permita evaluar prioridades para el inicio del programa.

Así pues, se empezó por elegir un plano de la República Mexicana en proyección conforme de Lambert en escala 1:2,000,000 que es el tamaño más grande a que puede dibujarse un plano de la República Mexicana dentro de los conceptos de manuable, esto es, que esté dibujado en una sola hoja y no por partes.

Sobre este plano, se dibujaron las corrientes hidrológicas y sus cuencas correspondientes, se delimitó la división de entidades políticas, se localizaron los 156 vasos de almacenamiento con capacidad de 5.0 ó más millones de m^3 , se localizaron las principales ciudades y los distritos de riego. También se localizaron las mas importantes vasos de almacenamiento contruidos y operados por CFE para la generación hidroeléctrica.

Para cada una de las cuencas en que aparecian los vasos de almacenamiento de SRH con capacidad de 5.0 millones de m^3 ó más, se les dibujó el área ocupada por bosques, las plantas de generación hidroeléctrica, las áreas de riego y los principales centros urbanos.

A las 35 cuencas, que así resultaron, se les sometió a un sistema de clasificación en función de la capacidad de almacenamiento, la capacidad de generación, el área regada, los usos piscícolas, recreativos y de abastecimiento de agua potable y de control de avenidas con objeto de establecer una prioridad para dichas cuencas.

Posteriormente, se siguió un procedimiento similar para cada uno de los vasos de cada una de las cuencas, para así tener establecida también una prioridad por vasos.

Con la información anterior, se procedió a definir el tipo de actividades factibles de desarrollar para cada cuenca y para cada vaso, con objeto de definir e integrar por grupos las diferentes actividades, definir la participación de sectores y la evaluación y el monto del programa, con objeto de establecer una ruta crítica para su funcionamiento.

Dentro de los aspectos elementales, está en primer lugar el de definir la participación que en este programa deberán tener las propias dependencias de SRH que de hecho ya están trabajando en el mismo, como son en primer lugar la Dirección de Manejo de Cuencas, con el establecimiento y operación de diferentes campos en la República, que le han permitido sentir la importancia que en este tipo de problemas tiene la participación y el interés de los usuarios del suelo de la cuenca, así como la problemática que representa la organización de proyectos en la etapa de campo.

Siendo ésta una etapa que está en proceso de ajuste -

final, no se anexa copia de este trabajo, pero al terminarse el mismo, seguramente estará a disposición de quien lo solicite a la Dirección de Manejo de Cuencas.

A N E X O S

- 1.- Programa de Rehabilitación de Cuencas
en el sistema hidroeléctrico "Miguel
Aleján" 37
- 2.- Cuenca de Tilostoc 53
- 3.- Plan Piloto de Rehabilitación de
Cuenca de Villa Victoria 65

-37-

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD**GERENCIA GENERAL DE OPERACION.****SUB-GERENCIA DE PRODUCCION.****DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL.****Oficina de Rehabilitación de Cuencas.****CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EL AGUA PARA LA PAZ.****Punto XA**

| | |
|------------------------------|---|
| Nombre del Autor. | Ing. Roberto Merino Sanders. |
| Idioma original. | Español. |
| País del Autor. | México. |
| Afiliación del Autor. | Comisión Federal de Electricidad.
Gerencia General de Operación
Rehabilitación de Cuencas. |

PROGRAMA DE REHABILITACION DE CUENCAS EN EL SISTEMA HIDROELECTRICO "MIGUEL ALEMAN" .

-38-

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

I N D I C E .

- I.- INTRODUCCION.
- II.- QUE ES EL SISTEMA HIDROELECTRICO " MIGUEL ALEMAN".
- III.- LAS CUENCAS DEL SISTEMA.
- IV.- ASPECTO FISICO DE LA CUENCA.
- V.- PANORAMA SOCIO-ECONOMICO EN EL AREA DE LA CUENCA.
- VI.- USO DEL SUELO DENTRO DE LA CUENCA.
- VII.- CONSECUENCIA DERIVADA DEL PANORAMA SOCIO-ECONOMICO Y DEL USO DE LA TIERRA.
- VIII.- LA COMISION ANTE EL PROBLEMA DEL AZOLVE Y LA EROSION.
- IX.- TRABAJOS REALIZADOS PARA DEFINIR LA REHABIITACION DE LAS CUENCAS SELECCIONADAS.
- X.- PROGRAMA DE TRABAJO DERIVADO DE LAS CONCLUSIONES OBTENIDAS.
- XI.- INICIACION DE LOS TRABAJOS.
- XII.- RECOMENDACION FINAL.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

R E S U M E N .

Tomando en cuenta el gran interés nacional que representa la conservación del suelo para evitar el azolve de las obras hidráulicas que se emplean para generar energía eléctrica, la Comisión Federal de Electricidad se ha avocado en coordinación con todas las Dependencias especializadas o ligadas a este problema, a estudiar e iniciar los trabajos necesarios para prevenir la erosión del suelo. Este plan es complementario de las medidas clásicas que se emplean para detener el acarreo de azolve.

La Comisión, se propone intensificar por la coordinación con los interesados y otras Dependencias, el incremento de la ocupación en el medio rural y la diversificación de actividades diferentes a la agricultura, como medida para disminuir la presión demográfica que se traduce en el uso exhaustivo de los recursos como suelo, agua, bosque y pastos.

Las principales actividades a promover, son la piscicultura intensiva, el mejoramiento y fomento de las artesanías, tecnificación de la agricultura, aprovechamiento de los recursos naturales disponibles e incremento del turismo.

Se ha elegido una zona piloto de 652 Km². en los que pueden concurrir como factor principal en el aspecto crediticio los fondos de Alianza para el Progreso.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

I.- I N T R O D U C C I O N .

La Comisión Federal de Electricidad, ha iniciado los estudios y puesto en marcha un programa tendiente a pugnar por que en todas las cuencas en que está operando plantas hidroeléctricas, se logre el aprovechamiento racional e integral de los recursos naturales, económicos y humanos.

El interés que la mueve a participar en tal aspecto, se deriva de dos hechos fundamentales:

Primero.- La llegada acelerada de azolve, a 73 obras hidroeléctricas que representan una potencia instalada de más de - - - - 2,000,000 de KW., azolve que al disminuir la capacidad de los vasos de almacenamiento y regulación, significa una reducción de la vida útil de los mismos, que a su vez se traduce, en una disminución de la productividad de las inversiones en la rama hidroeléctrica.

Segundo.- La dificultad para incrementar la demanda de energía eléctrica en el medio rural a nivel de consumidor domiciliario, que tiene como origen los bajos ingresos del campesino, los cuales se inician por un deficiente, rudimentario y tradicional sistema de cultivo, que ligado con la topografía, la climatología y la presión demográfica regionales, son factores que además de acelerar la erosión, mantienen estancada en muy bajos niveles, la economía del medio rural.

II.- QUE ES EL SISTEMA HIDROELECTRICA "MIGUEL ALEMAN".

El sistema de generación hidroeléctrica "Miguel Alemán", se encuentra situado dentro de la cuenca del río Balsas, aproximadamente a 120 Km. de la ciudad de México y tiene como finalidad exclusiva, la generación eléctrica.

Básicamente está formado por 4 vasos de almacenamiento que son Villa Victoria, El Bosque, Valle de Bravo y Tuxpan, cuyas capa-

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

-2-

ciudades de almacenamiento respectivamente son de 210, 220, 400, y 20 millones de m^3 .

Cuenta con una presa derivadora que es la Ixtapan del Oro y 4 presas de regulación, Colorines, Ixtapantongo, Santo Tomás y Pinzanes, cuyas capacidades son respectivamente de 2, 2, 6 y 3.7 millones de m^3 , tiene también una presa, la Tilostoc, cuya función específica es detener azolves.

Tiene contruidos más de 40 Kms. de túneles, 1 Km. de sifones y más de 60 Kms. de canales de conducción.

III.- LAS CUENCAS DEL SISTEMA.

Las diferentes cuencas de captación de este sistema, cubren una superficie de $3,520 \text{ Km}^2$. que es apenas el 3 % de la superficie total de la cuenca del Balsas, que ocupa una superficie de - - - $111,300 \text{ Km}^2$.

La precipitación media en la zona es del orden de - - 1,000 mm., o sea que recibe un aporte de aproximadamente 3,520 millones de m^3 , de los cuales escurren 363 millones, o sea aproximadamente el 10 %.

El sistema tiene una capacidad instalada de 370,675 KW, con la cual, obtiene una generación bruta de 1,800 millones de KWH.

IV.-ASPECTO FISICO DE LA CUENCA:

La cuenca es en general terreno montañoso, cubierto en su mayor parte de bosques de coníferas mezcladas con hojosas.

Los suelos son de origen volcánico, que por intemperismo han derivado hacia suelos ácidos, carentes de los elementos básicos de nutrición para las plantas agrícolas de cultivo anual.

El clima es semi-frío con estación lluviosa definida en verano, temperatura media anual de 18°C . y una mínima de 6°C .

La precipitación media anual, del orden de 1,000 mm., se efectúa en un período de aproximadamente 80 días, en los cuales las

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

-3-

cantidades de lluvia van desde no registradas, hasta tormentas.

Las granizadas se registran en promedio 3 veces al año y las heladas 2 veces.

La altura para los diferentes vasos del sistema van desde los 2,600 ms. a que se encuentra el vaso de Villa Victoria, 1,830 ms. el de Valle de Bravo y 1,741 ms. El Bosque, hasta los 1,081 ms. a que se haya el vaso regulador de Pinzanes.

En el area de la cuenca se encuentran alturas de más de 3,200 ms. y en general, el 70 % del area de la cuenca está a una altura de más de 1,800 ms.

V.- PANORAMA SOCIO-ECONOMICO EN EL AREA DE LA CUENCA.

Para el area de la cuenca se estima una población de aproximadamente 250,000 habitantes, que dan una densidad demográfica de 71 habitantes/Km².

La población se distribuye un 10 % en urbana y 90 % en rural.

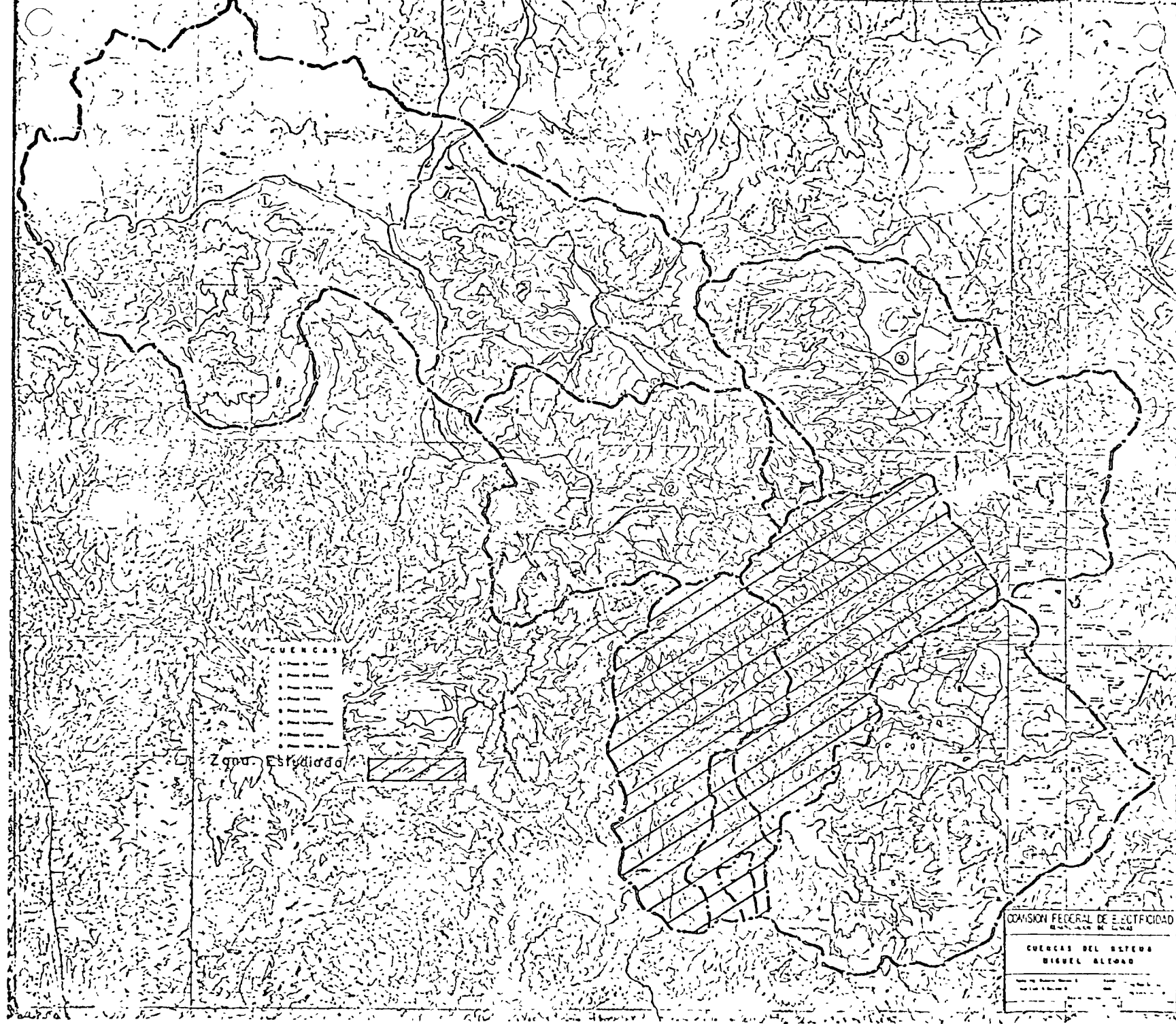
La población económicamente activa es apenas el 31 % y la fuerza de trabajo se aplica en un 83 % a la agricultura.

VI.- USO DEL SUELO DENTRO DE LA CUENCA.

Uso Forestal.-

Los bosques ocupan el 35 % de la superficie y su vegetación dominante es de coníferas. Por estar sujetos los bosques a una prohibición legal de corte, ha sido imposible establecer el aprovechamiento forestal basado en el cultivo silvícola del bosque. Los cortes de arbolado que se realizan, son fuera de la ley y tienen como finalidad la transformación del uso del suelo forestal a agrícola o bien la realización de pequeños aprovechamientos comerciales que de ninguna manera pueden garantizar el establecimiento de una industria que se convierta en fuente permanente de trabajo. En otras palabras, los bosques de esta región están substraídos a la actividad económica de la zona.

Uso Agrícola.-



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

-4-

Los terrenos en los que se practica la agricultura ocupan el 40 % de la superficie de la cuenca. El 82 % de ellos son de temporal y se dedican al monocultivo de maiz con métodos atrasados como son el empleo del arado de madera, el trasado de surcos en dirección arbitraria y el poco empleo de semillas mejoradas y fertilización para el suelo, por lo que las gentes dedicadas a la agricultura, lo hacen en superficies insuficientes a sus necesidades económicas dentro de un alto grado de desocupación, pues la labor agrícola requiere de quienes la practican de sólo 90 días al año.

Uso Ganadero.-

El terreno cerril dedicado al pastoreo de la ganadería, ocupa el 25 % de la superficie de la cuenca. Dichos terrenos, están sujetos a una degradación paulatina debido a la carencia de pastos adecuados y sobre pastoreo.

La ganadería se practica básicamente con ganado corriente.

VII.- CONSECUENCIA DERIVADA DEL PANORAMA SOCIO-ECONOMICO Y DEL USO DE LA TIERRA.

La consecuencia que se deriva de los panoramas examinados, indica claramente que el suelo de la cuenca del sistema, está sujeto a una explotación extensiva e intensiva que se trae como consecuencia la aparición del cáncer de la erosión, que ha provocado que la Comisión Federal de Electricidad, esté sintiendo la presencia de azolve en sus vasos, en grado tal que el más pequeño de sus vasos de almacenamiento, el de Tuxpan, haya perdido su capacidad de almacenamiento.

Actualmente el azolve, se estima que llega a los vasos con un promedio anual de 500 m³. por cada Km². de cuenca y deja sentir sus efectos principalmente en los vasos pequeños, como Colorines.

Dicho vaso, construido con capacidad inicial de 2.6 millones m³. para abril de 1964 tenía reducida a 1.3 millones de m³. y tratándose de picos, requiere una capacidad de 0.8 millones m³. para un servicio continuo de 11 horas.

El aporte principal de azolve a este vaso, proviene del río Tilosteo, a un promedio anual de 170,000 m³., más el aporte directo

-46-

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

-5-

de su cuenca, que es de aproximadamente 20,000 m³. anuales.

El vaso de Ixtapantongo, actualmente sólo tiene el 60 % de su capacidad inicial. El de Santo Tomás, la ha reducido a un 67 % y se estima que sólo en el mes de julio de 1964 y debido a la falta de capacidad hubo derrames en este vaso y el de Pinzanes que fueron equivalentes a 30 millones de KWH que dejaron de generarse.

VIII.- LA COMISION ANTE EL PROBLEMA DEL AZOLVE Y LA EROSION.

Para el problema que representa la presencia del azolve en los vasos del sistema, la Comisión elaboró un programa a corto plazo consistente en realizar obras de ingeniería civil para detener la llegada de azolve a los vasos pequeños, como son la sobreelevación de la presa de Tilostoc y la construcción de un desarenador en el canal de conducción de Ixtapan. Así mismo, está eliminando mucho del azolve acumulado en los vasos, mediante secuelas definidas de operación, como son la operación oportuna de las compuertas de fondo y la agitación del agua con chiflones de agua.

Simultáneamente a dicho plan a corto plazo, organizó un comité para estudiar el problema del azolve, desde el punto de prevenir la erosión mediante la aplicación de métodos conducentes hacia el mejor uso del suelo, desde los puntos de vista agronómico, social y económico.

Dicho comité, propuso la formación de una oficina, que se avocara a iniciar los estudios que condujeran a definir el problema, cuantificarlo y evaluar su solución.

Para ello se elaboró un programa y calendario de trabajo, el que una vez aprobado, se desarrolló bajo la vigilancia del comité asesor.

Las cuencas seleccionadas para realizar el estudio de rehabilitación, fueron precisamente aquellas que tienen influencia sobre los vasos pequeños. En este caso, las 4 cuencas seleccionadas abarcan una superficie de 652 Km². que representa el 19 % de la superficie total de las cuencas del sistema.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

IX.-TRABAJOS REALIZADOS PARA DEFINIR LA REHABILITACION DE LAS CUENCAS SELECCIONADAS.

Los trabajos realizados tuvieron como norma, emplear únicamente el material de información existente y ejecutarlo con personal de la propia Comisión, del que pudiera disponerse en un momento dado.

Como plano base para todas las referencias, se usó un mosaico aereofotográfico en escala 1:25,000, el que se fijó sobre material rígido con objeto de darle indeformabilidad y derivar de él todos los planos-diagrama que fueran necesarios.

Para la fotointerpretación, se usaron las fotografías verticales de contacto en escala 1:50,000 que sirvieron para la formación de los mosaicos empleados como plano base.

- 1.- El primer paso en la fotointerpretación fué delimitar el area de la cuenca con objeto de concentrar los trabajos en ella.
- 2.- Como paso siguiente se definió el uso actual de la tierra con base en los conceptos;
 - a).- Forestal.
 - b).- Agrícola.
 - c).- Pradera.
 - d).- Fuera de cultivo.
- 3.- La siguiente fotointerpretación fué para definir la geología de la cuenca habiendo resultado 4 conceptos que fueron los siguientes.
 - a).- Aluvión.
 - b).- Intrusivas.
 - c).- Metamórficas.
 - d).- Volcánicas.
 - Andesita.
 - Lava.
 - Arenas.
 - Tobas.
- 4.- El siguiente paso en la fotointerpretación, fué definir la tenencia de la tierra tomando como base los planos del Departamento Agrario,

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

-7-

con los cuales se formó un conjunto a la escala 1:25,000, el cual se sobrepuso al mosaico base y por detalles de la forma de los linderos naturales que claramente aparecían reflejados en el mosaico, se ajustó el conjunto de propiedades que define la tenencia de la tierra. Los conceptos resultantes fueron:

- a).- Ejidal.
- b).- Comunal.
- c).- Particular.
- d).- Nacional.

5.- Simultaneamente a los estudios de fotointerpretación, se realizó un estudio socio-económico, con objeto de definir los recursos humanos, técnicos, naturales, económicos y financieros y sociológicos en cuanto a estructura y organización de la comunidad para tomarlos en cuenta al momento de iniciar un programa de rehabilitación en las cuencas, obteniéndose del estudio realizado la necesidad de:

- a).- Crear una motivación del pueblo, en relación con el problema de la erosión.
- b).- Dotar a la región de un promotor que promueva la tecnificación agrícola, las artesanías y el turismo.

Paralelamente se comprobó la gran calidad humana del pueblo y su fácil respuesta a colaborar en obras de beneficio común.

6.- Con base en un criterio conjunto geológico-agronómico, ajustado con varias visitas a la cuenca, se hizo la fotointerpretación necesaria para ir definiendo los trabajos por realizar con fines a evitar la erosión, tomando en cuenta para ello, el uso de la tierra, la geología del terreno, la topografía del mismo y las condiciones socio-económicas de quienes poseían cada uno de los lugares de la cuenca. Los conceptos derivados del examen de las fotografías fueron:

- a).- Zonas que necesitan reforestación.
- b).- Zonas forestales que pueden autogenerar el bosque con un programa de protección.
- c).- Zonas forestales que pueden ser base para establecer la actividad económica del cultivo silvícola del bosque.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

- d).- Zonas agrícolas que deben ser base de un programa para mejorar la tecnificación que rinda mejores cosechas y evite la erosión.
- e).- Zonas en las que es necesario realizar trabajos de bordeo o corrección de torrenteras.
- f).- Zonas en que es necesario construir muros de contención para evitar el acarreo de azolve.

7.- Para corregir sobre la marcha el enfoque al análisis del problema, se recurrió a conocer lo que en este aspecto se realizó y se realiza por TVA de USA y los programas que sobre aprovechamiento múltiple de los recursos se realiza en el vaso de la presa Boulder, en Arizona, E.U.

8.- La cuantificación de los conceptos fotointerpretados, se realizó midiendo con planímetro las áreas de cada uno de ellos, sobre cada uno de los planos derivados de la fotointerpretación realizada en las fotos de contacto sobre el mosaico base.

9.- Para fines de localizar en forma parcial, cada uno de los conceptos fotointerpretados, los planos derivados de la fotointerpretación se dividieron en zonas correspondientes a cuadros de 1 Km., con superficie de 100 Hs., a los cuales se refirieron todos los datos de la fotointerpretación y medición de conceptos.

X.- PROGRAMA DE TRABAJO DERIVADO DE LAS CONCLUSIONES OBTENIDAS.

1.- Iniciar un programa de motivación en toda el área de la Cuenca.

Descripción.-

Para realizar este programa, se intensificará en primer lugar la distribución de la propaganda mural sobre temas forestales, agrícolas, de conservación de suelos y ganadería, con material de la SAC.

En segundo lugar se equipará una unidad móvil que empleando todos los recursos audiovisuales, como son básicamente cine y conferencias recorrerá toda la zona de la cuenca dando a conocer material ilustrativo tanto de la propia CFE, como de otras dependencias oficiales

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

-9-

y de embajadas de diversos países.

Objeto.-

Establecer una identificación entre el pueblo y los problemas de erosión y desarrollo económico por propia voluntad y esfuerzo, compenetrándolos al mismo tiempo del esfuerzo que se realiza para construir las grandes obras hidroeléctricas y el significado de ellas en el desarrollo de todo el país.

Tiempo.-

Un año de esta labor intensiva en toda la cuenca, se considera tiempo suficiente para crear la motivación necesaria para impulsar el programa general a niveles significativos.

2.- Promoción para el uso integral de los recursos en el total de la cuenca.

Descripción.-

El programa será básicamente de promoción y coordinación con las siguientes dependencias.

- 1.- Dirección de la Fauna Silvestre.- SAG.
- 2.- Dirección de Conservación del Suelo y del Agua.- SAG.
- 3.- Dirección de Protección y Repoblación Forestal.- SAG.
- 4.- Comisión Nacional de Fruticultura.- SAG.
- 5.- Dirección General de Agricultura y Extensión Agrícola.-SAG.
- 6.- Dirección General de Avicultura.- SAG.
- 7.- Departamento de Turismo.
- 8.- Consejo Nacional de Turismo.
- 9.- Departamentos, de Turismo, Fomento Económico y Agricultura en el Estado de México.
- 10.- Consejo Consultivo de Pesca.
- 11.- Dirección General de Pesca.- SIC.
- 12.- Comisión del Balsas.- SRH.

Para formular y poner en marcha planes concretos que se refieran a:

- 1.- Establecimiento de una piscicultura intensiva con fines comerciales que vaya desde el consumo y venta directa de los produ-

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

-10-

tos de la pesca.

- 2.- Fomento de la pesca deportiva y los deportes nauticos, buscando concesionarios que estén dispuestos a invertir en dotar a los vasos de las condiciones mínimas necesarias como son embarcaderos y lanchas de alquiler, para quienes se interesen por practicarlos.
- 3.- Mejoramiento de la cubierta vegetal en el area alrededor de los vasos, con fines a evitar erosión en las orillas de los mismos y mejorar los atractivos turísticos.
- 4.- Fomentar actividades económicas como la fruticultura, la avicultura y la cunicultura.
- 5.- Fomento y desarrollo de actividades artesanales. Este programa lo ejecutarían los propios interesados, debidamente asesorados para que organizados en cooperativas puedan obtener créditos.

Objeto.-

Los trabajos enumerados, tiene por objeto, diversificar las fuentes de actividad económica para disminuir la presión demográfica sobre el suelo agrícola que se traduce en erosión. Al desarrollarse estas actividades, simultaneamente se estará elevando el nivel económico de los habitantes de la cuenca, lo que facilitará intensificar el uso de la energía eléctrica en el medio rural.

- 3.- Iniciar el programa de rehabilitación integral en la zona de la cuenca que fué estudiada.

Descripción.-

Este trabajo se haría coordinadamente con SAG, SRH y Gobierno local, comprendiendo los siguientes aspectos.

- a).- Promover la tecnificación de la agricultura en 26,673 Hs.
- b).- Promover el establecimiento del cultivo silvícola del bosque en 25,680 Hs.
- c).- Establecimiento de praderas en 5,760 Hs.
- d).- Reforestación de 7,099 Hs.
- e).- Realizar trabajos de corrección de torronteras en un area de 13,240 Hs.
- f).- Construir muros para contención de azolve en 204 sitios.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

-11-

XI.- INICIACION DE LOS TRABAJOS.

A partir de enero del presente año se pusieron en marcha.

- 1.- Trabajos de motivación con equipo y material de SAG.
- 2.- Reforestación a cargo de SAG.
- 3.- Resiembra de peces en Villa Victoria a cargo de SIC.
- 4.- Organización de usuarios para establecer la piscicultura intensiva en Villa Victoria a cargo de SIC.
- 5.- Estudio para organizar las artesanías en Villa Victoria CFE.
- 6.- Estudios para promover la afluencia de turismo local a Villa Victoria.

XII.- RECOMENDACION FINAL.

- 1.- Que en todos los proyectos hidráulicos, se estudió la conveniencia de establecer programas para rehabilitar las cuencas de los vasos que se encuentran dentro de zonas con altos índices de azolve y presión demográfica.
- 2.- Que para este tipo de proyectos concretos se canalicen créditos internacionales, pues indudablemente que en este tipo de proyectos piloto, es donde puede prosperar la confianza sobre la cooperación internacional para el desarrollo de los pueblos.

CUENCA DE T I L O S T O C .

1.- Jurisdicción.

Esta cuenca, administrativamente , pertenece a la División Ixtapantongo, drena en la cuenca del río Balsas a través del Sistema Hidroeléctrico "Miguel Alemán".

2.- Ubicación.

Se localiza aguas abajo de la presa de Villa Victoria en el Estado de México; en la parte alta la cruza la carretera México-Morelia en los Kms 117.5 y 135 ; la población más importante dentro de la cuenca es Villa de Allende.

3.- Superficie.

347 Km².

4.- Hidrografía.

La principal corriente que la drena es:

Río Malacatepec.

El que anualmente aporta al vaso 134 millones de m³

5.- Vaso.

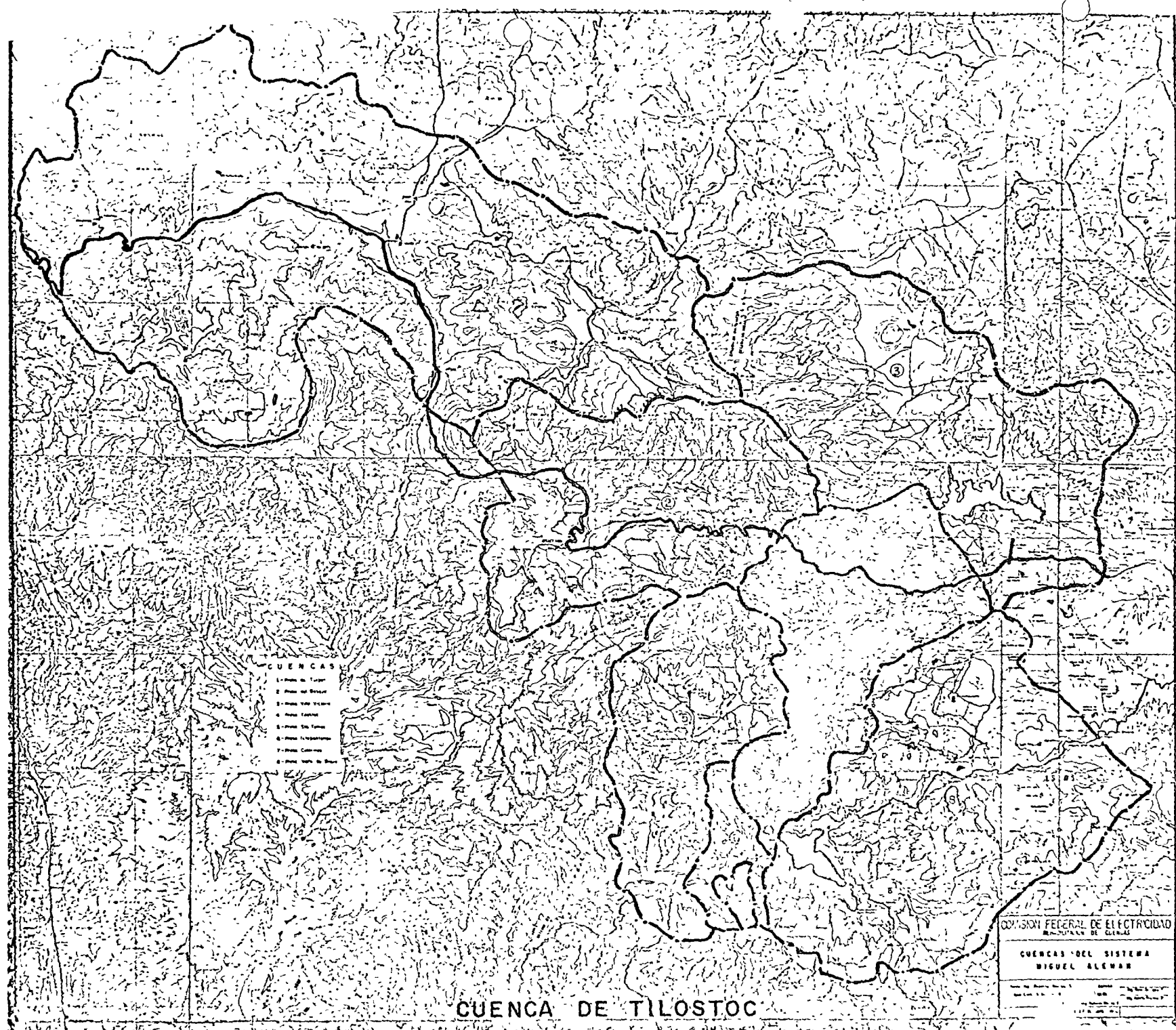
Superficie : 0.46 Km²

Capacidad ; 2.6 millones de m³ ; azolvados totalmente entre 1952 y 1966 para un promedio anual de 185,00 m³

6.- Hidrología.

| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Lluvia anual - - - - - | 1 187 mm |
| Precipitación anual en la cuenca - | 412 millones m ³ |
| Factor de escurrimiento- - - - - | 0.31 |
| Escurrimiento medio anual al vaso - | 128 millones m ³ |
| Pérdida por evaporación- - - - - | No se conoce |
| Volumen destinado a otros usos - - | 0.00 |
| Volumen disponible - - - - - | 94.5 millones m ³ |

Considerando que la función fundamental de Tilostoc es la



de detener la enorme cantidad de azolves que aporta este río, el valor del agua de su cuenca está dado por el valor que tiene el gasto de 2.68 m^3 que aporta dicho río en la presa derivadora El Durazno, a el canal de conducción de El Durazno a Colorines, o sea el volumen considerado como de aguas disponible.

7.- Valor del agua en el vaso.

| | | |
|------------------------------------|-----------|------------------------|
| Posibles KWH/ m^3 | - - - - - | 2.83 KWH/ m^3 |
| posibles KWH/año | - - - - - | 239 millones de KWH |
| Valor bruto en bloque de los posi- | | |
| bles KWH/año a \$ 0.0835/KWH | - - | \$ 20 millones. |

8.- Cortina.

| | |
|-------------------------|------------------|
| Altura - - - - - | 17.50 m |
| Tipo - - - - - | Gravedad. |
| Cota del vertedor - - - | 1,761.8 m.s.n.m. |

9.- Uso del suelo en la cuenca en %

| | |
|----------------------|------------|
| Agrícola - - - - - | 52.8 |
| Cerril - - - - - | 7.6 |
| Forestal - - - - - | 33.1 |
| Embalse - - - - - | 0.1 |
| Chaparral - - - - - | 6.3 |
| Destruídos - - - - - | 0.0 |
| Otros - - - - - | <u>0.1</u> |
| | 100.0 |

10.- Clima.

Húmedo con invierno seco; templado sin cambio térmico invernal bien definido.

11.- Geología.

La configuración orográfica predominante está determinada por la presencia de rocas volcánicas de tipo andesítico así como por tobas volcánicas también que descansan sobre aquellas. En la parte comprendida por la confluencia del desfogue de la

Presa de Valle de Bravo y el Río Malacatepec el relieve topográfico está determinado por rocas metamórficas del tipo de pizarras y esquistos. Las tobas y las rocas metamórficas son las fuentes principales de azolve.

12.- Importancia turística del vaso.

El vaso en sí carece de toda importancia turística, en cuanto que está totalmente azolvado. Con la sobreelevación del vertedor en 3 metros más, con lo cual se supone que el vaso tendrá una vida útil de 14 años más a partir de 1968, aunque se producirá un embalse, carece éste de atractivo turístico en sí pero considerado este vaso como parte de todos los atractivos turísticos que tiene la región de Valle de Bravo, se contabiliza a su favor el atractivo que representan los manantiales que brotan sobre el lecho y en la margen izquierda del Río Tilostoc a 60 m aguas abajo de la cortina.

13.- Indices del problema.

El índice del problema de acarreo de azolve en la cuenca, está dado por la desaparición de los 2.6 millones de m^3 de capacidad que tenía el vaso cuando se terminó de construir en 1962 debido a la llegada anual de 185,000 m^3 de azolve, que representan un acarreo de suelo en la cuenca de 533 $m^3/Km^2/año$.

14.- Consideraciones.

Independientemente de que la elevación en 3 metros más al vertedor de Tilostoc, asegura que durante 14 años más, o sea hasta 1982 no pasará azolve aguas abajo del Río Tilostoc donde se encuentra la presa derivadora El Durazno que aportó un gasto estimado en 2.68 m^3 a la conducción de Durazno-Coloninos, será necesario realizar el programa mínimo de rehabilitación de cuencas que se proyectó iniciar a partir de 1967.

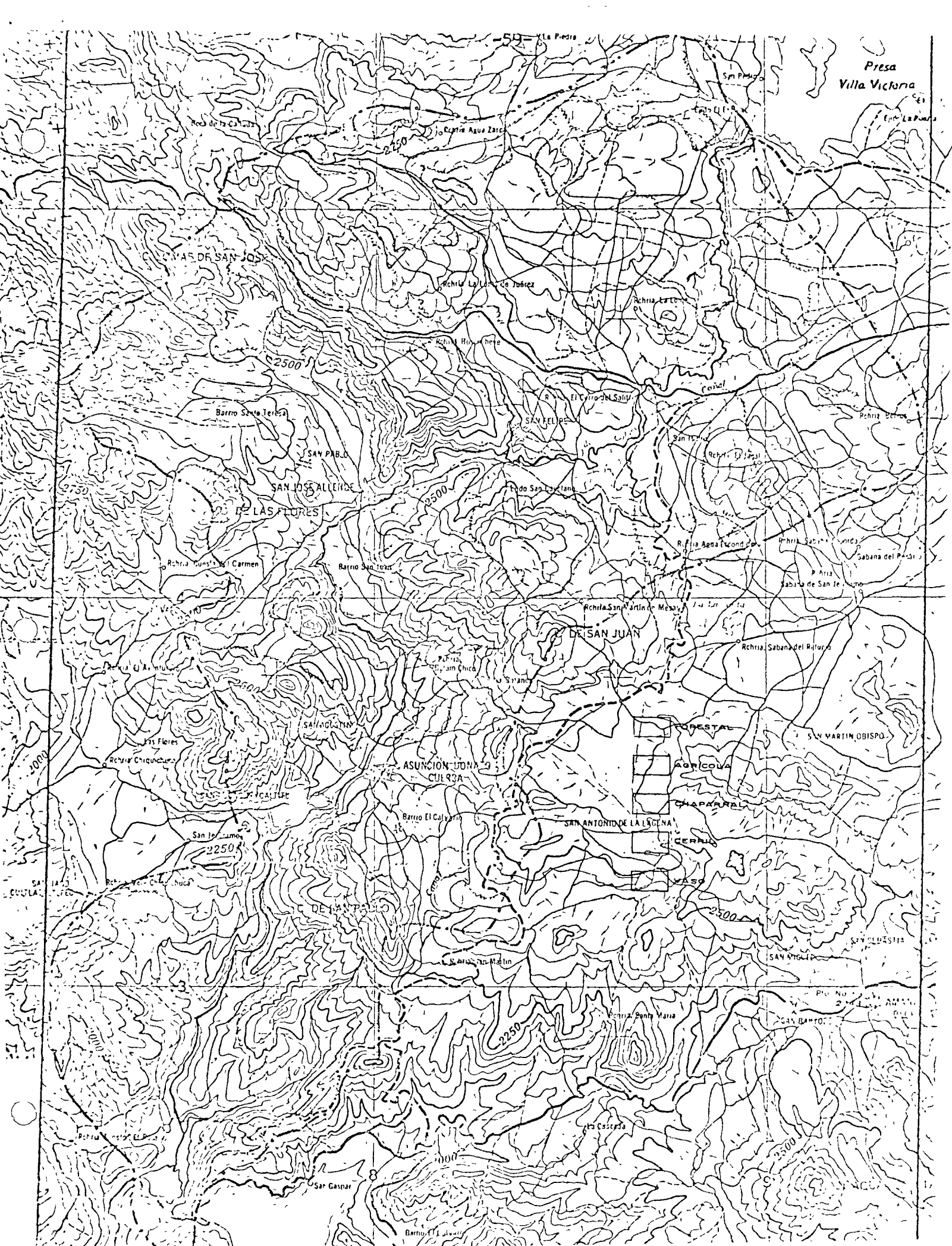
De no realizarse dicho programa, será necesario modificar la toma del agua que sale de la planta El Durazno para la con-

ducción a Colorines.

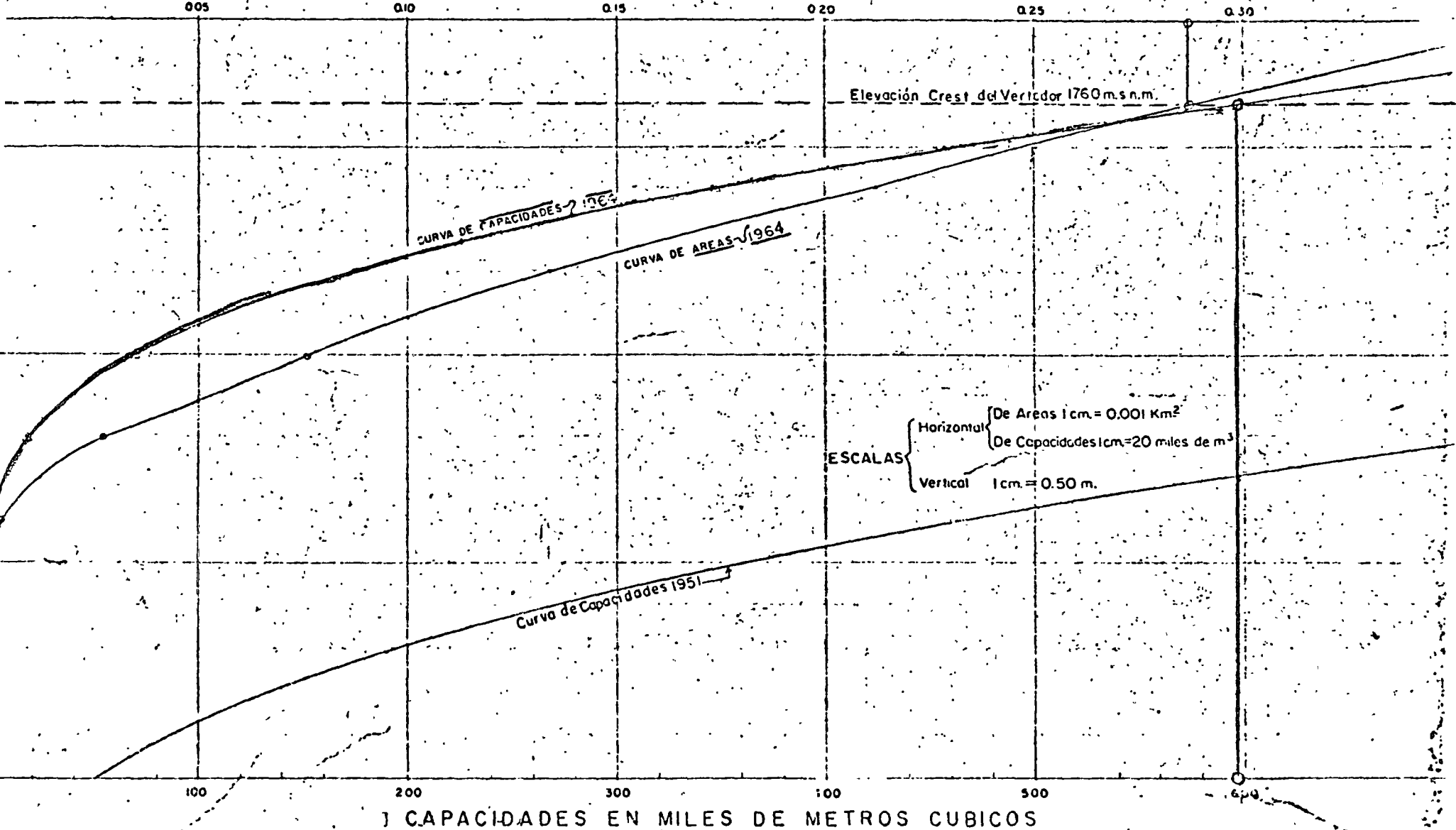
Prescindir de 2.68 m^3 que aporta el río Tilostoc a la conducción Durazno-Colorines, equivale a prescindir de - - 239 millones de KWH que representan un valor anual de - - \$ 20 millones.

15.- Recomendación.

Iniciar lo más pronto posible la aplicación del programa que se formuló para rehabilitar a la cuenca de la presa de Tilostoc, a partir de 1967, el cual sólo requiere una inversión anual de \$ 391,000.00 de los cuales 146,000 serían para construcción de bordos y muros y 245,000 para trabajos de reforestación y protección forestal.



AREAS EN KILOMETROS CUADRADOS



ESCALAS

Horizontal { De Areas 1cm. = 0.001 Km²
De Capacidades 1cm. = 20 miles de m³
Vertical 1cm. = 0.50 m.

TILOSTOC

VII.- DEFINICION Y EVALUACION DEL PROGRAMA PARA TILOSTOC.

El programa de rehabilitación del suelo de la cuenca implicaría los siguientes trabajos:

- 1.- Tratamiento Silvícola de 11,481 Hs.- Consistente en realizar los necesarios cortes comerciales y de saneamiento de los bosques de la cuenca para darles valor comercial; el obstáculo legal sería la veda forestal que existe. El costo de estos trabajos sería de dos tipos, el que realizarían directamente los propietarios en la ejecución del mismo a cambio de beneficiarse con los productos del corte y el de vigilancia y dirección técnica que podría estar a cargo de SAG y cuya inversión anual en salarios y equipo sería del orden de - - - - \$ 200,000/año en un plazo de 10 años o sean \$ 2,000,000.00 .
- 2.- Reforestación de 2,663 Hs.- Sobre la base de 1,000 árboles/Ha y un costo de \$ 2.50/árbol o sean \$ 2,500.00/Ha el costo sería de - - - \$ 6,657,500.00 en un plazo de 10 años o sean \$ 665,759.00/año de los cuales CFE aportaría \$ 200,000/año.
- 3.- Protección forestal de 700 Hs.- La protección se realizaría cercando dicha superficie con tres hilos de alambre de púas y postes de madera cada 4.0 m en una longitud de aproximadamente 25 Kms, más la vigilancia necesaria que sería proporcionada por el personal de SAG

presupuestado para el tratamiento silvícola de (1.-).

Si el costo por Km de cerca instalada se estima en \$ 15,000/Km el costo total sería de \$ 1,050,000.00.

El obstáculo para el programa sería la aceptación de los usuarios del terreno para que durante un plazo de 10 años pudieran dedicar éstos a recuperación forestal substrayéndolos del pastoreo.

- 4.- Tecnificación agrícola en 18,314 Hs.- Careciendo en México de experiencias sobre el costo de una transformación de este tipo, se recurrirá a usar la cifra que en experiencias de este tipo reporta el TVA en su proyecto experimental que sobre rehabilitación de cuencas realizó en The Parker Branch Project en Buncombe County, North Carolina, el cual arrojó un promedio de \$ 6,000/Ha.

La dirección y ejecución del proyecto correría a cargo de CFE coordinado con SAG y Gobierno del Estado, los cuales en esta rama tendrían una erogación anual del orden de \$ 300,000.00 durante un período de 10 años o sean \$ 3,000,000.00 que sumados a los - - - \$ 110,000,000.00 de inversión significarían una erogación total de \$ 113,000,000.00.

- 5.- Construcción de 4,905 bordos y 102 muros.- Tentativamente y dado que la fotointerpretación se realizó con fotografías tomadas en 1956 se localizaron 4,905 sitios para construcción de bordos y 102 sitios propios para muros cuyas características generales para fines de formulación de presupuesto se fijaron en una altura de 1.5 m para los primeros y 3.0 m para los segundos con longitudes hasta de 5 m para

los primeros y 10 m para los segundos. Los costos unitarios estimados fueron de \$ 3,000.00 para los primeros y de \$ 12,000.00 para los segundos, o sea que para tales renglones, la inversión se estimó en \$ 15,939,000.00.

Esta inversión debería hacerse en un plazo de 10 años por parte de CFE, paralelamente al plan de tecnificación del uso de las tierras agrícolas.

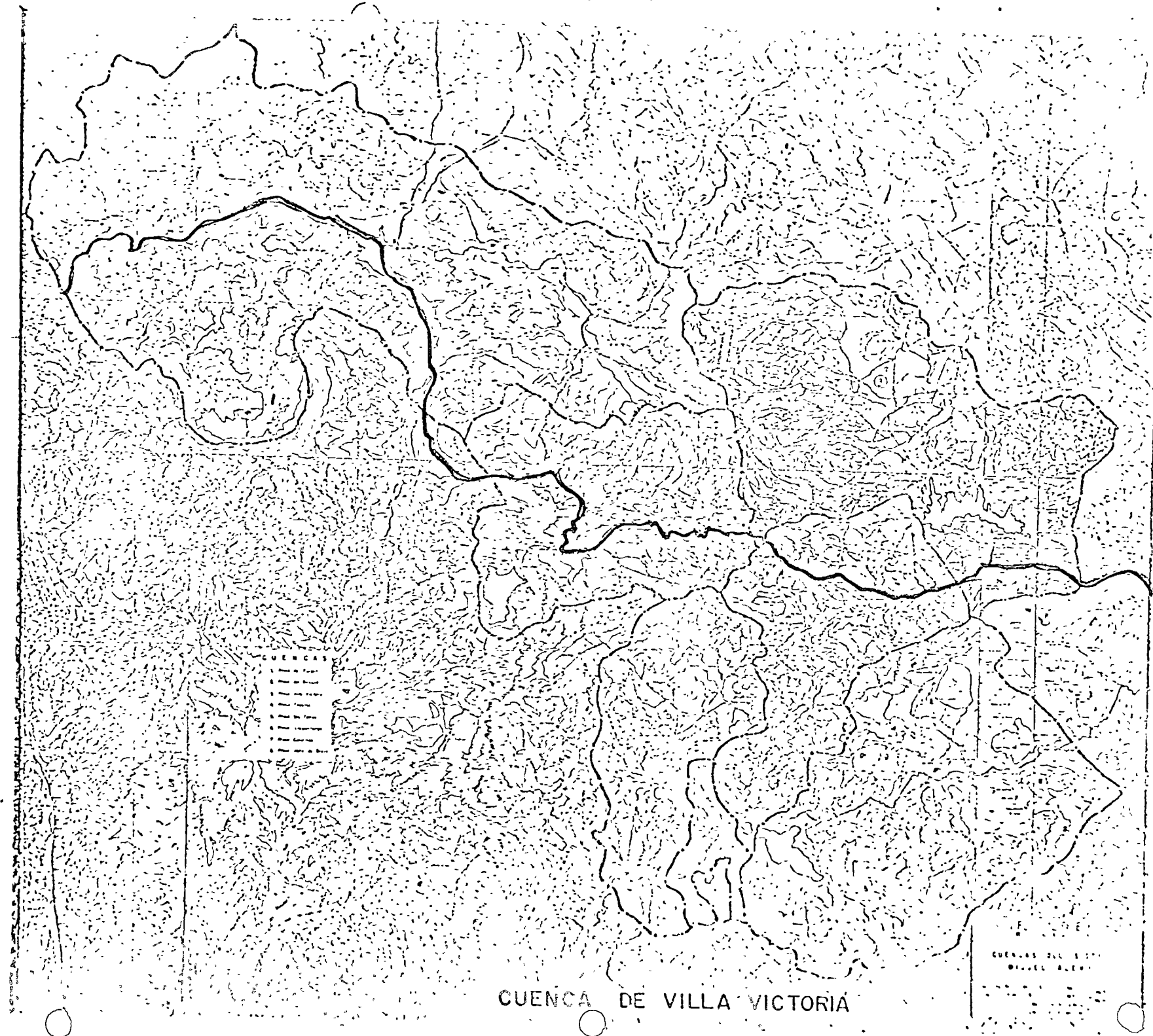
VIII.- RESUMEN DEL COSTO DEL PROGRAMA PILOTO DE REHABILITACION
DE CUENCAS.

| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Tratamiento silvícola - - - - - | \$ 2,000,000.00 |
| Reforestación - - - - - | " 6,657,000.00 |
| Protección forestal - - - - - | " 1,050,000.00 |
| Tecnificación agrícola - - - - - | " 113,000,000.00 |
| Construcción de muros y bordos - - - | <u>" 15,939,000.00</u> |
| | \$ 138,646,000.00 |

COMITE CENTRAL DE PROGRAMAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE

PLAN PILOTO DE REHABILITACION
CUENCA DE VILLA VICTORIA

Ing. Roberto Merino Sanders
Coordinador SAG-CFE
abril de 1972.



CUENCA DE VILLA VICTORIA

CUENCA DE VILLA VICTORIA
MIGUEL ALEJANDRO

1.- DESCRIPCION DE TRABAJOS REALIZADOS.

Los trabajos de rehabilitación de cuencas que han realizado Comisión Federal de Electricidad y Secretaría de Agricultura y Ganadería, con la participación de las Secretarías de Industria y Comercio y Salubridad y Asistencia, han sido los siguientes:

a) Reforestación con más de 2 millones de arboles, con el objeto de recuperar áreas de bosque.

b) Construcción de más de 100 muros mamposteados tipo -- vertedor con dimensiones máximas de 3 metros de altura y 15 metros de longitud en la corona, con objeto de detener azolve, almacenar agua y disminuir la velocidad de escurrimiento.

c) Construcción de más de 1,000 bordos de piedra acomodada con longitudes máximas de 1.20 metros de altura y 12 metros de longitud en la corona, con objeto de atenuar la velocidad del agua.

d) Construcción de 15 kilómetros de terrazas para fines de reforestación y absorción de agua.

e) Construcción con tractor de más de 30 kilómetros de surco en contorno para fines de provocar la absorción de agua y facilitar la reforestación.

f) Establecimiento de huertos ejidales con más de 2,000 manzanos y perales, con objeto de mejorar la economía de los usuarios del terreno.

g) Reparto libre de más de 5,000 arboles frutales, también con objeto de mejorar la economía de los habitantes de la cuenca.

h) Resiembra de 25,000 alévinos que fueron proporcionados por la SIC, con objeto de incrementar las actividades piscícolas y mejorar la economía de los habitantes ribereños al vaso.

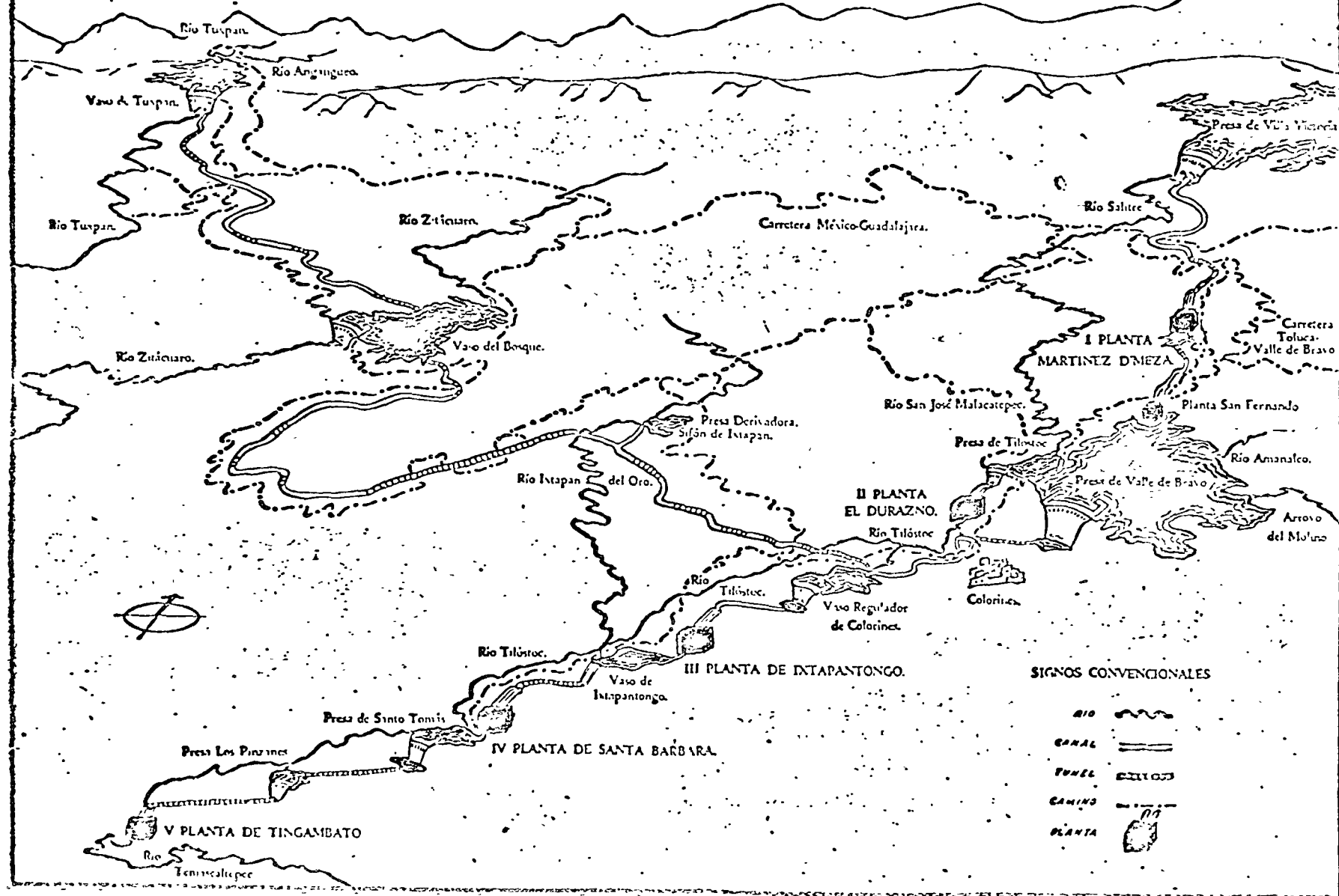
i) Con base a raciones proporcionadas por la SSA, se -- arreglaron más de 30 kilómetros del camino de circunvalación al vaso para facilitar la comunicación regional.

j) 'Introducción de servicio eléctrico a los poblados del área, con objeto de crear una base para diversificar la ocupación.

2.- OBJETO DE LOS TRABAJOS.

Las razones por las cuales Comisión Federal de Electricidad planeó y promovió el desarrollo de estos trabajos, invitando a participar a diversas Dependencias, partió del gran interés que le representa el uso eficiente del suelo, como base para evitar el acarreo de azolve y en la dificultad de incrementar la demanda de energía eléctrica en el medio rural a nivel de consumidor domiciliario y cuyo origen está en los bajos ingresos del campesino, como consecuencia del deficiente, rudimentario y tradicional sistema de cultivo, que ligado con la topografía, el clima y la presión demográfica regional, son factores que además de acelerar la erosión, mantienen estancada en muy bajos niveles la economía del medio rural.

ESQUEMA PANORAMICO DEL SISTEMA HIDROELECTRICO "MIGUEL ALLEMAN"



3.- DEFINICION.

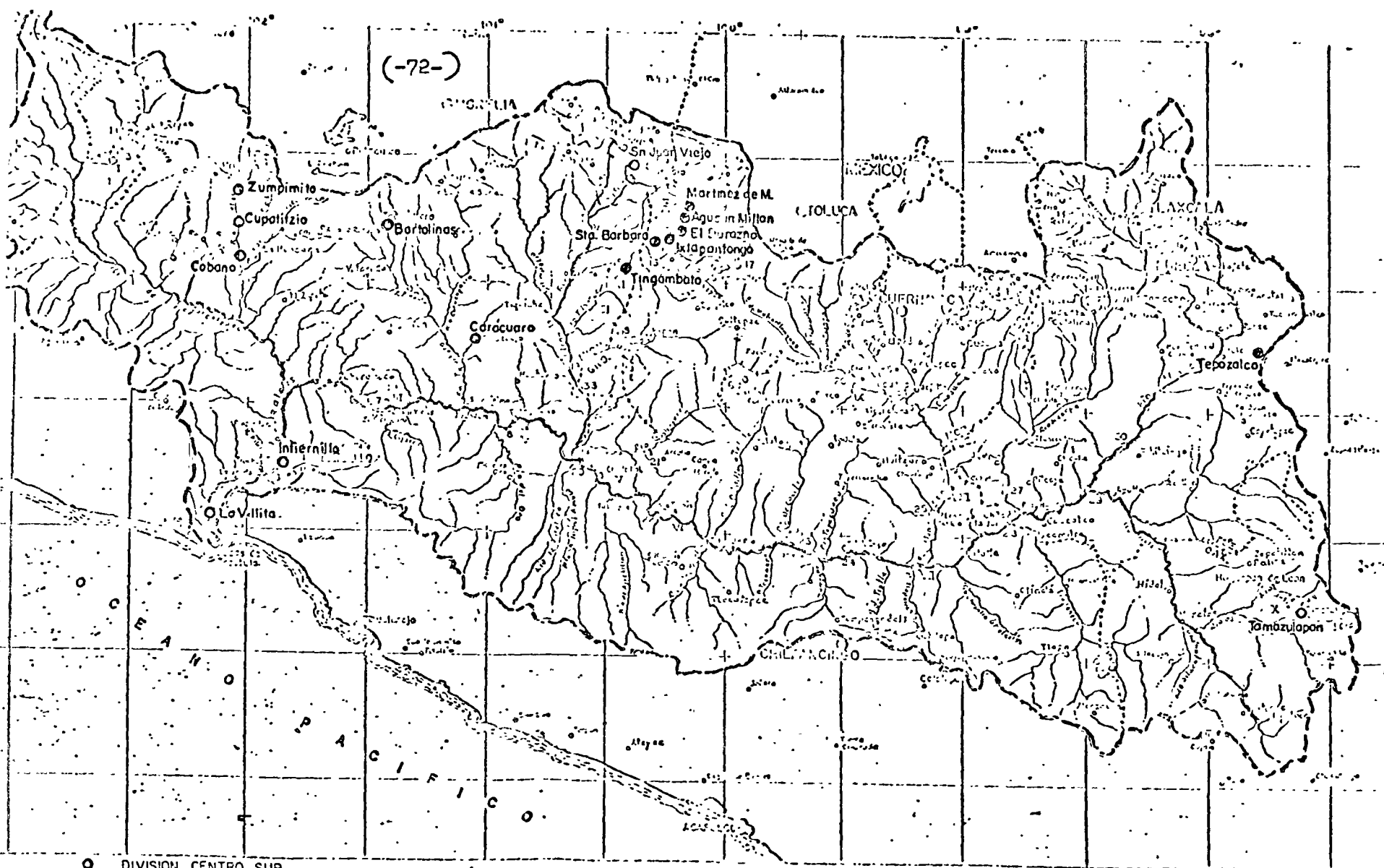
La cuenca de Villa Victoria, es parte del área de captación de las aguas de un sistema hidroeléctrico formado por 4 vasos de almacenamiento que son Villa Victoria, el Bosque, Valle de Bravo y Tuxpan, cuyas capacidades de almacenamiento respectivamente son de 210, 220, 400 y 20 millones de m^3 .

Cuenta con una presa derivadora que es Ixtapan del Oro y 4 presas de regulación; Colorines, Ixtapantongo, Santo Tomás y Pinzanes, cuyas capacidades son respectivamente de 2, 2, 6 y 3.7 millones de m^3 , cuenta también con la presa Tilostoc, cuya función específica es detener azolve.

El sistema tiene contruidos más de 40 kilómetros de túneles, un kilómetro de sifones y más de 60 de canales de conducción.

Las diferentes cuencas de captación de este sistema, cubren una superficie de 3,520 Km^2 que es apenas el 3% de la superficie total de la cuenca del Balsas, que ocupa una superficie de 108,000 Km^2 .

La precipitación media en la zona es del orden de 1,000 mm., que significa un aporte de 3,520 millones de m^3 , de los cuales escurren 880 millones.



- DIVISION CENTRO SUR
- DIVISION IXTAPANTONGO
- " CENTRO OCCIDENTE
- " ORIENTE
- " SURESTE
- INFIERNILLO
- LA VILITA

ESCALA
0 10 20 30 40
KILOMETROS

AREA DE LA CUENCA 108 000 Km²

CUENCA DEL BALSAS

4.- DATOS DE LA CUENCA DE VILLA VICTORIA

a) Jurisdicción.

Esta cuenca es la más alta del Sistema Hidro--
eléctrico "Miguel Alemán" y corresponde a la División
Ixtapantongo. En forma natural, esta cuenca drena al
río Balsas.

b) Ubicación.

Se localiza en el Estado de México, al Ponien-
te de la ciudad de Toluca, Capital del Estado, sobre
el Km 114 de la carretera México-Morelia. La pobla- -
ción más importante de la cuenca es Villa Victoria.

c) Superficie.

639 Km²

d) Hidrografía.

Las principales corrientes que drenan la cuenca
son las siguientes:

Río de la Compañía

Río de San Diego

Río San Felipe

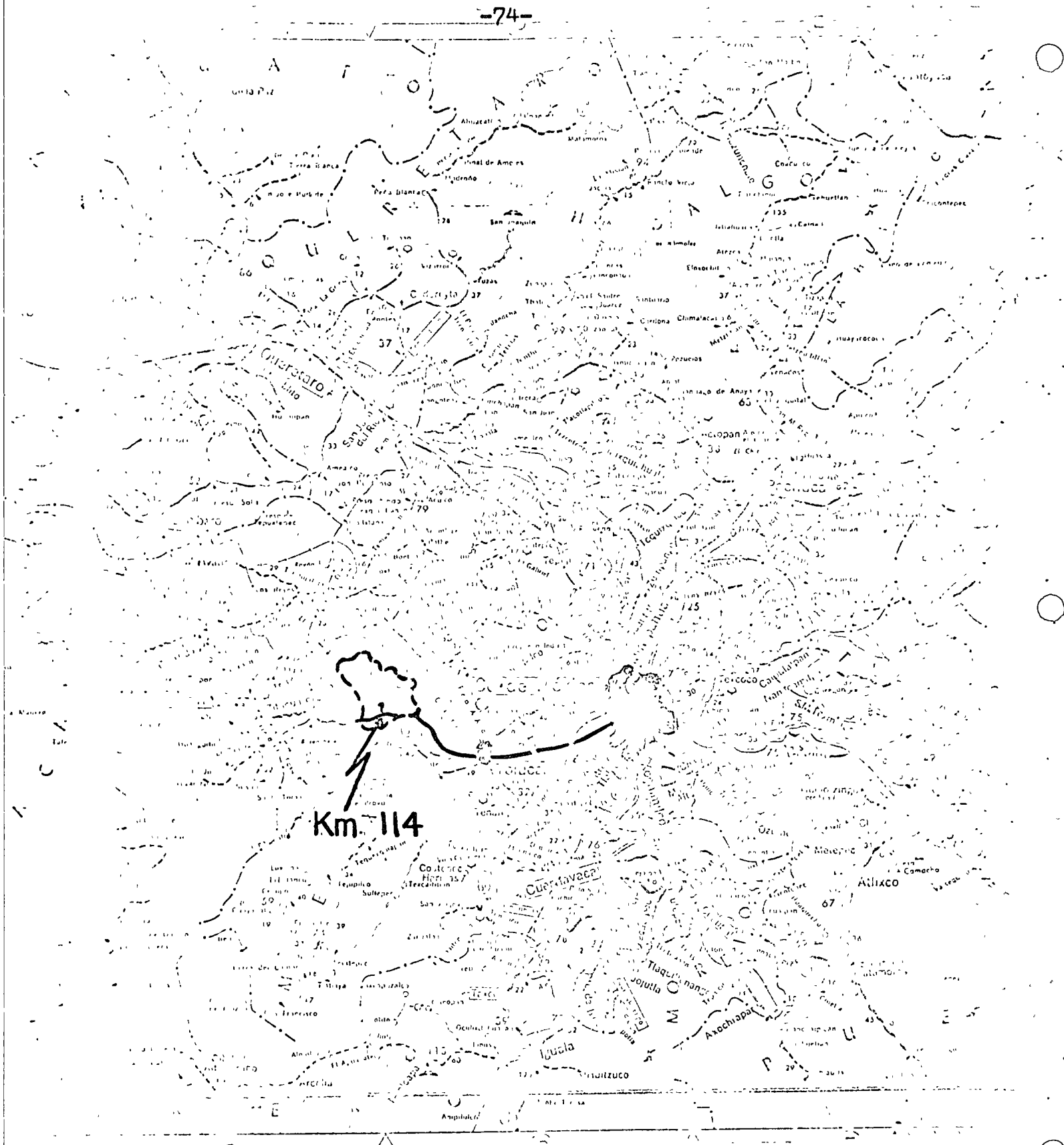
Río del Molino

Entre los cuatro aportan anualmente 117 millones
de m³ o sea el 53% de la capacidad del vaso.

e) Vaso.

Superficie: 22 Km²

Capacidad: 220 millones de m³



f) Hidrología.

| | |
|--|-----------------------------|
| Lluvia anual - - - - - | 950 mm |
| Precipitación media anual en la cuenca - - - - - | 639 millones m ³ |
| Factor de escurrimiento - -- | 0.25 |
| <hr/> | |
| Aporte medio anual al vaso - | 160 millones m ³ |
| Pérdida por evaporación - -- | 13 millones m ³ |
| Volumen disponible - - - - - | 147 millones m ³ |
| Gasto disponible - - - - - | 4.7 m ³ /seg. |

g) Valor del agua en el vaso.

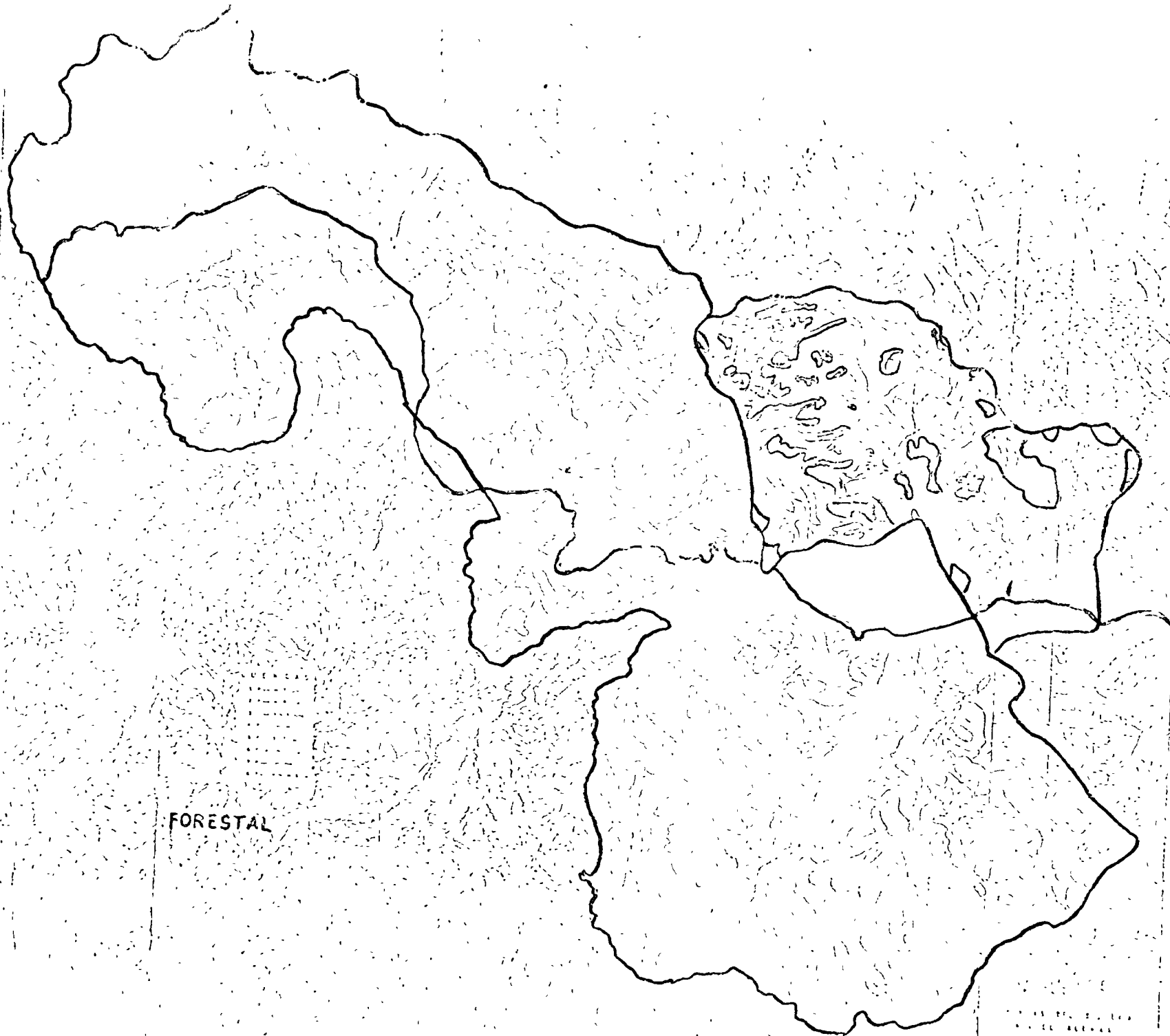
| | |
|--|-------------------------|
| Posibles KWH/m ³ - - - - - | 4.87 KWH/m ³ |
| Posibles KWH/año - - - - - | 677 millones de KWH |
| Valor bruto en bloque de los posibles KWH/año a \$0.0835/KWH 56 millones | |

h) Cortina.

| | |
|-----------------------------|----------------|
| Altura - - - - - | 18 m |
| Tipo - - - - - | Gravedad |
| Cota del vertedor - - - - - | 2,605 m.s.n.m. |

i) Uso del suelo en la cuenca.

| | % | Km ² |
|----------------------|-------------|-----------------|
| Agrícola - - - - - | 38.0 | 243 |
| Cerril - - - - - | 33.0 | 211 |
| Forestal - - - - - | 21.3 | 136 |
| Embalse - - - - - | 3.5 | 16 |
| Chaparral - - - - - | 2.5 | 22 |
| Destruídos - - - - - | 0.5 | 4 |
| Otros - - - - - | 0.1 | 7 |
| | <hr/> 100.0 | <hr/> 639 |



j) Clima.

Húmedo con invierno seco. Semi-frío, sin cambio térmico invernal bien definido.

k) Geología.

En la cuenca afloran rocas de origen volcánico representadas por andesitas, basaltos, tobas y piroclásticos; en pequeña proporción depósitos lacustres. Las cuatro primeras ocupan en general, las partes altas del relieve topográfico, aunque no es raro que -- afloren en la parte media y base de las mismas. Si las condiciones han sido apropiadas este tipo de rocas -- pueden observarse en las partes bajas como los valles intramontanos, derivados de la configuración orográfica.

Los depósitos lacustres se formaron en depresiones en donde el agua acumulada no tuvo salida y el medio ambiente favoreció el desarrollo de los organismos que los originaron.

5.- PANORAMA SOCIOECONOMICO Y USO DEL SUELO.

La densidad demográfica es del orden de 80 habitantes/Km², con una población que se distribuye 5% como urbana y 95% rural. La población económicamente activa es apenas el 31% y aplica su fuerza de trabajo a la agricultura en un 85%.

USO AGRICOLA.- Representa el 38% del área de la cuenca y el 95% es de temporal; se dedican al monocultivo de maíz con variaciones a trigo y cebada; es muy poco el empleo de semillas mejoradas y la fertilización del suelo; el trazo del surco es arbitrario y como consecuencia, las labores agrícolas no satisfacen las necesidades económicas de la población, como para permitirle un desarrollo económico; debido a que la labor agrícola requiere solo 90 días de trabajo al año, existe un alto grado de desocupación.

USO CERRIL.- El terreno cerril se dedica al pastoreo de ganado corriente, principalmente bovinos y representa el 33% de la superficie de la cuenca.

USO FORESTAL.- Los terrenos forestales de la cuenca que representan el 21.3% de la superficie, habían estado sustraídos a la actividad económica, y es sólo hasta que el gobierno del estado constituyó un organismo descentralizado con características de empresa de interés público, que se dedica al cultivo del bosque, que estos terrenos tendrán la oportunidad de incorporarse a generar ocupación.

SUELOS DESTRUIDOS.- Las superficies destruidas por la erosión en el área de la cuenca, suman 400 hectáreas.

AREA DE EMBALSE.- El área ocupada por el embalse, podría generar una importante ocupación en la cuenca si se desarrollan sitios para acampar al turismo, la pesca deportiva y la piscicultura comercial.

6.- CONSECUENCIA DEL DESARROLLO ACTUAL.

Debido a las condiciones actuales de desarrollo, el vaso de la presa de Villa Victoria, que representa una reserva natural de agua para las capitales del país y del estado de México, en función de la magnitud del gasto que puede aportar y de sus condiciones de estar arriba de tales ciudades, ha perdido posibilidades e importancia debido a la fuerte contaminación del agua como consecuencia del acarreo de azolve que mantiene un gran número de arcillas en suspensión, así como por la contaminación biológica derivada de la no planificación del uso de aguas y drenaje dentro del área de la cuenca.

Lo anterior lleva también hacia la destrucción paulatina del vaso de almacenamiento por azolve.

7.- CONSIDERACION.

Partiendo de la importancia nacional que representa el estudio y los trabajos para disminuir el acarreo de azolve a las obras hidráulicas como consecuencia del cáncer que representa la erosión, importancia que se deja sentir amplia y claramente en las providencias que al respecto toma la Ley Federal de Aguas. Por lo que ante una falta de experiencia a nivel regional para resolver en forma íntegra estos problemas con base a un uso más eficiente y productivo del suelo, me permito proponer se establezca un plan piloto de rehabilitación para la cuenca de Villa Victoria, del cual podrán derivarse las experiencias necesarias que permitan mejorar las tecnologías que al respecto se aplican en otros lugares del país.

8.- TRABAJOS DEL PLAN PILOTO DE REHABILITACION.

El plan consistiría básicamente en coordinar la acción gubernamental, con objeto de eslabonar las inversiones que realizan los gobiernos federal y estatal con las que principalmente a base de trabajo realizarían los usuarios del suelo de la cuenca.

Algunos puntos de dicho programa pueden ser:

RESPONSABLE.- Que se designe una autoridad específica responsable de coordinar el plan piloto.

MOTIVACION.- Aprovechando los estudios y experiencias realizadas, organizar la fuerza de trabajo del pueblo, a través de una gran campaña de motivación y educación para los fines que se persiguen.

TURISMO.- Desarrollar un campo turístico en el área de la presa mediante la pavimentación del tramo de 9.- kilómetros entre Villa Victoria y la cortina, y el arreglo de dicha área en la cual se incluiría construcción de un embarcadero, unidad sanitaria, cercado, cabañas para turistas y embellecimiento del lugar.

BOSQUES.- Acelerar la incorporación de las áreas de la cuenca al programa de cultivo del bosque que se realiza a través de Protinbos y hacer las ampliaciones necesarias al vivero de San Cayetano para fines de acelerar la repoblación forestal orientada hacia fines comerciales.

AGRICULTURA.- A nivel predial establecer un programa intensivo de extensionismo-promoción con objeto de implantar el uso de semillas mejoradas y fertilizantes, establecer programas de rotación de cultivos, -- formular programas concretos para financiar la -- construcción de terrazas, bordos y surcado en -- contorno que permitan mejorar las condiciones de humedad y desarrollar la fruticultura.

GANADERIA.- Iniciar un programa intensivo de extensión y -- asistencia veterinaria y zooctenista para el mejoramiento de las especies pecuarias y el desarrollo avícola.

Iniciar un programa de formación de praderas artificiales.

CREDITO.- Promover las líneas de crédito necesarias para -- que los ejidos autofinancien la mayor parte de -- sus programas.

BORDOS Y PRESAS PARA CONTROL DE AZOLVE.- Planear este programa con la posibilidad de que con base a ellos se desarrollen piscicultura y microáreas de riego.

ARTESANIAS.- Diversificar e incrementar la ocupación de la -- cuenca, a través del fomento de las artesanías -- propias de la región, como los tejidos de lana.

9.- GARANTIA DEL PROGRAMA.

Las bases que garantizan el éxito del plan piloto, -
radican en lo siguiente:

- 1.- La labor y el trabajo coordinado que desde el más alto nivel viene fomentando y estableciendo el Ejecutivo Federal.
- 2.- Los antecedentes que existen en el Estado de México respecto a la extraordinaria fuerza de trabajo que puede generarse a través de la organización del pueblo.
- 3.- El entusiasmo, la capacidad y el dinamismo del Ejecutivo del Estado de México.





centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MANEJO DE CUENDAS HIDROLOGICAS

INVESTIGACIONES DE MANEJO DE CUENCAS EN LOS
ESTADOS UNIDOS

J.L. THAMES, P.R. OGDEN

J.N. FISCHER Y D. B. THORUD

DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS

UNIVERSIDAD DE ARIZONA

TUCSON, ARIZONA

EL MANEJO DE CUENCAS.

La unidad del manejo de los recursos - hidráulicos es la cuenca. Una cuenca se puede definir de diversas maneras: 1) una región hidrográfica que proporciona agua a un cauce o grupo de cauces particulares; 2) una región colectora de aguas de precipitación o para dar a un cauce; 3) una unidad de superficie terrestre donde las variaciones climáticas se pueden aislar y medir.

Los biólogos, los ecólogos y los biogeógrafos, han recurrido a la cuenca comunidad ideal para desarrollar estudios sobre el ecosistema.

Los ingenieros de sistemas y los economistas consideran la cuenca como la base de estudio y desarrollo para la planificación del desarrollo económico. Los hidrólogos y los ingenieros consideran a la - - cuenca como un sistema dentro del cual se puede obtener un balance entre la cantidad de agua y la energía que entra y sale del sistema. El manejador de cuencas - tiene que interesarse en todos estos conceptos.

El término cuenca implica un dominio -- dentro de ciertos límites, físicos como los parteaguas (montañas), o definidos por fenómenos tales como el proceso de escurrimiento. La cuenca se puede subdividir en subcomponentes como las subcuencas, o en subprocesos como el flujo superfi-

cial. Las cuencas pueden ser controladas con estructuras físicas como el conjunto de presas operadas por la Autoridad del Valle de Tennessee, o no controladas -- como la mayor parte de las cuencas naturales. El manejador de cuencas tiene que trabajar con estos dos términos.

Se puede pedir al manejador de cuencas que ejerza control sobre alguna de ellas para alcanzar un objetivo a través de un tratamiento río arriba. Esto requiere de la selección de un tipo apropiado de cobertura vegetal, de un determinado método de cosecha de aguas o de un sistema de manejo de la cobertura vegetal actual. Los objetivos del manejador de cuencas -- pueden ser aumentar la producción de agua, proporcionar un abastecimiento seguro, para el uso río abajo, mejorar la producción de bosques y praderas en la cuenca; mantener una norma especificada de calidad de agua, reducir la erosión y peligro de inundaciones, realzar la recreación estética y la vida silvestre, o alguna combinación de estos. También debe considerarse la posibilidad de reservorios en combinación con los tratamientos dados a la cuenca río arriba.

El manejo tecnológico de las cuencas se inició con la rehabilitación de tierras para el control de la erosión e inundaciones, extendiéndose posteriormente al mejoramiento de la producción de agua. Actualmente se ha ampliado el área de acción para incluir el manejo de tierra para la producción óptima de recursos naturales renovables para uso múltiple.

Sin embargo, el factor agua es todavía de primera importancia para el manejador de cuencas, quien debe tener un mínimo --

conocimiento de las técnicas hidrológicas adecuadas, la influencia de la vegetación en el sistema hidrológico y alguna familiaridad con los efectos de varios esquemas de manejo de la hidrología en las cuencas.

Puesto que las cuencas poseen por lo general una determinada vegetación y bajo alguna forma de manejo de las tierras, o lo son potencialmente, debemos comprender la relación entre la vegetación y su utilización con respecto a las reservas de agua. En los Estados Unidos, se espera que los manejadores de cuencas y otros especialistas en la materia, proporcionen análisis y reportes sobre la erosión en cauces y la erosión laminar, los problemas de la calidad de agua que se presentan en sitios de recreo urbano al aire libre, las inundaciones potenciales, el escurrimiento disponible, para establecer criterios sobre construcción de alcantarillas y otras estructuras, las posibilidades de aumentar el escurrimiento total mediante el manejo adecuado de la vegetación, y otros temas hidrológicos.

Cada región tiene un problema o grupo de problemas particulares que requieren mucha atención. Por ejemplo, en el - - Noroeste del Pacífico, se debe considerar el daño por sedimento y por el corte y transporte de trozas al hábitat de los peces anadómos. En arizonas, el objetivo principal puede ser aumentar la producción de agua a través de una conversión de la vegetación, En Minnesota. Los excrementos humanos de los sitios de recreo y campamento y de comunidades pequeñas, han aumentado el contenido de nutrientes de los lagos en el área de canoas de Boundary Waters. La floración nociva de

4

algas es uno de los resultados del deterioro en la calidad del agua. Los incendios en California desnudan las pendientes dando origen a fuertes escurrimientos superficiales durante las tempestades. Esta secuencia causa daños por inundación en las comunidades cercanas a las áreas quemadas, aún pérdidas de vidas.

Se espera que los manejadores de cuencas y los hidrólogos ayuden a resolver estos problemas producto de una sociedad cada vez más sofisticada. Las soluciones son complicadas por la necesidad de -- incluir otros aspectos de tipo vegetal en los planes. La madera, los forrajes, la vida silvestre y los ambientes estéticos tienen a menudo una prioridad igual o mayor que la del agua.

El manejador de cuencas tiene que entender las relaciones entre esos aspectos y el agua para construir un plan integrado y aplicable.

Los grandes problemas hidrológicos asociados al manejo de las tierras impiden hacer un simple catálogo de soluciones -- prácticas. No existe todavía un volumen adecuado de conocimientos técnicos y -- prácticos para resolver estos problemas, de ahí la necesidad de asociar ese conocimiento limitado con la práctica intensa para adquirir experiencia.

El riesgo que surge de un conocimiento imperfecto debe ser considerado en el momento de tomar decisiones. La falta de --

conocimiento técnico que hace necesaria tal aproximación, se puede comprender -
mejor al considerar este comentario de Jeffrey (1964):

Los fenómenos hidrológicos son de manera -
características variables, no perfectamente
comprendidos, y de una complejidad inherente
te. No hay ninguna área en donde esto sea -
más verdad que en la de la relación de la --
hidrología con la vegetación, la cual influye
en casi todas sus áreas, ya sea en el escu--
rrimiento superficial, el agua subterránea, -
la evaporación o aún en la precipitación.

El hidrólogo especializado debe prepa-
rarse para tratar con estos procesos y conceptos en una forma cuantitativa. El --
manejador de tierras bien orientado puede estar satisfecho con un conocimiento -
más cualitativo a la larga, pero en la etapa del parentizaje, deberá conocer en -
forma muy detallada los procesos hidrológicos.

LA METODOLOGIA EN LA INVESTIGACION DE CUENCAS.

La evaluación de los efectos hidráulicos producidos por cambios en el uso de la tierra, es uno de los aspectos de la hidrología menos estudiados. Los primeros esfuerzos para aumentar el conocimiento en este Campo se hicieron en un simposio sobre manejo de cuencas en 1937, - que incluyó a muchos investigadores prominentes. Los procesos más importantes a estudiar en aquel entonces eran la erosión del suelo en praderas y tierras agrícolas, azolves procedentes de montañas empinadas usadas anteriormente para el pastoreo, en forma excesiva, el control de inundaciones y los métodos para reducir la cantidad de escurrimientos superficiales.

Una década más tarde, se inició una nueva tendencia en la experimentación, la evaluación cuantitativa de los efectos producidos al talar diferentes cantidades de árboles maderables y la consecuente producción de agua.

La mayor parte de los experimentos en este tipo, llevados a cabo en Estados Unidos, han sido en condiciones húmedas - principalmente en los estados del Este.

Las investigaciones sobre manejo de cuencas han centrado su interés en la evaluación de los efectos producidos por la conversión de la cobertura vegetal. De una muestra de 101 trabajos escritos -

7

sobre el tema, Leopold (1970) descubrió que 55% trataron el tema de los efectos del manejo de una cuenca en la producción del agua; el 40% versan sobre los -- efectos del manejo en los flujos máximos. Los porcentajes no son mutuamente -- excluyentes.

En la investigación del Forest Service-- de la U.S.D.A. se percibió un cambio de actitud destacandose especialmente un -- énfasis por cortar bosques para aumentar la producción del agua surgiendo como -- tema principal de la investigación el control de la erosión y la llamada estabiliza -- ción del escurrimiento total. Este nuevo énfasis está actualmente relacionado -- principalmente con el corte total de árboles maderables. En menor grado se inte -- resan por aumentar la recolección de nieve, alterar los períodos del derretimiento de la nieve, para aumentar el caudal de los esteros. En vista de la gran propor -- ción de toda la investigación de manejo de cuencas llevada a cabo por el Forest Service, el resultado es que los métodos del empleo de la tierra, principalmente los métodos para cortar árboles maderables, con el propósito irregular cuándo y cuánto rendimiento de agua habrá, es el tema de investigación principal en los -- Estados Unidos (Leopold, 1970).

Muchos trabajos y reportes individua -- les tratan de los efectos hidráulicos que resulta de cambios en el empleo de la -- tierra. Además, se han utilizado diferentes métodos y técnicas de investigación -- y se han probado, tanto en la colecta de datos como para su análisis.

Los estudios han incluido la recolección de datos de solares fraccionados, de áreas de fuentes unitarias, pequeñas ollas recoleccionadoras experimentales, grandes cuencas de río representativas, y otros. Los datos de análisis varían de simples técnicas gráficas a los procesos de estadística más sofisticados.

La siguiente tabla, adaptada de - - Boughton (1967) da un resumen de los métodos de investigación en la hidrología del método de la tierra:

| | |
|---------------------------|---|
| | Solares. |
| | Areas de Fuentes Unitarias. |
| Métodos de Observación | Cuencas de Barómetros.
Cuencas Representativas.
Cuencas de Vigilia. |
| Recolección de los datos. | Cuencas de Cota.
Cuencas Experimentales Simples. |
| Métodos Experimentales | Cuencas Experimentales Emparejadas.
Cuencas Experimentales Múltiples. |
| Estadística | Análisis gráficas.
Análisis de variable única.
Análisis de variable múltiple. |
| Análisis de Los datos. | |
| Físicas | Modelo de Computadoras. |

La técnica de la cuenca experimental, especialmente cuando se usa con el método de cuencas emparejadas, ha surgido como el medio principal para investigar los efectos hidrológicos de la manipulación de la cobertura de plantas para cuándo y cuánto escurrimiento habrá de las cuencas naturales. Las cuencas se usan también para estudios ecológicos, laboratorios de campo para investigar procesos hidrológicos y como fuente de datos para calibrar o valorar modelos de computadoras. Los estudios de solares y del laboratorio han fallado porque no estaban relacionados a la precipitación y al caudal de los cauces.

La síntesis de computadoras, ahora en su infancia, se ha sugerido como una alternativa. Sin embargo, para que los modelos sean útiles se requiere finalmente un entendimiento bastante completo de la física del sistema. Actualmente este entendimiento no es completo. Pero aún con un entendimiento completo, la determinación y cuantificación de los parámetros requeridos por un modelo, para poder predecir resultados exactos de tratamientos prescritos, sería extremadamente difícil porque cada cuenca es única. Además, se requeriría una base de datos para la investigación de cuencas experimentales y calibrar, valorar o probar un modelo de síntesis.

Ahora trataremos de evaluar brevemente la aplicabilidad de modelos de computadoras y la utilidad de la técnica de cuencas experimentales, y de dar un resumen de los resultados de su empleo en

la investigación, diseñada para medir la influencia del tratamiento de la vegetación en las características hidrológicas de cuencas de bosques y pastizales.

MODELOS DE COMPUTADORAS.

Desarrollar un modelo para las cuencas es una técnica que se ha empleado en un esfuerzo por determinar la producción de agua debida a un tratamiento especificado para una cuenca. Por lo común se emplean dos métodos. Uno requiere medidas de los parámetros principales que caracterizan la cuenca antes y después del tratamiento. El otro - - requiere de la estimación de los valores de los parámetros después del tratamiento, juzgando por el conocimiento supuesto de cómo cambiaran estos parámetros algún tratamiento especificado. El segundo método hace necesario un juicio humano basado en el conocimiento de procesos individuales hidrológicos y cómo están interrelacionados, los cuales no se entienden completamente. Los dos métodos requieren empirismo basado en una calibración determinada de medidas, pero el segundo método lleva consigo además un riesgo de error humano.

La mayor parte de los modelos, actualmente en operación, dividen una cuenca grande en varias subcuencas independientes más pequeñas que están conectadas de una u otra forma a la unidad mayor.

No siendo posible incluir todas las variables en un modelo de síntesis, la producción de la síntesis no es necesariamente la suma de las partes, según lo observado en una cuenca natural compleja.

Por el momento, el desarrollo de modelos, orientado al tratamiento se constriñe a lo siguiente:

- 1) La heterogeneidad espacial y temporal de los parámetros que caracterizan la cuenca.
- 2) La falta de procesos en los modelos matemáticos para tratar el problema al cual acabamos de referirnos.
- 3) La imposibilidad de describir, en términos matemáticos y de una manera adecuada, todos los procesos hidráulicos y cómo están interrelacionados, o de medir los parámetros necesarios.
- 4) La falta de conocimiento de la dependencia de los distintos procesos (por ejemplo, ¿cuáles son las ramificaciones de cambiar sólo un parámetro?).
- 5) La falta, para varios años, de datos libres de error del rendimiento de agua y parámetros de cuencas antes y después de algún tratamiento para varios tipos de cuencas.
- 6) El problema asociado con áreas compuestas de varios centenares de millas cuadradas cuando las variaciones de áreas pequeñas en los parámetros hidrológicos se han de considerar al mismo tiempo.

7) La falta de unidad para producir un hidrógrafo especificado con base en la cantidad de variables del modelo.

Un modelo desarrollado para una cuenca específica, si está calibrado para las características individuales de esa cuenca, no adolece de lo anterior. Este modelo requeriría varios años de datos hechos antes del tratamiento, los cuales ayudarían con la cuantificación de características de cuencas y reacciones a la precipitación recibida. Si es descrito de una manera adecuada, y si está calibrado correctamente, ayudará mucho en comprender el sistema y en determinar la dirección y probable magnitud de efectos de tratamiento. Casi todos los modelos del tipo de orientación de tratamiento, se pueden emplear sólo en la cuenca para la cual fueron desarrollados. Tales modelos no son portátiles ni generales en el sentido de usarlos directamente para otras cuencas. El modelo general portátil es todavía un concepto del futuro.

Falta por hacer mucho trabajo en el campo de los modelos, para llegar a uno que pronostique una reacción cuantitativa de rendimiento de agua para un tratamiento especificado, sin tener que hacer primero el tratamiento.

¿ Preguntas ?

. . .

CUENCAS EXPERIMENTALES.

El reportaje de la Unión Geofísica Americana titulado "Inventario de Estudios de Cuencas Representativas y Experimentales", llevados a cabo en los Estados Unidos (1969) definió las - cuencas representativas y experimentales de la siguiente manera:

a) Una cuenca experimental es - - aquella que ha sido escogida e instrumentada para el estudio de fenómenos hidrológicos.

b) Una cuenca representativa es la que ha sido escogida e instrumentada para representar un área general, en - lugar de hacer medidas en todas las cuencas.

Los estudios, usando cuencas experimentales, implican una búsqueda de principios, relaciones, y factores para esquemas de predicción; los estudios usando cuencas representativas implican que los datos se transfieran de una manera bastante directa a otras cuencas donde semejantes medidas no están disponibles.

Sin embargo se escogen cuencas - experimentales por su propiedad representativas para que se transfieran los

resultados, por lo menos en lo cualitativo, a otras cuencas no instrumentadas que tengan características similares.

En el pasado se ha empleado extensivamente la técnica de cuencas unitarias. Se calibró una cuenca por varios años hasta que se podía predecir su comportamiento por su actuación pasada. Se impuso un tratamiento y se midieron sus efectos en términos de desviaciones del comportamiento anticipado. El éxito del método depende completamente de la capacidad de predecir el comportamiento de una cuenca mediante variables climáticas.

Ahora se emplea generalmente el método más preciso de cuencas emparejadas.

El método de cuencas emparejadas - requiere el empleo de una cuenca testigo no tratada. Dos cuencas se escogen por su semejanza en cuanto a tamaño, forma, topografía, cobertura de plantas, empleo de tierra, clima, y localización general. Primero, se calibran por un período de años, para establecer la respuesta de cada una a una variedad de condiciones de tormentas. El período de calibración es suficientemente largo para permitir la predicción del comportamiento de una, mediante el de la otra. Los criterios para determinar cuánto tiempo de calibración

16

se requiere, están presentados en Wilm (1949), Kovner y Evans (1954), Betha-
lahmy (1963) y Reinhart (1965).

Después de la calibración, se aplica un tratamiento a un área de captación mientras que la otra se deja sin alterarse, como testigo.

Se miden los efectos del tratamiento como desviaciones del comportamiento predicho del área de captación. Las predicciones del comportamiento esperado se basan sobre el área de captación testigo, pero pueden ser apoyadas por predicciones basadas en el período de calibración o refinadas aún más por análisis climáticos. Si las características del área de captación testigo han quedado sin alterarse, los cambios de las características del escurrimiento se atribuyen al tratamiento.

11

APLICABILIDAD DE LA INVESTIGACION DE CUENCAS EXPERIMENTALES.

La técnica de la cuenca experimental ha sido criticada, por varios especialistas en aguas.

Ackerman (1966) afirmó que "La investigación de cuencas pequeñas se justifica sólo en tanto se descubra una verdad nueva y de aplicación extensiva. No es suficiente poder comprender el funcionamiento del área bajo estudio y poder predecir su comportamiento. - Tenemos que transponer y aplicar tal conocimiento a otras áreas si vamos a progresar".

La crítica principal en contra de -- las ciencias experimentales fue registrada y contestada por Hewlett, Lull y Reinhart (1969). Esto es:

- a) Las cuencas experimentales no son representativas.
- b) Es difícil transferir los resultados.
- c) Las cuencas experimentales cuestan demasiado.
- d) Dejan escapar el agua.

e) Los cambios son demasiados pequeños para detectarse.

f) Los resultados integrados esconden los procesos.

Puesto que esta crítica negativa, de ser válida, seriamente pone en duda la extensión práctica de la investigación de cuencas experimentales, tal crítica merece discusión.

La crítica más seria en contra de -- las pequeñas cuencas experimentales, es que éstas no son representativas y que es difícil transferir los resultados a áreas más grandes. Esta crítica -- surge de la frustración de los planeadores de recursos, quienes tratan de -- aplicar los resultados de la investigación de cuencas experimentales a cuencas grandes de ríos, bajo la implicación de que la cuenca pequeña es un microcosmos de una cuenca más grande.

Una cuenca de terreno elevado es un sub-sistema dentro del sistema total de una cuenca de río. La homogeneidad es a menudo un criterio usado para seleccionar las cuencas de terreno elevado para la investigación experimental. Así que no debe esperarse que epitómen la cuenca más grande, no homogénea, que está compuesta de muchos -- sub-sistemas semejantes.

Por ejemplo, muchas cuencas de te
reno elevado se originan de la erosión; mientras que cuencas de río más -
grandes son generalmente el resultado de rasgos geológicos estructurales --
(Wesler y Brater), (1949); y es poco probable que una cuenca pequeña tenga
muestras de más de uno o dos de estos rasgos. De manera semejante, las
proporciones de terrenos elevados y bajos, tipos de suelo y cobertura en la
cuenca grande no están necesariamente representados en la cuenca pequeña.

Sin embargo, se han logrado algu--
nos resultados satisfactorios al suponer que la unidad más pequeña es repre--
sentativa de la cuenca más grande. Sopper y Lull (1965) en un estudio so--
bre 137 cuencas de menos de 100 millas cuadradas, descubrieron que dentro
de unidades fisiográficas principales, había "evidentes similitudes en escu--
rrimientos de cuencas pequeñas experimentales y cuencas mucho más gran--
des, según representadas por valores promedios para la entera unidad fisio--
gráfica". Resumieron que estos resultados fueron "positivos en cuanto a la
aplicación de los resultados de investigación de cuencas, y merecen estu--
diarse más".

El problema básico para ser represen--
tativo es definir exactamente lo que una cuenca experimental debe represen--
tar. Seguramente, si cortamos al ras, aumentará el escurrimiento en la cuen--
ca de 10 hectáreas, debiéndose producir el mismo resultado en una cuenca -

de 10 kilómetros cuadrados con semejante cobertura, y la magnitud del aumento después de salir de la cuenca por los cauces de la cuenca del río, - se queda más allá de la extensión de la investigación de cuencas experimentales y se tiene que describir por otros métodos.

Silvitski y Hendler (1964) sugirieron que la dificultad de transferir resultados de cuencas experimentales está indicada por la cantidad desproporcionada de trabajos que describen los resultados y cómo aplicarlos.

Hewlett, Lull y Reinhart (1969) concluyeron que, aunque los resultados reportados en muchos de estos trabajos variaron, no puede haber "ninguna duda de la conclusión principal: evapotranspiración y el escurrimiento están influenciados por el tipo, tamaño y - cantidad de cobertura vegetal a un punto no creído posible hace unos años. Apenas estamos comenzando a aprender qué papel importante tiene la vegetación en el balance de agua de cuencas de tamaño pequeño a mediano. Mucho de lo que hemos aprendido ha surgido de experimentos de áreas de captación emparejadas y agrupadas".

La investigación de cuencas experimentales es costosa. En el pasado se concibieron apresuradamente muchos proyectos y estos fueron mal planeados; y debido al énfasis en la continui-

dad, su terminación se retrasó mucho más allá del punto efectivo donde comienza a disminuir la productividad experimental. Sin embargo, proporcionaron una experiencia que ya no permite excusas para las investigaciones de cuencas mal planeadas. Hasta la fecha, sin embargo, no se ha hecho ningún análisis reguroso de costos y beneficios en la investigación de cuencas, tampoco se han avanzado alternativas adecuadas en lugar de experimentos de cuencas, que ofrecerían información con respecto a cuándo y cuánto escurrimiento se produce.

El tiempo es el costo mayor de estos experimentos. Los períodos de calibración tienen que ser de 5 años o más, pero algunos estudios, han mostrado que períodos de calibración tan cortos como de tres años dan información útil cuando el período de tratamiento es más largo. Además, una vez que una cuenca ha sido instrumentada, estudios parciales de un período corto que pueden sobreponer a un costo bastante menor, y deben rendir más información que la que darían si fueran llevados a cabo de una manera independiente, porque sus resultados son adiciones a la información que se colecta en el comportamiento de la cuenca total (Hewlett y Hibbert, 1961).

Casi todas las cuencas dejan escapar agua, y no hay ningún método seguro para determinar la cantidad de escurrimiento que entra y sale a través de divisorias subterráneas. Con la --

técnicas de cuencas emparejadas, donde diferencias de valores absolutos - son de primera importancia, no presentan problema.

Considérese la ecuación de continuidad de diferencias entre dos cuencas emparejadas.

$$\Delta R = \Delta P - \Delta L - \Delta E - \Delta S$$

Donde ΔR es la diferencia en el escurrimiento entre las dos cuencas, ΔP la diferencia en precipitación, ΔE la diferencia en evapotranspiración, ΔL la diferencia en pérdidas de escape, y ΔS la diferencia en el cambio de almacenamiento. Sólo se pueden medir con certeza ΔR y ΔP .

Los términos restantes se pueden -- agrupar como una constante, y se ha mostrado que su suma es esencialmente una constante a lo largo de un período de calibración con buenas parejas experimentales.

Después del período de calibración, una de las parejas se trata; por ejemplo, se corta al ras. Casi sin excepción, experimentos incluyendo la eliminación de la cobertura de plantas en una cuenca, han mostrado un aumento en ΔR . Si se supone que esto se

debe a la evapotranspiración disminuída, entonces ΔS sería probablemente aumentado y tal vez, consecuentemente ΔL . Por lo tanto, cualquier aumento en ΔL daría una estimación conservadora, más bien que una sobreestimación del efecto del tratamiento.

La detección de cambios pequeños en el escurrimiento entre parejas experimentales está asociada de una manera estrecha con la técnica de diferencia. La ventaja principal de la técnica de cuencas emparejadas es la alta correlación obtenida por lo común entre dos áreas de captación cercanas. Aunque quedan problemas al refinar análisis estadísticos, se han detectado diferencias de escurrimientos de 5 a 10% a niveles de alta confianza (Johnson y Kovner, 1956).

Desde un punto de vista simplista, y considerando sólo la diferencia en escurrimiento entre áreas de captación, la crítica de que resultados integrados esconden procesos es válida. Sin embargo, la necesidad de explicar efectos experimentales de cuencas para que se puedan aplicar más extensivamente los resultados (por ejemplo, en el desarrollo de modelos de síntesis generalizados), nos ha conducido a enfatizar en los estudios que tratan la cuestión básica de por qué la cuenca reacciona de tal manera que haya un cambio en la cobertura vegetal. Aproximadamente 30% de las investigaciones de cuencas llevadas a cabo por el Forest Service se dirigen a esta pregunta básica.

Wecht (1966) afirma que los estudios de cuencas experimentales "son indispensables para un entendimiento completo de los efectos de manejo de cuencas según experimentos hechos en áreas de captación". Pero, aún con un entendimiento más completo todavía se tiene que confrontar el argumento tortuoso de la unicidad de cuencas individuales.

Así, todavía se tiene que contar con el empirismo al investigar en cuencas experimentales, según como lo reconoció uno de los críticos más severos en esta técnica. Ackerman (1966) afirmó que "todavía necesitamos, y de hecho no tenemos ninguna alternativa para la implementación de investigación experimental en pequeño" Su principal recomendación y la de otros también es que la investigación esté bien planeada.

LA INFLUENCIA DE LA VEGETACION

Toda la cobertura vegetal, a pesar de su gran variedad, tiene en común tres componentes:

- 1) una cubierta hecha de ramas y follaje
- 2) una etapa de hojarasca que incluye una capa de formación de tierra vegetal.
- 3) un sistema de raíces vivas y muertas.

Estos tres componentes sirven como un interface biológica establecida entre el suelo y la atmósfera.

La cubierta vegetativa muestra una superficie para fotosíntesis y - evapotranspiración. La transpiración en un bosque puede ocurrir a través de 100,000 estomas en cada centímetro cuadrado de hoja; en una cubierta forestal que puede mostrar una área de hojas cinco veces más grande que el área ocupada por los árboles. El zacate y cobertura herbácea transpiran por lo común menos que las áreas arboladas, pero la cantidad de transpiración para cualquier tipo depende en gran parte de la precipitación. Por ejemplo, áreas de pino oregón pacífico, abeto y cañuela en zonas que reciben una precipitación de 50 a 250 cm. transpiran 75 cm. cada año; mientras que en áreas de California de hierba-bosque que reciben 30 a 100 cm. de precipitación pierden sólo 45 cm. cada año.

Las cubiertas de vegetación interceptan nieve y lluvia, modificando por lo tanto la cantidad, la hora y la distribución espacial del agua que alcanza el suelo. La interceptación por bosques es por lo general mayor - que la interceptación por cobertura de plantas o hierba. Una cubierta de - varias etapas de bosque de latifoliadas puede interceptar 10% o más de - la precipitación total anual y retrasar su llegada al suelo suficientemente para afectar hidrógrafos de tormentas. Puede que redistribuya, por medio del resbalamiento de la lluvia por los troncos, hasta 4% o más de - una sola tormenta de 200 mm. Una cobertura de zacate puede interceptar hasta 5% de la precipitación anual, pero no tiene mucho efecto cuando - llega a la superficie del suelo y aún menos en su distribución espacial.

La vegetación da sombra a la superficie del suelo y retarda el movimiento del viento, influenciando el cambio de calor y evaporación entre suelo y atmósfera. A campo raso, superficies de suelo no protegidas pueden alcanzar una temperatura de 80° C o más, pero la temperatura de la superficie bajo las mismas condiciones climáticas en un bosque alcanza sólo 27° C.

La acumulación de hojarasca muerta y en estado de pudrirse en la superficie del suelo también intercepta la precipitación y puede almacenar agua, dependiendo esto de su cantidad y origen, lo avanzado de su descomposición y el grado de incorporación en el suelo mineral. La producción de hojarasca bajo una cobertura de hierba o herbácea es baja y su razón de descomposición es por lo común alta, pero la acumulación en zonas arboladas densas de los Estados Unidos ha excedido las 56 toneladas métricas por hectárea. La hojarasca de la latifoliada del este, de 10 toneladas métricas por hectárea, puede almacenar hasta 250 por ciento de humedad por unidad de peso seco. El escape del agua en hojarasca es retrasado, lo que tiende a atenuar los extremos de intensidades de tormentas y extenderlos por un período de tiempo más largo, de esta manera aumenta la oportunidad para la infiltración y disminuyen la oportunidad para el flujo superficial. El flujo superficial y la recolección y transporte de material del suelo, cuando ocurre, es limitado y retrasado por hojarasca, lo cual aumenta el recorrido del flujo del agua y forma micro-presas. La evaporación es atrasada por la hojarasca que actúa como cubierta de retención de agua y sirve al mismo tiempo para aislar el suelo del calor solar y contra extremos de temperaturas atmosféricas.

La hojarasca disminuye el impacto de la lluvia la cual de otra manera pudiera hacer pozos y reducir la infiltración. La hojarasca proporciona un habitat para la fauna y los microorganismos que ayudan a desarrollar y mantener la permeabilidad y la porosidad del suelo, de una manera directa por su actividad cerca de la superficie y de una manera indirecta por la reducción física y química de la hojarasca y la incorporación subsecuente en el suelo.

Las raíces de la vegetación afectan la hidrología de cuencas de una manera directa e indirecta. Para muchas plantas, la biomasa de las raíces excede la de las partes encima del suelo. La penetración de raíces dentro del suelo, su crecimiento y muerte y descomposición subsecuente afloja la tierra y proporciona canales para mejorar la capacidad del almacenaje y ayudar el flujo a través de la capa. Las raíces también refuerzan y detienen el suelo contra la erosión y los deslizamientos. Su función primaria en la hidrología es de absorber y transportar el agua a las partes superiores de la planta. Un solo árbol puede tener un sistema de raíces 50,000 metros de largo con 5 millones de puntas de las raíces, las cuales pueden, bajo condiciones favorables, alargarse a razón de 25 mm. por día.

La mayoría de las raíces de la mayor parte de las especies se encuentran cerca de la superficie del suelo. En bosques, igual que en praderas, 90% de la biomasa total de las raíces se pueden encontrar en los 30 cm. más cerca de la superficie del suelo. A una profundidad de más de 30 cm. las densidades de las raíces disminuyen de un modo exponencial. Por lo general, las raíces de árboles penetran a una mayor profun-

didad que las de hierbas o plantas herbáceas. La profundidad alcanzada depende de las características de las especies, las características del suelo y el grado de fracturación en la geología subyacente. Las raíces de mesquite se han encontrado en los techos de minas de roca dura a profundidades de más de 12 metros. Se ha encontrado que las hierbas de pradera en suelos de loess tienen muy pocas raíces a una profundidad de más de 1 metro, pero las coníferas con raíz principal pueden penetrar suelos semejantes a una profundidad de 3 metros o más.

Indirectamente, las raíces afectan la hidrología de cuencas por proporcionar un ambiente favorable para animales pequeños, insectos, hongos, y microorganismos, los cuales, haciendo madrigueras, descomponiendo la materia ayudan en la formación de suelo y en el desarrollo de la estructura del suelo para mejorar y mantener la capacidad de almacenamiento y la permeabilidad del suelo.

¿Qué aspectos de las características hidrológicas y reacciones de una cuenca son controladas por la vegetación? Los rasgos físicos de una cuenca tal como su fisiografía, aspecto, profundidad del suelo, su consistencia, y geología subyacente ejercen influencias importantes igual que el clima; pero éstos no se prestan a ser controlados por el hombre. Sin embargo, niveles de flujo y tormentas altas, producción de sedimento, y el régimen de rendimiento de agua, todos son modificados por la vegetación dentro de las restricciones del sistema físico.

Se puede controlar la vegetación o mediante reemplazar la cobertura de plantas existente por otra, o por alterar la vegetación existente. Se lleva a cabo la alteración de vegetación principalmente por técnicas de corte para aprovechamiento. Todavía tienen que probarse en una base práctica los métodos más exóticos tales como el uso de defoliantes, herbicidas, y retardantes de transpiración.

EL CONTROL DE NIVELES MAXIMOS DE FLUJO

El alto nivel máximo de flujo total se deriva generalmente del flujo superficial y el rápido flujo de vuelta, un fenómeno subsuperficial que se define a veces como interflujo. El control por vegetación y hojarasca es efectivo en la medida que reduce las razones del flujo superficial y subsuperficial. El agua para flujo superficial es la diferencia entre la que llega a la superficie de la tierra y la que infiltra dentro del suelo. Un rápido flujo de vuelta es el resultado del agua libre de sobra que se mueve lateralmente através de las capas superiores del perfil del suelo. Además de aumentar la oportunidad para la infiltración y por

lo tanto disminuir el agua en exceso para flujo superficial, se puede realizar el control de los dos tipos de flujo por medio de mantener la capacidad de almacenaje en el suelo y crear condiciones para el movimiento rápido del agua a través del perfil mientras baja dentro del suelo.

Comparadas con una área no vegetada, la cobertura y hojarasca.

- 1) disminuyen el impacto de la lluvia que tal vez de otra manera haría pozos en el suelo y rebajaría la capacidad de infiltración.
- 2) mantienen una superficie de suelo porosa para la entrada del agua.
- 3) retrasa la precipitación cuando pasa por la cubierta y hojarasca y estorba el agua superficial que pasa sobre la cuenca, -- permitiendo más tiempo para la infiltración.
- 4) protege el suelo contra el congelamiento.
- 5) crea depósitos para el agua en el perfil por medio de transpiración.
- 6) mantiene un suelo permeable para la percolación y escape lento del agua al cauce.
- 7) proporciona materia orgánica para el desarrollo del suelo.

La intercepción por la cubierta es menos significativa, puesto que en una base de porcentaje se intercepta bastante menos agua de tormentas grandes que de tormentas pequeñas, y son las tormentas más grandes las -- que producen altos niveles máximos de flujo.

Los bosques acumulan menos nieve que terrenos rasos. La densidad, tipo, y arreglo de la vegetación en una cuenca afecta la acumulación de nieve igual que el derretimiento. Se puede afectar la acumulación de nieve en áreas forestadas por la intercepción y por el tamaño y arreglo de los claros de los bosques. La sombra del bosque reduce la sublimación pero puede retrasar el derretimiento de la nieve. Por lo común, el sombreamiento ayuda a prevenir el escape rápido del derretimiento de la nieve. Sin embargo, bajo algunas circunstancias, el derretimiento, si se retrasa hasta demasiado tarde en la primavera con sus temperaturas altas, puede ocurrir repentinamente durante poco tiempo y así aumentar la oportunidad de flujos diluviales.

Se puede deducir entonces que la vegetación que produce la mayor acumulación de hojarasca, tiene los sistemas de raíces más profundas, y la que acumula la menor cantidad de nieve es la más efectiva en controlar el escurrimiento de niveles máximos. Sin embargo, el tipo de cobertura vegetativa que proporciona la mayor protección de inundación y altos niveles máximos de flujo no es necesariamente el mejor para el mane

jo del uso multiple. Una cobertura que proporciona menos que la protección máxima, pero que al mismo tiempo aprovecha de una manera óptima niveles máximos de flujo puede preferirse para cumplir otros objetivos de manejo; el rendimiento de agua, por ejemplo.

EL CONTROL DEL RENDIMIENTO DE AGUA

El agua, o más bien su escasez, ha sido por mucho tiempo gran problema en la región árida del Oeste de los Estados Unidos. Los objetivos del control del rendimiento de agua son por lo común de aumentar la cantidad de agua usable, o de extender el escurrimiento total hasta períodos secos de verano cuando hay más necesidad. La vegetación hace un papel importante pero paradójico en el control del rendimiento de -- agua. De una manera, reduce la evaporación por sombrear y aislar la superficie del suelo, y de otra manera, consume grandes cantidades de agua en la transpiración.

Todos los tipos de vegetación parecen usar agua, pero los bosques parecen usar la mayor cantidad. Alrededor de 60 a 70% de la precipitación en terrenos forestales se pierde a la atmósfera y nunca llega a los cauces ni al agua subterránea. Esto llega a ser significativo cuando se considera que los bosques y breñal asociado, y praderas reciben la mitad de la precipitación y rinden dos tercios del escurrimiento de -- agua anual en los Estados Unidos.

Por lo general se considera que la hierba, especies herbáceas y matorrales son tipos de cobertura más efectivos en términos del rendimiento de agua total. La evaporación de la tierra es generalmente más alta que en bosques, pero la transpiración más alta en bosques compensa por esto. La vegetación forestal de raíces profundas con cubiertas densas transpiran más agua y desde profundidades más bajas. Otros factores siendo iguales, bosques coníferos que muestran hojas durante todo el año pueden transpirar bastante más agua que las especies caducifolias.

La interceptación de lluvia, en una medida menor que la evapotranspiración, reduce también el rendimiento del agua. Las cubiertas de bosques generalmente retienen y vaporizan a la atmósfera de vuelta más agua que los tipos de cobertura bajos. Sin embargo, se puede adelantar la idea de que la interceptación no es una verdadera pérdida necesariamente, puesto que se emplearía de otra manera en transpiración la energía gastada en evaporar el agua interceptada. Pero esto es verdad sólo para las temporadas mas calurosas. En invierno, bosque caducifo-

lios interceptan poca precipitación--tal vez menos de 5% de la precipitación--y transpiran aún menos; y la fisiología de coníferas elimina efectivamente la transpiración cuando las temperaturas son inferior a valores críticos, lo que depende de la adaptabilidad de la especie. Los tipos coníferos predominan en regiones de mucha nieve donde la interceptación de nieve puede tener efectos significativos en el rendimiento de agua.

La vegetación, particularmente los bosques, afecta cuánto y cuándo habrá rendimiento de agua del derretimiento de la nieve. La vegetación influye la circulación del viento cerca de la tierra, la energía radiante que llega a la nieve, la transferencia del calor del suelo a la nieve y la temperatura del aire al nivel de la nieve. En bosques, el escape del derretimiento de la nieve es por lo general mas lento que en terrenos rasos. El retraso, si no se continúa hasta muy tarde en la temporada, puede resultar en niveles máximos de primavera más bajos y flujos más sostenidos cuando se desean más.

Los bosques crean más espacio para almacenaje de suelo el cual detiene el agua para que se escape más lento más tarde en la temporada. Uno esperaría, por lo tanto, flujos prolongados de las áreas forestales. Sin embargo, la evidencia experimental indica que, para suelos semejantes, el flujo es más prolongado bajo cobertura de zacate. Una explicación puede ser que el agua debajo de la zona de raíces de especies de raíces poca profundas es esencialmente utilizada por demandas de transpiración y que escurre lentamente a los cauces mientras que se proporciona de arriba. Se debe señalar que la mayoría de esta evidencia --viene de experimentos donde se reemplazaron bosques por hierba y donde los suelos, tal como desarrollados originalmente bajo condiciones forestales, se dejaron en contacto.

Parece que la vegetación baja con sistemas de raíces poco profundas es muy efectiva en rendir más agua y en proporcionar un régimen de agua más deseable. Sin embargo, los beneficios de agua para utilización río abajo producidos por una cobertura de un posible valor bajo, se tienen que pesar contra el valor de usar el agua en la cuenca aguas arriba para producir un tipo de cobertura más deseable o productivo que requiere más agua. El efecto de una cobertura baja y su probable utilización para el pastoreo en la estabilidad y calidad de agua también se tiene que considerar.

EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA

El sedimento es lo que contribuye más a la contaminación de cauces por todo el mundo. Los ríos de los Estados Unidos contérminos des-

cargan un promedio de 1.3 millones de toneladas métricas de sedimento todos los días. La mayor fuente de sedimentación es erosión de tierras agrícolas y de cuencas agotadas de terrenos elevado. La vegetación y su hojarasca controlan el proceso de erosión por reducir la energía del impacto del agua de lluvia y disminuyen la cantidad y energía del flujo superficial, el proceso erosivo principal.

Casi sin excepción, el agua que fluye de cuencas forestales no - disturbadas tiene una baja turbiedad. De todos modos, hay poca evidencia que sugiera que una buena cobertura herbácea o de zacate no es -- tan efectiva como un bosque en reducir la sedimentación o la erosión de terreno elevado o la erosión del cause mismo. La vegetación, por moderar el flujo superficial, reduce las oleadas de agua hacia los cauces, -- así, disminuyendo la oportunidad para este tipo de erosión y proporcionando una mayor estabilidad de cauces. La vegetación protege las ribe-- ras de los cauces y ayuda a crear áreas de estelas locales donde se -- acumula el sedimento.

La estabilidad de cauces depende de varios factores físicos, por ejemplo, la geología, los suelos, y el declive. Pero cuando los otros - factores son iguales, las especies de raíces profundas proporcionan la - mejor estabilización de las riberas de cauces.

La contaminación termal es una fuente de preocupación, especialmente porque puede afectar las poblaciones de peces. Por lo general, - tanto mas fría es el agua tanto mejor la calidad, para la vida acuática tanto para la consunción humana. Los bosques son más efectivos que -- coberturas vegetativas bajas en bajar y estabilizar las temperaturas de cauces, principalmente por reducir la carga termal radiante por proporcionar sombreado.

Dentro de la última década se ha enfocado la atención en la in--- fluencia de la vegetación en pérdidas de nutrimentos de las cuencas. La mayoría de estudios han tratado los efectos de la reducción de bosques en el ciclo nitrato-nitrógeno. Las concentraciones de nitrato-nitrógeno - son probablemente las más críticas en la deterioración y la eutrofica--- ción de los cuerpos de agua. Generalmente, cuando se corta un bosque o cuando se elimina por herbicidas o cuando se queman las leñas y residuos, la razón de escape de nitrato-nitrógeno se aumenta. Sin embargo, ninguna información actual indica un agotamiento drástico o irreversible de las reservas de nutrimentos debido a la eliminación de bosques. Los datos cuantitativos no están todavía disponibles en relación al tipo de cobertura de bosque o zacate. Hay una verdadera necesidad de más investigación en los efectos totales del manejo actual de cuencas en el control de la calidad química del agua mediante la vegetación.

RESÚMEN DE LOS RESULTADOS DE ELIMINACION FORESTAL COMPLETA EN CUENCAS EXPERIMENTALES

| LUGAR | AREA DE CUENCA
(millas -
cuadradas) | VEGETACION
Y
SUELOS | PRECIP.
ANUAL
PROMEDIO (mm) | TRATAMIENTO DE
LA SUPERFICIE | AUMENTOS
MAXIMOS DE
PRODUCCION
DE AGUA (mm) | REFERENCIAS |
|-----------------------|---|--|-----------------------------------|---|--|------------------------------|
| Coweeta, N.C. | 16.1 | Latifoliadas | 1829 | Corte total, ninguna eliminación en los renuevos. | 370 | Kovner (1956) |
| | 16.1 | Arcilla arenoso limosa | 1829 | Experimento repetido | 371 | Johnson y -
Kovner (1954) |
| | 13.5 | | 1895 | Corte total, ninguna eliminación en los renuevos. Cortado cada año. | 408 | Hoover (1944) |
| | 9.2 | | 1814 | Desmontada para agricultura | 127 | Hibbert (1967) |
| | 43.7 | | 2244 | Corte total | 286 | Hibbert (1967) |
| | 8.8 | | 1821 | Corte total convertida a zacate. | 219 | Hibbert (1969) |
| | 16.1 | | 1725 | Corte total quemada parcial.
Pinos plantados | 152 | Hibbert (1967) |
| Wagon Wheel Gap, Colo | 81.1 | Barro arcilloso pedregoso | 536 | Corte total, ninguna eliminación leñas y residuos quemados. | 34 | Bates y Henry (1928) |
| Hubbard Brook, N.H. | 15.8 | Latifoliadas - arcilloso arenoso y arenoso | 1219 | Corte total ninguna eliminación recrecimiento controlado mediante herbicidas. | 343 | Hornbeck, et. al. (1970) |

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE ELIMINACION FORESTAL COMPLETA EN CUENCAS EXPERIMENTALES

| LUGAR | AREA DE CUENCA
(millas -
cuadradas) | VEGETACION
Y
SUELOS | PRECIP.
ANUAL
PROMEDIO (mm) | TRATAMIENTO | AUMENTOS
MAXIMOS DE
PRODUCCION
DE AGUA (mm) | REFERENCIAS |
|---|---|--|-----------------------------------|---|--|-------------------------------|
| Pacífico
Noroeste H.L.
Andrews Forest | 96 | Vegetación
vieja pino
oregon | 2159-
3429 | Corte total, eliminación, -
quemada. | 457 | Rothacher
(1971) |
| Fernow, W.Va. | | Latifoliadas
mezcladas
franco limoso
pedregoso | 1524 | 1957 corte total comercial,
85% del área basal. | 130 | Reinhart et.
al. |
| | 21.9 | | 1440 | La mitad inferior cortada a
ras, supresión de herbicidas,
mitad superior tratada
1964, inferior tratada -
1966. | 255 | Patric y -
Reinhart (1971) |
| | 23.7 | | 1458 | Mitad inferior cortada a -
ras, tratamiento de herbicidas,
mitad superior tratada
1967, mitad inferior 1966 | | Patric y
Reinhart (1971) |
| Three Bar, Az. | 38.6 | Chaparral
arcilloso
pedregoso | 655 | Fuego, supresión de matorral,
conversión a zacatal | 360 | Hibbert (1971) |
| California | 5.02 | Forestal y
hierba forestal:
arcilla y barro
arcilloso | 635 | 1963, matorrales forestales
desmontados con herbicidas,
tratamiento repetido 1966. | 127 | Lewis (1968) |
| | | Chaparral | | 1950, matorral convertido
a zacate | 127-
254 | Burgy (1958) |

LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION DE CUENCAS EXPERIMENTALES

Lo siguiente es un breve resumen de los resultados de la investigación de cuencas experimentales en los Estados Unidos diseñada para probar los efectos de tratamientos de la cobertura de plantas en el rendimiento de agua y la calidad del agua. La mayoría de los estudios trataban de determinar los efectos de eliminar bosques y matorrales.

LA ELIMINACION COMPLETA DE BOSQUES

La eliminación de bosques mediante el corte total u otros métodos produce los mayores aumentos en el rendimiento de agua y tiene el mayor efecto en cuando ocurre el escurrimiento total. Sin embargo, la magnitud de la respuesta varía según el clima, fisiografía, y vegetación. La eliminación completa de cobertura forestal no se recomienda como técnica de manejo regional en gran escala. Para mantener el rendimiento máximo, se requieren tratamientos repetitivos para prevenir el --recrecimiento o la invasión de otras especies de plantas. Se tiene que considerar también la deterioración de un área y los efectos adversos en la calidad de agua. Por lo general, el manejo de cuencas para mejorar el rendimiento del agua será menos intenso que la eliminación completa de bosques y producirá rendimientos más bajos.

Los mayores aumentos en rendimiento de agua mediante el corte total se deben esperar en las regiones más húmedas, especialmente en las laderas norte y noroeste en Coweeta donde se recibe 1900 mm. --- anuales de agua de lluvia por término medio, produjeron de una manera consistente aumentos anuales de aproximadamente 350 mm. el primer --año; éste es el mayor aumento jamás reportado. Los tratamientos de corte total en las laderas sureñas en la misma área produjeron menos de la mitad de esta cantidad. En el norte de Arizona, un experimento de --corte total en una cuenca de pino ponderosa que recibe por término medio una precipitación anual de cerca de 750 mm. rindió un aumento de --500 mm. el primer año pero más lejos al sur, donde se recibe por término medio 655 mm. anuales de agua de lluvia, una cuenca de chaparral que fue desmontada por un fuego rindió un aumento de sólo 360 mm. el primer año (hibbert, 1970).

Los aumentos de rendimiento mediante el corte total invariablemente declinan después del primer año. Un ejemplo de la declinación de --

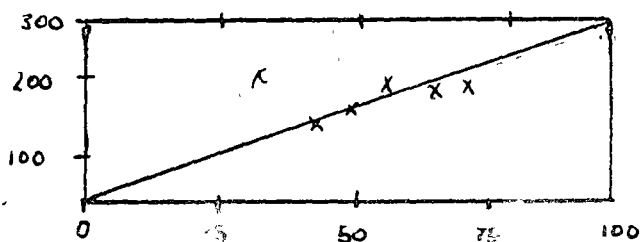
aumentos en rendimiento después de tratamiento en un experimento es -- reportado por Kovner (1956). Después de un período de calibración, la -- cuenca fue cortada y se dejó recrecer la vegetación por 23 años. Kov-- ner describió la tendencia de declinación de aumentos de rendimiento co-- mo una función lineal del logaritmo del tiempo en años desde el trata-- miento. Sus resultados sugieren que los resultados serían insignificantes después de 25 años.

En casi todos los experimentos de corte total, los aumentos de ren-- dimiento han llegado a fines de la temporada de crecimiento, la época -- del año cuando el escurrimiento total está al nivel más bajo y las deman-- das con las mayores. En el bosque experimental de Fernow en Virginia -- del Oeste, antes de desmontar dos cuencas, el escurrimiento se paró por al menos 30 días cada año. Después del corte, el escurrimiento total -- nunca llegó a un nivel de menos de 0.3 metro cúbico por segundo (Rein-- hart, et. al. 1963). En la cuenca de Hubbard Brook en New Hampshire, -- 26 días durante el año tenía flujos de más de 1.0 metro cúbico por se-- gundo antes de cortarse, pero esto fue aumentado a 116 días después -- del tratamiento (Hornbeck et. al. 1970). Dos cuencas de chaparral en -- Arizona que nunca habían producido flujos sostenidos ahora rinden algún flujo el año entero después de haber sido desmontadas por fuego y des-- pués de tratamientos con herbicidas y hierba.

Aunque ninguno de los experimentos de eliminación completa de -- bosques llevados a cabo en este país han indicado que se aumenta el -- peligro de inundación, todos tuvieron un efecto significativo en niveles máximos instantáneos de tormentas, por lo menos durante el período de crecimiento. En áreas húmedas, la hojarasca residual de bosque, el re-- crecimiento rápido y la invasión de especies herbáceas tienden a preve-- nir escurrimiento superficial, el factor principal que contribuye a la ma-- yoría de altos niveles máximos de inundación. Sin embargo, en zonas -- áridas donde la hojarasca es escasa y el recrecimiento es más lento y menos seguro, el potencial de inundación y erosión puede ser aumentado.

Varios experimentos de cuencas pequeñas han demostrado una decli-- nación en producción de agua cuando se reemplazó una cobertura baja por un bosque. Hibbard (1967) en resumir los resultados de los efectos de -- forestación en producción de agua, descubrió que los aumentos de rendi-- miento mediante eliminación de bosques parecieron ser mayores que las -- reducciones de rendimiento resultado de la forestación. Se atribuyeron -- las diferencias a una falta de datos suficientes. El análisis de Hibbard -- se resume en la siguiente figura:

DISMINUCION DE
PRODUCCION DE AGUA
DESPUES DE CRECI-
MIENTO DEL BOSQUE
(mm/año)



PORCENTAJE DE LA AREA REFORESTADA O FORESTADA

Disminuciones en el Rendimiento Anual de Agua versus el Porcentaje del Area Reforestada Para 8 Areas de Captación.

LA ELIMINACION PARCIAL DE BOSQUES

El efecto de cortes parciales de bosques en el rendimiento de agua depende en gran parte de si se usa el manejo de árboles maderables de masa irregular o de masa de edad uniforme. El manejo con masa irregular, donde se seleccionan los árboles para la cosecha individualmente, tiene menos efecto en la producción de agua que el manejo con masa de edad uniforme el cual requiere el cortar totalmente en parches, bloques o franjas. La eliminación de la vegetación forestal ribereña de áreas seleccionadas coincidentes con cauces puede aumentar substancialmente -- los rendimientos de agua.

Los resultados de la investigación de cuencas experimentales en los Estados Unidos dedicada a los sistemas de manejo de masa irregular han variado mucho. En un sistema de manejo de masa irregular en el --sur-oeste de Washington, la eliminación de 64% de los pies comercia--bles, por una entresaca selectiva no produjo aumentos significativos en el escurrimiento total. En el Bosque Experimental de Fernow en West --Virginia donde se eliminó 36% del área basal de una cuenca mediante --entresaca selectiva, la producción de agua se aumentó 10% sobre la des--carga esperada. No obstante, el aumento persistió por poco más de un año (Reinhart et. al., 1963). El corte total parcial bajo un manejo de --masa uniforme ha dado aumentos substanciales en rendimiento de agua. En Arizona, Rich (1965) notó aumentos significativos en producción de --agua en la Cuenca de Castle Creek después de cortar totalmente la ---sexta parte y una entresaca selectiva de cinco sextos, pero no notó nin--gún aumento significativo de otra cuenca en la cual se había eliminado 46% de los pies comerciables mediante una entresaca selectiva.

La eficacia de corte totales parciales depende del tamaño, arreglo y número de desmontes. Tanto más pequeño el desmonte tanto más pe--queño el perímetro y de consecuencia, tanto mayor la influencia de ár--boles contiguos en sacar la humedad, disminuyendo por lo tanto la po--sibilidad de mejorar producciones de agua.

Se pueden comparar por ejemplo los efectos de cortar totalmente, eliminación parcial y entresaca selectiva en los resultados del primer --año de experimentos llevados a cabo en cuencas en Coweeta. Una cor--ta total de 100% en una cuenca produjo un aumento de producción de --agua de 370 mm; eliminación de 50% del bosque por envenenar franjas alternadas de 10 metros en otra cuenca produjo un aumento de 198 mm. (Hibbert, 1967). Así, la eliminación parcial en franjas fue tan efectiva

| Localización y Referencia | Descripción del Tratamiento | Aumentos Máximos en Producción de Agua - Después de Tratamiento |
|---------------------------|-----------------------------|---|
|---------------------------|-----------------------------|---|

COWEETA, N.C.

| | | |
|-------------------------|---|---------------------------|
| Hewlett y Hibbert, 1961 | 22% del área basal cortada (pi so inferior solamente) recrecimiento | 71 |
| Johnson y Kovner, 1956 | 30% de área basal cortada por corte y transporte de trozas no controlados, recrecimiento | promedio de 25 mm por año |
| | 35% de área basal cortado mediante corte y transporte de -- trozas selectivo, recrecimiento | promedio de 55 mm por año |
| | 25% (latifoliadas) envenenadas, recrecimiento limitado | 46 |
| | 12% corte total (vegetación ribereña) recrecimiento | no significantes |
| | 51% corte total, eliminación - 26% entresacado, recrecimiento | |

FERNOW, W. VA.

| | | |
|--------------------------|--|------------------|
| Reinhart et. al., 1963 | 36% de área basal eliminada mediante corte de diámetro limitado, recrecimiento | 64 mm |
| Reinhart y Trimble, 1962 | 22% área basal eliminada mediante corte de selección extensiva, recrecimiento | 36 mm |
| Patric y Reinhart, 1971 | 14% de área basal eliminada mediante corte de selección intensiva, recrecimiento | no significativo |
| | la mitad más baja de la cuenca - cortada y tratada con herbicidas | 16.5 cm |
| | la mitad más alta de la cuenca - cortada y tratada con herbicidas | 15.5 cm |

| Localización y Referencia | Descripción de Tratamiento | Aumentos Máximos en -
Producción de Agua des -
pués de Tratamiento |
|---------------------------|----------------------------|--|
|---------------------------|----------------------------|--|

SIERRA ANCHA, A.Z.

Reinhart et. al., -
196130% de área basal cortada me -
diante corte y transporte de tro -
zas selectivo

No significativo

6% de área basal cortada me -
diante entresaca

No significativo

9% de área basal reducida me -
diante quemada

No significativo

1% vegetación ribereña cortada
a ras, brotes controlados

No significativo

U.S. Forest Service,
194132% del bosque cortado a ras -
de sitios húmedos, sembrado de
hierba51 (promedio para 5 años
después de tratamiento)

MEEKER, COLO.

Long, 1955

Insectos mataron hasta 80% de -
los árboles maderables en 30% -
del área58 (promedio para cinco -
años)SUROESTE DE -
WASHINGTONMartin y Tinney, -
196264% del área talada a razón de -
2% al año, recrecimiento

Ningún cambio notable

FOOL CREEK, COLO.

Martinell, 1964

40% cortada a ras comercialmen -
te en franjas, recrecimiento74 (promedio para 5 años
después de tratamiento)

| Locación y
Referencia | Descripción de Tratamiento | Aumentos Máximos
en Producción de
Agua Después de
Tratamiento |
|--------------------------|----------------------------|--|
|--------------------------|----------------------------|--|

SAN DIMAS, CALIF.

Fowe, 1963

1.7% de vegetación ribereña cortada a ras, brotes-controlados

aumento 6 mm
mayodic.; 4 mm
enero-abril

Merrian, 1961

40% de Chaparral envenenado en sitios húmedos

aumento de 17 mm
junio-sept.**H.L. ANDREWS, ORE.**Rothachor,
1965

80% cortado a ras

aumento pequeño de
flujo bajo8% desmontada para caminos
25% cortada a ras y quemadapequeño aumento en
flujos bajos

como el corte total, en términos del área cortada.

Lull y Reinhart (1967) puso un ejemplo hipotético de los aumentos en producción de agua que se podían esperar mediante el corte total parcial donde el objetivo principal es de aumentar los ingresos de cosecha de árboles maderales. Su ejemplo se basa sobre la experiencia de Co--weeta y Fernow. El objetivo de manejo para una cuenca de terreno elevado de 1,600 hectáreas es de producir árboles maderales de serrucho de tamaño de 60 a 70 cm. en una rotación de 80 años. El plan es de cortar 200 hectáreas cada 10 años. La pregunta es: ¿cuál sería el aumento esperado en producción de agua durante el período de 10 años para la cuenca entera? Suponiendo un aumento de 12.9 cm. el primer año y una reducción logarítmica en la producción después, los resultados parecerían tales como mostrados en la siguiente tabla:

El aumento anual de producción de agua anticipado como resultado de cortar totalmente 200 hectáreas de latifoliadas maduras por año - (Lull y Reinhart, 1967).

| Año | | Aumento de Escurrimiento | | |
|--------------------|------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| Area cortada total | | Area total (1600 hectáreas) | | |
| | cm | cm | Millones de
litros | Porcentaje |
| 1 | 12.9 | 1.6 | 261 | 3.2 |
| 2 | 10.2 | 1.3 | 204 | 2.5 |
| 4 | 6.1 | .8 | 125 | 1.5 |
| 6 | 3.6 | .5 | 72 | .9 |
| 8 | 2.0 | .3 | 42 | .5 |
| 10 | 1.3 | .15 | 26 | .3 |

1

Basado en un escurrimiento anual promediado de 51 cm.

Si se cortaran 20 hectáreas cada año, la producción anual de agua se aumentaría para la cuenca entera sobre el período de años por un promedio de 106 millones de litros anuales.

Tal vez los mayores aumentos mediante el desmonte parcial se han

41

predicho para la eliminación de freatofitas. No obstante, la mayoría de la evidencia experimental ha venido de estimados de ahorros en evapotranspiración. Por ejemplo, por eliminar 9 hectáreas de vegetación freatofita en el Cottonwood Wash de Arizona, se estimó que 47 millones de litros se ahorraron durante la temporada de crecimiento (Bowie y Kam, - 1968). De manera semejante, en el valle del Río Grande, Nuevo México, se estima que el desarrollo de un río de 350 km. de largo, libre - de freatofitas, ahorrará más de 62000 millones de litros de agua anual mente (Senate Select Committee, 1960).

Los resultados de cuencas experimentales en los efectos de tratamiento de freatofitas y ribereños son limitados y variables. El mayor -- aumento mediante este tipo de tratamiento fue reportado por Rowe (1963). Se desmontaron sólo 6.1 hectáreas de la cuenca de Monroe Canyon en California a los lados de los cauces, rindiendo un aumento de escurrimiento de 21 millones de litros después de ocho meses. Un estudio se mejante en la cuenca de Workman Creek en Arizona no produjo ningún - aumento significativo en rendimiento de agua mediante un corte total de uno por ciento de vegetación ribereña. Sin embargo, la conversión de - un sitio forestado húmedo para crecer en la misma cuenca sí aumentó - de una manera significativa el flujo (Rich, 1961). Un corte de las ribe ras de los cauces en Coweeta incluyendo 12% del área de la cuenca no produjo ningún aumento significativo anual en el escurrimiento total. -- Tal vez se ponga en duda la eficacia de control mediante freatofitas del punto de vista económico, del habitat de la caza, de la calidad de -- agua, la deterioración del área y el verdadero ahorro de agua que se - realice.

Lo siguiente resume brevemente los resultados generales de investigación de cuencas experimentales estudiando la eliminación de la cobertura de plantas.

1. La reducción de bosques aumenta la producción de agua, pero la - reacción a tratamiento varía mucho y es por lo general imposible de predecir.
2. Los aumentos de rendimiento de agua más grandes son producidos por una completa reducción de bosques, y los aumentos más pe-- queños por cortar y entresacar de una manera selectiva.
3. Cuando se cortan totalmente las cuencas, los puntos máximos de flujo instantáneos de tormentas y el volumen de tormentas serán mayores pero no se espera que el manejo cuidadoso de terreno - forestal para aumentar la producción de agua cree puntos máximos de - flujo severamente dañosos.
4. La eliminación completa de la cobertura aumenta el potencial pa-

ra el escurrimiento superficial y la erosión, especialmente en áreas áridas.

5. Los aumentos que resultan de corte total y de cortar parcialmente - son mayores el primer año y se disminuyen a medida que el rebrote se establece.
6. Cinco años después de la reducción del bosque, el rebrote puede - disminuir la producción de agua por dos tercios.
y 10 años después la mayor parte del aumento habrá desaparecido.
7. El mantenimiento de producciones de agua tiene que ser acompañado de un mantenimiento de cobertura protectora del suelo.
8. Reemplazar una cobertura baja por una cobertura forestal, puede disminuir la producción de agua hasta 25% en áreas donde la nevada es abundante.
9. Los aumentos que resultan de la reducción de bosques aparecerán probablemente tarde en la temporada de crecimiento por la mayor parte.
10. El corte total tiende a desincronizar el escurrimiento del derretimiento de la nieve comprimida.
11. Una precipitación de una cantidad mayor o menor que la cantidad normal puede afectar de una manera significativa los aumentos de producción de agua.
12. El cortar totalmente durante un período de sequía no dará ningún alivio hasta que llueva o hasta que el derretimiento de la nieve haya recargado el suelo.
13. Los aumentos de producción de agua de resultados de quitar la vegetación a lado del cauce son generalmente bajos, debido probablemente a la evaporación aumentada y el ahorro de agua se tiene que balancear contra consideraciones ecológicas y económicas.

EL EFECTO DE LA COSECHA DE ARBOLES MADERABLES EN LA CALIDAD DEL AGUA

Casi sin excepción, el agua que fluye de cuencas forestales no alteradas es de alta calidad y generalmente potable. Aunque el mantenimiento de la calidad puede ser compatible con las técnicas de la cosecha de árboles maderables para mejorar el rendimiento de agua, cualquier modificación en la vegetación o en la superficie del suelo de la cuenca, puede potencialmente empeorar la calidad del agua. La sedimentación erosiva de terrenos elevados, es el contaminante principal de los cauces.

Las fuentes principales de erosión asociadas a la cosecha de árboles maderables, son los senderos para el arrastre de carros y los caminos usados para el transporte de las trozas. Se ha hecho un esfuerzo considerable para medir el efecto de diferentes métodos de cosecha en la alteración del suelo. Por ejemplo, en el Bosque Experimental de Fraser en Colorado, Wilm y Dunford (1948) no reportaron ningún escurrimiento superficial o erosión perceptible, ni grietas menores o cárcavas en las laderas escarpadas, utilizando parcelas de palos de enganche taladas a cuatro diferentes intensidades, arrastrados por caballos. En el mismo tipo de bosques en la Cuenca de Boise, Idaho, Haupth (1960) descubrió que una selección de árboles

unitarios alteró un 36 % más que la de una cosecha. En el Bosque de H. J. Andrews en el Oeste de Oregon una área talada por un sistema de alto nivel fue alterada en 41% comparando con el 68% talada por tractor (Dryness, 1963). Estos resultados están de acuerdo, en general, con los otros estudios semejantes y con los exámenes reportados por Fowles y Schubert (1951), y Steinbrenner y Gessel (1955).

Se debe reconocer que la erosión local no es necesariamente una contribución a la carga de sedimento en un sistema de cauces. La materia erosionada puede filtrarse por la hojarasca y la vegetación restante, y puede ser que nunca llegue a los cauces; y en muchas regiones, el crecimiento rápido de la vegetación minimiza la alteración con un efecto poco duradero.

El efecto final de la alteración de la tierra en la sedimentación sólo puede calcularse en función del agua que sale de una cuenca y uno tiene que ver los resultados de la investigación en pequeñas cuencas experimentales.

Los únicos estudios de cuencas experimentales y los efectos del corte de árboles maderables en la sedimentación, se llevaron a cabo en Coweeta donde se cortaron y dejaron en su lugar latifoliadas. En un estudio previo la vegetación secundaria en una cuenca, se cortaba en períodos definidos, y en otra, no se cortaba (Liberman y

Hoover, 1951).

En un estudio posterior, una sola cuenca se cortó totalmente (U.S. - Forest Service, 1960) . En ambos estudios no hubo indicaciones ni de erosión, ni de escurrimiento, ni tampoco aumento de sedimentación.

Los aumentos de sedimentación se asocian a menu - do con operaciones de corte y transporte de trozas Dills (1957) reportó un estudio de Coweeta, simulando operaciones en pequeña escala del - corte y transporte de trozas en las montañas de Southern Appalachia, el corte, usando animales de tipo creó turbiedades de 94 ppm, comparado con un promedio de sólo 4 ppm en una cuenca no talada. En Arizona, la cuenca North Fork en el Bosque Experimental de la Sierra Ancha produjo - cada año 2.75 M3 de sedimento y después de cortar al ras, usar nivela - dora, quemar leños y residuos, dos tormentas de verano depositaon - 16.6 M3 de sedimento. Dos tormentas de invierno, al año siguiente, - depositaron 44.9 M3 de sedimento (Rich, et, al., 1961). Rice y Wallis (1962) reportaron un aumento de 4182 toneladas métricas de sedimento suspendido, al día siguiente de talar una cuenca de 1012 hectáreas. Se taló alrededor del 25% de la cuenca, Seis por ciento del área talada eran senderos expuestos al arrastrar y se habían construído 3 millas de - caminos de acarreo en la operación.

En dos cuencas, en la parte central de Idaho, se -

pusieron a prueba de sedimentación de dos métodos de tala: jammer y high lead. Ningún método produjo sedimentación apreciable en las estaciones de medición. No obstante, subdrenaje pequeños dentro de la cuenca talada mediante el método de jammer, rindieron 7 veces más sedimento que los talados mediante el método de high lead (U.S. Forest Service, 1965). En la misma área, Copeland (1963) reportó resultados de tres drenajes que mostraron rendimientos de sedimento de 4400, 3160 y 31.6 toneladas de sedimento por kilómetro cuadrado la primera temporada después de la construcción de caminos de jammer. Las cuencas que no tenían caminos no produjeron sedimento. En el bosque de H.J. Andrews, en Oregon, la construcción en sólo 2.7 Km. de camino en una cuenca de 101 hectáreas, produjo una turbiedad máxima de 1,789 ppm comparada con una cuenca cercana no talada.

Uno de los estudios más amplios sobre el efecto de prácticas de corte en la sedimentación, fue realizado por Reinhart, Eschner, y Trimble (1963) en el Bosque Experimental de Fernow en West Virginia.

Los resultados están resumidos en la siguiente tabla:

| TRATAMIENTO | METODO DE TALA | % DE CUENCA
EN CAMINOS -
NIVELADOS POR
MAQUINAS EM
PUJADORAS | TURBIEDAD
MAXIMA PPM |
|---|---|--|-------------------------|
| 1.- Corte al ras
comercial | Preferencia de ta -
lador de caminos
de arrastre de ca -
rruaje, ninguna es
tructura de drenaje
cruzado. | 3.6 | 56,000 |
| 2.- Corte límite
de diámetro | Igual que arriba pe
ro con estructuras
de drenaje cruzado. | 2.5 | 5,200 |
| 3.- Corte de se -
lección extensi
vo. | Caminos de arrastre
planeados, declives
de 20%, estructura
de drenaje cruzado
según sean necesa -
rios. | 2.1 | 210 |
| 4.- Corte de se -
lección intensi -
vo. | Igual que 3, pero con
declives de 10% y ca
minos retirados de -
los cauces. | 0.8 | 25 |
| 5.- No alterado. | | 0 | 25 |

Los datos indican que con una planificación cuida -
dosa de las operaciones del corte y transporte de trozas, las turbiedades
no deben aumentar a niveles mayores que las cuencas no alteradas. -
Packer (1967) repasó los efectos de tratamientos de corte forestales -
en la sedimentación y sus conclusiones, todavía válidas, son:

" 1) Los bosques no alterados producen sólo canti
dades pequeñas de sedimento y una calidad de agua apropiada para beber.

2) Con la posible excepción de aumentos substanciales en erosión de escurrimiento producido por niveles máximos de tormentas más altas, el corte de árboles maderables no tiene ningún efecto adverso en la calidad del agua.

3) La tala, o el arrastre de trozas, puede a veces - aumentar la sedimentación de una manera considerable, lo cual depende de la localización y el drenaje de caminos de arrastre, el potencial de erosión y la cantidad de piedras en los suelos y la rapidez de la revegetación en los caminos de arrastre.

4) Los caminos que no están bien drenados o que - están situados demasiado cerca de los cauces, son la causa principal de la deterioración de la calidad del agua en los bosques".

La polución térmica es también una fuente de preocupación, especialmente cuando puede afectar a las poblaciones de peces. - Generalmente, cuanto más fría el agua, tanto mejor su calidad para la vida acuática y para el consumo humano. Los bosques son más efectivos - que las coberturas de vegetación baja, para reducir y estabilizar la temperatura de los cauces, principalmente por la reducción de la carga de calor radiante por sombreamiento. La cosecha de árboles maderables puede dar - como resultado la contaminación térmica.

En una de las cuencas experimentales de Fernow en

West Virginia, un corte al ras comercial, aumentó la temporada máxima del agua la temporada de crecimiento en 10°C , y aumentó la mínima - durante la temporada inactiva en 2°C (Reinhart y Trimble, 1963) Eschner y Lanmoyeux (1963) encontraron a menudo temperaturas de 24°C y - observaron en una ocasión una temperatura alta de 26°C en la misma cuenca. Durante la tala, cuando la mitad más baja de la cuenca se - había cortado, las temperaturas medias diarias de los cauces, aumentaron en 2°C durante la temporada del crecimiento, pero no cambió el - aumento de manera significativa después de la eliminación forestal total. La temperatura máxima de la temporada de crecimiento fue 27°C comparado con 18.3 en una cuenca cercana no alterada (Patric y Reinhart, 1971).

En Pennsylvania, un corte parcial en la cuenca - Leading Ridge aumento la temperatura media de verano para los cauces de 16.7°C (Sopper y Lynch, 1970). En New Hampshire, en las cuencas de Hubbard Brook. La temperatura de verano para los cauces aumentó 6°C después de la eliminación de la cobertura forestal (Pierce, 1971).

En Oregon. Brown y Kygier (1970) descubrieron - que las temperaturas medias mensuales de los cauces habían aumentado 7°C un año después de cortar al ras una cuenca pequeña. Las temperaturas mínimas anuales fueron de 3.5°C y las máximas alcanzaron 21.1°C en verano.

En Alaska, al cartar al ras en una cuenca la temperatura media mensual de cauce ascendió en 2°C y la temperatura máxima en 4.3°C , pero no hubo ningún efecto significativo en la población de salmón.

Así, la eliminación forestal puede tener un efecto significativo al aumentar la temperatura de los cauces, que puede ascender en verano 5°C o más. Además de los posibles efectos sobre los peces deportivos, las temperaturas altas de los cauces pueden interactuar con pérdidas de nutrimentos y producir problemas de eutroficación.

Frederiksen (1970) notó en las cuencas del Bosque Experimental de H.J. Andrews, que después de cortar al ras y quemar leños y residuos, la pérdida nitrato-nitrógeno fue de 1 kg. por hectárea, comprando con .08 kg. por hectárea en una cuenca no alterada. Manston, en Oregon (1967), notó pérdidas bajas de nutrientes, después de cortar al ras, y pérdidas de nitrato y nitrógeno aumentaron de .25 kg. a sólo .30 kg. por hectárea, después de cortar al ras.

Uno de los estudios más amplios sobre pérdidas de nutrientes, después de la eliminación forestal, se llevó a cabo en la Cuenca No. 2 de Hubbard Brook en New Hampshire. En este estudio se cortaron y se dejaron en su lugar los árboles maderables, y se dió

a la cuenca cada año un tratamiento con herbicidas para mantenerla en una condición casi yerma. Las pérdidas de nitrato y nitrógeno aumentaron el primer año, después del tratamiento, de menos de 2 miligramos por litro. Durante el estudio de tres años, la cuenca perdió alrededor de 9 por ciento de su nitrógeno original en la parte superior del - - suelo, bastante para causar, río abajo, severa eutroficación. La eliminación total químico-inorgánica fue 15 veces mayor que la de una cuenca semejante no tratada. Se estimó que el reemplazamiento de la pérdida de nitratos y nitrógeno, por medios naturales, requeriría 100 años. Esto representa la pérdida máxima que probablemente debe de esperarse.

Sopper)1971) cita un reportaje de la Oficina del U.S. Forest Service como sigue: " El cortar al ras una cuenca pequeña en el bosque Experimental de Fernow, dejando intacta una franja de - 20 metros de ancho a cada lado del cauce, también registró pérdidas, en cantidades más bajas, de nitrato y nitrógeno que mantenían un promedio de cerca de 0.33 ppm durante el otoño, cuando se registraron los valores extremos citados arriba para las Cuencas de New Hampshire. - Las pérdidas de nitrato y nitrógeno para el primer año después del corte, fueron 15 kg. por hectárea, en contraste con 60 kg. por hectárea - reportado para la Cuenca No. 2 de Hubbard Brook.

Varios estudios semejantes se están llevando a - cabo actualmente en los Estados Unidos pero no se han reportado aún -

los resultados. Con el énfasis actual en las cuencas experimentales - como unidades ecológicas, se necesita bastante más investigación para evaluar el efecto total del manejo de cuencas en el control de la calidad química de agua mediante la vegetación.

En general, los resultados actuales de la investigación de cuencas experimentales indican que:

1) Bajo operaciones normales de cortar al ras, - puede que las pérdidas anuales de nitrógeno no exceden 50 kg. por hectárea.

2) Con el crecimiento normal de la vegetación, - las pérdidas anuales bajan a razones normales desde 3.4 hasta 9 kg. por hectárea por año en un lapso de 3 a 7 años.

- 53
- Ackerman, W.C. 1966 Guidelines for Research on Hydrology of Small Watersheds, Office of Water Resources Research, 26 pp.
- Bethlahmy, N. 1963 Rapid Calibration of Watersheds for Hydrologic Studies, IASH Bull 8: 38-42.
- Boughton, W.C. 1968, Research Methods in Land-Use Hydrology, Water Resources Bulletin 4 (2): 34-44.
- Hewlett, J.D. 1966, Will Water Demand Dominate Forest Management in the East? Proc. Soc. Amer. Foresters, Seattle, Washington. 154-159.
- Hewlett, J.D., H. W. Lull, K. G. Reinhart. 1969, In Defense of Experimental Watersheds, Water Resources Research 5:306-316.
- Hibbert, A.R. 1971, Increases in Streamflow After Converting Chaparral to Grass, Water Resources Research 7(1): 71-80.
- Holscher, C.E. 1966, Forest Hydrology Research in The United States, In Sopper, W.G. and H.W. Lull, Forest Hydrology, Pergamon Press, pp. 99-103.
- Johnson, E.A. and J. L. Kovner, 1956, Effect on Streamflow of Cutting a Forest Understory, Forest Science 2: 82-91.
- Kovner, J.L. and T.C. Evans, 1954, A Method for Determining the Minimum Duration of Watershed Experiments, Trans, AGU 35: 608-612.
- Leopold, L.B. 1970, Hydrologic Research on Instrumented Watersheds, Presented at IASH - Unesco Symposium on the Results of Research on Representative and Experimental Basins. Wellington (N.Z.), December, 1970.
- Panel on Watershed Research, Office of Water Resources Research, U.S. Dept. of the Interior, 21 pp.
- Renne, R.R. 1967, Research Guidelines to Sound Watershed Development. J of the Hydraulics Div., ASCE 93: 53-58.
- Renolds, E.R.C. and L. Leyton, 1967, Research Data for Forest Policy: The Purpose, Methods and Progress of Forest Hydrology, Proc. 9th Brit. Commonwealth Forest Conference, Commonwealth Forestry, Inst. Univ. of Oxford, 16 pp.
- Slivitzsky, M.S. and M. Hendler, 1964, Watershed Research as a Basis for Water Resource Development, Proc, 4th Hydrol. Sympos., 289-294.
- Sopper, W.E. and H.W. Lull, 1965, Streamflow Characteristics of Physiographic Units in the Northeast. Water Resources Research 115-124.
- Swank, T.H. and N.H. Miner, 1965, Conversion of Hardwood Covered Watersheds to White Pine Reduces Water Yield, Water Resources Research 4: 947-954.

Hibbert, A.R.

Forest Treatment Effects on Water Yield. International Symposium on Forest Hydrology. *ed. by* G.W.E. Sopper & W. Lull, 1967.

Kouner, J.L.

Evapotranspiration and water yield following forest cutting and natural regrowth. Soc. Amer. For. Prov. pp 106 - 110, 1956

Reinhart, K.L., A.R. Eschner and G.R. Trimble

Effects of streamflow on 4 forest practices in the mountains of West Virginia. U.S.D.A. Forest Service Research, Dept. NE-1, 79pp. 1963.

Hornbeck, J.W., R.S. Pierce and C.A. Fedener.

Streamflow changes after forest clearing in New England. Water Res. Res. 6:1124 - 1132, 1970.

Hibbert, A.R.

Water yield changes after converting a forested catchment to grass. Water Res. Res. 5:634 - 646, 1969.

Rothacher, V.

Increases in water yield following clearcut logging in the Pacific southwest. Water Res. Res. 6:653 - 658, 1970.

Patric, V. and K.A. Reinhart

Hydrologic effects of deforestation to mountain watersheds in West Virginia. Water Res. Res. 7:1182 - 1187.

Sopper, W.E. and J.A. Lynch

Changes in water yield following partial forest cover removal on an experimental watershed. International Assoc. Sc. Hydrol. Pub. no 96:349 - 359, 1970.

Rowe, P.B.

Streamflow increases after removing woodland riparian vegetation from a southern California watershed flow. Forestry 61:365 - 370. 1963.

Rich, L.R., H.A. Reynolds and J.A. West.

The Workman Creek experimental watershed U.S. Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station, Paper 65. 13pp, 1961.

Bowie, J.E. and W. Kam

Use of water by riparian vegetation, Cottonwood Wash, Arizona. U.S. Geological Survey, Water Supply Paper 1858, 62pp. 1968.

Senate Select Committee on Water Resources

Evapotranspiration reduction in Water Resources Activities in the United States. Comm. print no 21, U.S. Government Printing Office, Wash., D.C. 42 pp, 1960.

55
Hibbert, A.R.

Increase in streamflow after converting chaparral to grass. Water Res. Res. 7:71 - 80, 1971.

Hoover, M.D.

Effect of removal of forest vegetation upon water yields. American Geophys. Union Trans. 6:969 - 975, 1944.

Johnson, E.A. and J.L. Kovner

Increasing water yield by cutting forest vegetation. *Georgia* Mineral Newsletter 7: 145 - 148, 1954.

Bates, C.G. and A.J. Henry

Forest and streamflow experiments at Wagon Wheel Gap, Colorado. U.S. Weather Bureau Monthly Weather Rev. Suppl. no. 30. 79 pp., 1928.

Buray, R.H.

Water yields as influenced by watershed management. Jour. Imig, Drain. Div. Proc. Amer. Soc. Circl. Eng. 84: 10 pp, 1958.

Lewis, D. C.

Hydrologic response to watershed conversion from oak woodland to annual grassland. Water Res. Res. 4: 59 - 72. 1968.

Rich, L. R.

Water yield resulting from treatment applied to mixed conifer watersheds. Ariz. Watershed Sym. Proc. pp. 12 -15, 1965.

Lull, H. W. and K. O. Reinhart

Increasing water yield in the Northwest by management of forested watersheds. U. S. Forest Service Res. Paper NE. 66, 45 pp., 1967.

Pierce, R.S., 1971, Clearcutting and Stream Water, N.H. For. Nater., Spring Issue.

Brown, G.W. and J.T. Krygier, 1970, Effects of Clearcutting on Stream Temperature, Water Res. Res. 6: 1133-1139.

Levno, A and J. Rothacher, 1967, Increases in Maximum Stream Temperatures After Logging in Old-Growth Douglas-Fir Watersheds, Pacific N.W. For. And Range Exp. Station, Res. Note PNW-65, 12 pp.

Frederikson, R.L., 1965, Sedimentation After Logging Road Construction in a Small Western Oregon Watershed, Fed. Interagency Sedimentation Conf., Misc. Pub. No. 970.

Morston, R.B., 1967, Pollution Concentrations and Loads of Some Natural Constitutents and Their Relation to Streamflow Before and After Road Building and Tree Harvesting in Some Small Alsea Pine Watershed in Western Oregon, U.S. Dept. of Interior, FWPCA, Pacific Northwest Water Laboratory Prog. Report, Oct. 31.

Sopper, W.E., 1971, Watershed Management, National Technical Information Service U.S. Dept. of Commerce, PB 206370, 149 pp.

Pierce, R.S., J.W. Hornbeck, G.E. Kilens, and F.H. Borman, Effect of Elimination of Vegetation on Stream Water Quantity and Quality. Internatl. Assoc. of Sci. Hydrol., Pub. No. 96: 311-368.

Likens, G.E., F.H. Borman, N. M. Johnson, M. Noye, D .W. Fisher, and R.S. Pierce, 1970, Effects of Forest Cutting and Herbicide Treatment on Nutrient Budgets in the Jubbard Brook Watershed Ecosystems, Ecol. Monog. 40: 23-47

Remhart, K.G., Ar. R. Eschner and G. R. Trimble, 1963, Effects of Streamflow on Four Forest Practices in the Mountain of West Virginia, U.S. For. Service Res. Paper NE-1, 79 pp.

54

Wilm, H.G. and E.G. Dunford, 1948, Effects of Timber Cutting on Water Available for Streamflow From a Lodgepole Pine Forest, U.S.D.A. Tech. Bulletin 68, pp. 43.

Haupt, H.F. 1960, Variation in Areal Disturbance Produced by Harvesting Methods in Ponderosa Pine., Jan. For. 58: 634-639.

Fowles, H.A. and G.H. Schubert, 1951, Natural Reproduction in Certain Pine-Fir Stands of California. Jan. For. 49, 192-196.

Siginbrenner, E.C. and S.P. Gessel, 1955, The Effects of Tractor Logging on Physical Properties of Some Forest Soils in Southwestern Washington. Soil Sci. Soc. Ame. Proc. 19: 372-376.

U.S. Forest Service, 1960, Southeast Forest Experiment Station Annual Report.

Liberman, J.A. and M.D. Hoover, 1951, Streamflow Frequency Changes on Coweeta Experimental Watersheds. Ame. Geophys. Union Trans. 32: 73-76.

Dills, R.E., 1957, A Guide to the Coweeta Hydrologic Laboratory, Southeastern Forest Exp. Sta.

Rich, L.R., H.G. Reynolds and J.A. West, 1961, The Workman Creek Experimental Watershed, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station Paper 65: 18 pp.

Rich, R.M. and J.R. Wallis, 1962, How a Logging Operation Can Affect Streamflow. For. Endust. 89: 38-40.

U.S. Forest Service, Intermountain Forest and Range Exp. Sta. Line Project Report for Project FS-INT-1602.

Copeland, O.L., 1963, Land Use and Ecological Factors in Relation to Sediment Yields, Fed. Interagency Sedimentation Conf. Proc, Jackson, Miss. Jan. 28-31.

Packer, P.E., 1967, Forest Treatment Effects on Water Quality, In International Symposium on Forest Hydrology, Edited by W.E. Sopper and H.W. Lull, Pergamon Press, Oxford England, pp. 687-699.

Eschner, A.R. and J. Larmoyeux, 1963, Logging and Trout: Four Experimental Forest Practices and Their Effect on Water Quality. Progressive Fish Culturist 25: 59-67.

Patric, J.H. and K.G. Rginhart, 1971, Hydrologic Effects of Deforestating Two Mountain Watersheds in West Virginia, Water Rec. Res., Oct.

Sopper, W.E. and J.D. Lynch, 1970, Changes in Water Yield Following Partial Forest Cover Removal on an Experimental Watershed, Int. Assoc. Sci. Hydrol. Pub. No. 96: 369-389.

Wickt, C.L., 1966, Summary of Forest and Evapotranspiration Session, In Sopper, W.E. and H.W. Lull, Forest Hydrology, Pergamon Press, pp. 491-494.

Wilhm, H.G. 1949, How Long Whould Experimental Watersheds be Calibrated? Trans. AGU 30: 272-278.

Wisler, C.O. and E.F. Brater, 1959, Hydrology, Toppan Company Ltd., Tokyo.

PRADERAS Y SU MANEJO EN RELACION CON EL MANEJO DE CUENCAS

Al ver los pastizales en relación con el recurso hidráulico, es bueno medir la producción de agua potencial de una hectárea de pradera. Comencemos con la relación de que 1,000 litros se pueden contener en un metro cúbico. En una hectárea hay 10,000 metros cuadrados, de modo que en un pastizal que recibe 300 mm. de precipitación anual, la producción de agua potencial es 3 millones de litros anual.

En la pradera, estos 3 millones de litros de agua harán crecer el forraje que necesitan dos vacas para 10 días aproximadamente. En terreno agrícola, esta cantidad de agua producirá un corte de alfalfa. En una ciudad satisfará las necesidades domésticas de un año para 25 personas, determinado por el tamaño de la comunidad en que viven (Kohler, 1955). Kohler declaró también que 1,135 litros de agua se necesitan para producir un barril de cerveza. Nuestros 3 millones de litros de agua, por lo tanto, se pueden emplear para producir 2,500 barriles de cerveza. Todo esto nos hace ver por qué hay tanto interés en el recurso hidráulico de nuestras praderas.

La verdadera producción de agua de una cuenca, sin embargo, es mucho menor que su producción posible; es el

agua que sobra después de la evapotranspiración, del uso del agua para mojar -
el perfil del suelo hasta la capacidad de retención de agua del campo, de la in-
filtración irrecuperable, etc. Es el análisis de esta verdadera producción de -
agua y los factores que la influyen los que nos interesan por ahora.

La producción de agua de una cuenca -
puede aparecer como escurrimiento superficial o flujo del subsuelo. Puesto que
las condiciones de cada una de estas fuentes de producción de agua son muy di-
ferentes, quisiera discutir las separadamente, comenzando primero con la produc-
ción de agua del subsuelo.

Rich (1950) discutió el uso consuntivo -
del agua en las cuencas de la Sierra Ancha y los lisímetros en Arizona y relacio-
nó los rendimientos del agua con la precipitación, la evapotranspiración, la can-
tidad requerida para mojar el perfil del suelo, y su utilización en la humedad del
suelo. Este dispositivo es una versión modificada del que presentó Rich (1950) -
para mostrar el uso de agua y los períodos de exceso en la Sierra Ancha. La can-
tidad de agua requerida para mojar el perfil del suelo en una cuenca depende de -
la consistencia y la profundidad del suelo. Para medir la humedad requerida para
mojar suelos de diferentes consistencias, se presentarán algunas características
típicas de la retención de agua de algunos suelos de diferentes consistencias.

Vamos a suponer una cuenca con una ca-
pa de arena fina con una profundidad mediana de 5 pies y la distribución poten -

cial de evapotranspiración y precipitación como se aprecia en la transparencia.

Se puede ver que la capacidad de retención del agua de un suelo de arena fina es aproximadamente 1.5 pulgadas por cada pie de suelo y el punto de marchitez por este suelo es aproximadamente 0.5 pulgadas por cada pie. El agua requerida para mojar un pie de este suelo desde el punto de marchitez a la capacidad de retención del agua es, por lo tanto, cerca de una pulgada por pie, ó 5 pulgadas para mojar el perfil de suelo de nuestra cuenca.

Como se muestra en la transparencia, comenzando en noviembre, la precipitación media mensual excede la evapotranspiración posible y hay 0.5 pulgadas de humedad disponible para mojar la tierra en noviembre. La precipitación es mayor que las posibles demandas de evapotranspiración durante noviembre, diciembre y enero, y esta precipitación moja el perfil del suelo hasta la capacidad de retención del agua, suponiendo que el perfil entero estaba a punto de marchitez comenzando en noviembre. La pulgada de precipitación, en exceso de evapotranspiración en febrero, es agua de sobra que está disponible para el redimiento del subsuelo.

Hay muchos factores que podrían cambiar este cuadro de rendimiento de agua, y éstos son los factores que nosotros, como manejadores de praderas, tenemos que considerar cuando miramos una cuenca de pradera en términos de la posible producción de agua del subsuelo. Veamos algunos factores que podrían cambiar el rendimiento de agua en nuestra

cuenca del ejemplo: un cambio en la distribución de la precipitación -más precipitación en el verano y menos en el invierno- eliminaría la posibilidad de un rendimiento del agua; una curva más alta de posible evotranspiración de invierno - también eliminaría el rendimiento de agua del subsuelo; un pie extra en la profundidad de tierra en la cuenca, habría utilizado la pulgada extra de humedad para mojar esta tierra, y no habría habido ningún rendimiento de agua; también un cambio de la consistencia del sitio habría cambiado los resultados; un metro de un suelo tipo barro-arcilloso requeriría 15 cm. de agua para mojar el metro del suelo al punto de marchitez a la capacidad de retención del agua del campo; así no habría ningún rendimiento de agua del subsuelo. Hemos supuesto que toda la precipitación se infiltró en el suelo. Cualquier escurrimiento superficial reduciría la cantidad de agua disponible para mojar la tierra a producir algún rendimiento de agua del subsuelo.

La manipulación de la vegetación para aumentar la producción de agua del suelo de una cuenca, es efectiva si al manipular la vegetación, el uso de la humedad en el perfil del suelo, es rebajado para que no se necesite tanta humedad para mojar el perfil, durante la fase de recarga de la humedad del suelo.

El requisito es, entonces, que haya capacidad de conducir la humedad a un punto profundo del suelo. Es entonces necesario cambiar la vegetación que absorbe la humedad profunda por plantas de

raíces menos profundas. Esto permite que una porción del perfil de suelo mantenga la humedad a la capacidad de retención del agua del campo y que no se requiera que se remoje cada año.

La discusión de los verdaderos resultados de investigación, en relación con los principios que acabamos de discutir, es apropiada. Veamos algunos datos de los lisímetros de "Roca de Base" de Sierra Ancha, Arizona.

Los rendimientos de agua desde 1935 hasta 1948 del lisímetro que no ha servido para pastar, tenían un promedio de 4.55 cm. por año. Ochenta y nueve por ciento de esta producción ocurrió en invierno y 91% de ésta fue de subsuelo. Once por ciento del rendimiento ocurrió en el verano y 56% de ésta producción fue flujo del subsuelo.

La descripción de los lisímetros nos da la base para explicar los resultados experimentales. Los lisímetros consisten en tierra, no alterada, de una profundidad de 2 metros. La vegetación es la de una pradera desértica y la precipitación media anual, desde 1935 hasta 1948, fue 45.5 cm. Sesenta y ocho por ciento de ésta fue en el invierno (octubre a mayo) y el otro treinta y dos por ciento ocurrió en el verano. Los 15 cm. superficiales del suelo contenían sesenta y un por ciento de roca de un tamaño mayor de 2 mm. La distribución de la otra partícula del suelo fue 34% de arena, 27% de cieno, y 40% de arcilla.

Debido a que la mayor parte de la preci-

pitación en invierno ocurre cuando la evapotranspiración es baja; el suelo poco profundo tiene una baja capacidad para la retención de agua por pie de suelo, - lo cual explica por qué la producción de agua del subsuelo resultó ser de los - lisímetros. Rich (1950) reportó que la cantidad de agua requerida para mojar - el perfil del suelo de los lisímetros durante el período invernal de recarga de - la humedad del suelo, era de 10 cm. aproximadamente.

Hibbert (1971) ha reportado datos de - la cuenca experimental de Three Bar localizada a ocho millas al Noroeste de la Presa de Roosevelt, en la parte central de Arizona. El control de bretones ar - bustivos después de un fuego en la Cuenca C aumentó el rendimiento de agua, principalmente como flujo del subsuelo, comparado con la cuenca control D - donde la cobertura de arbustos se aumentó después del fuego de cerca de 10% - en 1959 a casi 60% en 1969. La Cuenca C fue sembrada de pasto y bretones - de arbustos de chaparral y controlados a un punto de menos de 10% de cobertu - ra por rociadas químicas durante el período de 1959 a 1969. Para el año hídri - co de julio a junio del año 1968-1969, la Cuenca D breñosa rindió 7.14 cm. de agua y la Cuenca C herbosa rindió 24.61 de agua. Para el período de calibra - ción de 3 años anteriores al fuego accidental, la producción de agua de las dos cuencas fue semejante.

Una descripción de las cuencas ayuda a explicar por qué se obtuvo una mayor producción de agua. El suelo es una - greda Barkerville muy pedregosa, permeable, y los arbustos, tipo chaparral en

las cuencas, echan sus raíces a una profundidad de 6 metros o más dentro de la roca madre granítica fracturada. La precipitación media anual en la estación climática de Three Bar para el período de los años, de 1959 a 1969, fue 65.5 cm. Dos tercios de la precipitación anual ocurre en los meses de noviembre hasta abril y 85% del rendimiento anual de agua se produce en estos meses.

Los datos preliminares de las cuencas de Whitespar, situadas cerca de Prescott, Arizona, prometen aumentar la cantidad y duración de la producción de agua del subsuelo por supresión química de árboles y arbustos a los lados de los cauces (Ingebo, 1971). Estas cuencas tienen suelos superficiales que son gredas finas pedregosas muy porosas, o limos arenosos pedregosos con profundidades de suelo desde 48 a más de 106 cm. La precipitación anual es de 61 cm. aproximadamente, con alrededor de la mitad de ésta en invierno.

Las cuencas de Three Bar tanto como las de Whitespar tienen características de suelos gruesos con un registro bajo de agua para mojar los suelos durante la recarga invernal de la humedad. Ambas reciben bastante precipitación en invierno para anular la posible evapotranspiración en la misma estación y, así, el agua sobrante penetra hondo en el perfil del suelo, para entrar eventualmente en el escurrimiento total del subsuelo, si no están presentes arbustos de raíces profundas que absorban la humedad desde la profundidad del perfil.

Estoy seguro de que la producción de

agua del subsuelo es una cuestión de más factores de los que he presentado, - pero los que hemos considerado aquí son algunos de los más importantes.

Pasemos ahora a considerar el rendimiento de agua como escurrimiento superficial y algunos de los factores que se relacionan con el escurrimiento superficial y la erosión en cuencas de praderas.

El escurrimiento superficial y la erosión, asociados con diferentes condiciones de praderas en los suelos montañosos graníticos de pradera en Idaho, fueron mostrados por Craddock y Pearce (1938). Sus datos medios de estudios de medidas de infiltración mostraron un escurrimiento de solo 0.4% en praderas de hierba de trigo (Agropyron inerme) con cobertura de 35%. Para una pradera deteriorada de cheat-grass (Bromus tectorum) con una cobertura de 25%, el escurrimiento fue 25.5% del agua aplicada. La condición de las praderas con lupino (Lupinus comatus) y needle-grass (Stipa lettermani) con una cobertura de 30% rindió 49.9% de la humedad aplicada como escurrimiento. La etapa anual de mala hierba de praderas deterioradas rindió 60.8% de escurrimiento. La cantidad de suelo erosionado aumentó con un porcentaje aumentado de escurrimiento.

Para una pradera subalpina en la Cuenca Efraín, Utah, con 6.2 cm. de lluvia en una hora, una cuenca de buena condición con 60-75% del suelo cubierto de hojarasca y plantas rindió sólo 2% de la lluvia como escurrimiento. Con una cobertura de suelo regular (37%), 14% de la lluvia fue escurrimiento, y para una cobertura de suelo pobre de 10%, el escurrimiento fue 73% de la lluvia (Noble, 1963).

El manejo del pastizal sí tiene relación con la cobertura por influenciar el escurrimiento, pero también tenemos que reconocer la influencia de la intensidad y la cantidad de las tormentas en la producción del escurrimiento superficial. Los datos colectados de solares en una localidad con vegetación de pradera desértica en la Pradera Experimental de Santa Rita al sur de Tucson, Arizona, muestran esta relación. Usando un análisis estadístico, Ogden y Hawkinson (1970) mostraron que 77% de la variación entre diferentes escurrimientos, se podían explicar por la intensidad y cantidad de las tormentas. Treinta y dos por ciento de la variación fue explicada por la cantidad de tormentas, 25% por la intensidad máxima de 15 minutos, y 20% explicada por los efectos combinados de la intensidad y la cantidad.

La mayor parte de la precipitación en la Cuenca Walnut Gulch cerca de Tombstone, Arizona, viene como intensas tempestades de truenos en el verano, y el escurrimiento en esta cuenca es principalmente escurrimiento superficial. Osborn y Lane (1969) encontraron que, en cuencas de fuentes de unidades pequeñas en la Cuenca Walnut Gulch, 76 a 89% de la variación en el volumen total de escurrimiento de las cuencas pequeñas, fue explicada por la precipitación total recibida.

Renard (1970) ha demostrado el balance de agua en Walnut Gulch según lo visto aquí. De los 30 mm. de precipitación que caen en la cuenca, 5 mm. son escurrimiento local y no se espera mayor rendimiento por escurrimiento del subsuelo.

Para las cuencas de pradera, la intensidad y cantidad de las tormentas juegan un papel dominante en la producción del escurrimiento. ¿Cuál es entonces el papel de la cobertura de plantas en la cuenca? La gráfica muestra la relación que Marston (1952) encontró entre intensidad de tormentas, porcentaje de cobertura, y escurrimiento superficial. Los datos muestran que de 20% de cobertura de suelo resultó menos de 5% de escurrimiento de tormentas para una tormenta de baja intensidad de menos de 3.81 mm. por hora. Para tormentas de 3.81 mm. a 7.62 mm. por hora, el escurrimiento fue aproximadamente 15% con cobertura de 20%; y para tormentas de intensidades de más de 7.62 mm. por hora y 20% de cobertura, el escurrimiento fue alrededor de 30% de la tormenta. Estos datos eran para suelos compactos limo-arenosos en la cuenca de Parrish Creek en el norte de Utah. Cuanto mayor es la intensidad de la tormenta, tanto mayor tiene que ser la cobertura del suelo para reducir el escurrimiento superficial del agua. Un gran problema del aumento de escurrimiento superficial es la carga de sedimento que éste lleva. Marsten (1952) encontró una relación muy estrecha entre el escurrimiento y la erosión del suelo. Con 5% de escurrimiento, la erosión fue menor de .072 M3/hectárea. Con 10% de escurrimiento; la erosión fue cerca de 0.36 M3/hectárea y con 30% de escurrimiento la erosión fue cerca de 4.32 M3/hectárea. Los datos son para 23 tormentas que causaron erosión de solares, en un suelo de una consistencia intermedia, en el Norte de Utah.

La cantidad de cobertura de suelo para reducir el escurrimiento superficial y proteger el suelo de la erosión es también una función de la densidad aparente del suelo. A base de estudios de medidas de infil

tración en una pradera subalpina en la parte central de Utah, se desarrollaron -
 las relaciones de la cobertura del suelo y la densidad aparente del suelo con la -
 erosión: 7.62 mm. de humedad se aplicaron durante 50 minutos en este estudio -
 (U.S. Forest Service, 1959 and Packer, 1961). Esta relación está reproducida en -
 este dispositivo. Cuando la densidad aparente del suelo era de 0.90 g/ml., se -
 requeriría menos de 40% de cobertura para mantener la erosión a menos de 500 -
 lbs/acre, pero para los suelos con una densidad aparente de 1.30 g/ml., casi se -
 requería 80% de cobertura para mantener la erosión a un nivel de menos de 500 -
 lbs/acre.

La cantidad de cobertura requerida para -
 el control del escurrimiento superficial y para reducir la erosión del suelo en una
 cuenca determinada, depende de la intensidad y cantidad de las tormentas espera
 das y la densidad aparente de los suelos en la cuenca. Una cobertura de vegeta -
 ción, sin embargo, es más que simple protección para la superficie del suelo. Da
 tos de los solares de escurrimiento de la Pradera Experimental de Santa Rita, Arizo
 na, (Ogden y Hawkinson, 1970) muestran que la cobertura vegetativa se relaciona
 con el escurrimiento superficial por su influencia en el desarrollo del perfil del -
 suelo.

En junio de 1966, cuarenta solares del -
 tamaño de 1/1000 acres fueron instalados en una pradera desértica. El suelo per
 tenece a la serie de Whitehouse, superficial limo-arenoso grueso y el subsuelo -
 barro-arcilloso espeso de un color rojo oscuro. Seis tratamientos de corte en cin
 co replicaciones se aplicaron a los solares comenzando en 1966. La altura de -

rastrajo de los diversos tratamientos de corte fueron de 12.5 cm., de 7.6 cm., - de 5 cm. y de 3.81 cm. respectivamente.

Se midieron y se correlacionaron muchas características de los solares con el escurrimiento. En 1966 ocho factores explicaron la reducción significativa de las cantidades de cuadros con análisis lineal - de regresión simple. Estas características y sus coeficientes respectivos de de - terminación fueron: alturas totales de la masa principal = .266, profundidad del - horizonte A = .265, masa principal de hierba perenne = .178, porcentaje de arena en el horizonte A = .160, hojarasca = .160, cobertura basal de vegetación anual - .093, cobertura de roca = .165, e inclinación = 0.33. La cobertura y la profundi - dad total de la masa principal del horizonte A fueron correlacionadas con un r^2 de .471, y el porcentaje de arena en el horizonte A correlacionada con la profundidad del horizonte A, con un r^2 de .179. La cobertura y la profundidad del horizonte A eran los factores que explicaban la mayor parte de la variación en el escurrimiento entre los solares para cada escurrimiento.

Cuando analizamos nuestros datos para - el año 1968, obtuvimos correlaciones muy bajas entre la masa principal total de - plantas y el escurrimiento, y entre el escurrimiento superficial y la cobertura to - tal, (plantas vivas, hojarasca, y cobertura de roca de más de 1/4 de pulgada de - diámetro). Estas relaciones para dos tormentas de intensidad y cantidad semejan - tes, una en 1967 y la otra en 1968, son las siguientes: El coeficiente de la deter - minación para la regresión del escurrimiento en cobertura total en 1968 fue sólo - .019. Lo que había pasado era que para 1968 nuestros tratamientos de cortes ha -

bían desordenado la correlación entre cobertura y profundidad del horizonte A. - En 1967 el coeficiente de determinación entre cobertura y profundidad total del horizonte A fue .209. En 1968 el r^2 para una correlación lineal simple entre cobertura y profundidad del horizonte A fue de sólo .018.

Un análisis del escurrimiento total promedio de 2.4 cm. durante el verano de 1968, indicó que la profundidad del horizonte A explicó la mayor parte de la variación de un solar a otro. Cuando este factor fue sacado con una regresión lineal múltiple, ninguna otra característica de los solares fue correlacionada de una manera significativa con el escurrimiento. La relación del escurrimiento a la profundidad del horizonte fue curvilínea, y cuando esta curvilínea fue ajustada por una transformación logarítmica para los datos del escurrimiento, 66% de la variación entre solares se podía explicar por la regresión lineal simple del escurrimiento en la profundidad del horizonte A.

Una superficie arenosa y gruesa funciona en gran parte del suelo como protección contra el impacto de gotas de lluvia cuando la cobertura vegetativa se disminuye y por lo tanto la cobertura vegetativa y la hojarasca no son tan importantes en este sitio como en sitios sin arena gruesa en la superficie. No incluimos esta arena gruesa en la estimación de la cobertura. Lo que observamos es un retraso en los cambios del escurrimiento debidos a cambios de cobertura vegetativa y hojarasca por tratamientos de cortes, porque la deterioración del horizonte A, que se desarrolló bajo la vegetación durante un largo período de tiempo, no se ha deteriorado tan rápido como la cober-

tura. No ha habido ningún efecto de pisoteo asociado con los tratamientos de cortes. Con menos materia orgánica retenida en solares, cortados a menudo para mantener la estructura del horizonte A, la estructura del suelo se va a deteriorar, y eventualmente podemos perder el suelo favorable superficial que se ha desarrollado en el sitio, y que tiene gran influencia en el escurrimiento superficial del agua. Nuestro manejo de praderas tiene que tomar en consideración estas influencias duraderas de la vegetación en la estructura del suelo y el desarrollo del perfil.

Se necesita, entonces, que nosotros como manejadores de praderas, reconozcamos los principios básicos que influyen en el rendimiento del agua de las cuencas. Para el rendimiento de aguas del subsuelo, tenemos que considerar la naturaleza de la precipitación anual, la evapotranspiración potencial, requerimientos de recarga de la humedad del suelo, y la humedad del suelo usada por diferentes clases de vegetación antes de que planeemos manipular la vegetación o esquemas de pastoreo para mejorar el rendimiento del agua del subsuelo.

Cuando consideramos el escurrimiento de agua superficial, la intensidad y cantidad de tormentas juegan el papel dominante en determinar el escurrimiento y la cantidad de cobertura necesaria para controlar el escurrimiento superficial. La tierra erosionada de la cuenca está estrechamente correlacionada con la cantidad de escurrimiento superficial; esto llega a ser de gran importancia al establecer los criterios de manejo para la conservación de la cuenca de pradera. La cobertura de plantas, es también

más que simple protección para la superficie del suelo. Es una parte integrada - del ecosistema bajo el cual se desarrolla el suelo. Especialmente con un suelo espeso, el desarrollo y la buena estructura de la superficie del suelo es, a la - larga, muy importante.

Parece que tenemos que proporcionar la mayor parte del potencial de rendimiento de agua de una cuenca de pradera, al - cultivo de una buena cobertura en la cuenca para proteger el recurso del suelo. - Un objetivo principal para nosotros, como manejadores de praderas, es el mane- jarlas para que esta agua utilizada en la cuenca se aproveche lo más eficiente - mente posible para satisfacer las necesidades de la sociedad ahora y en el futu- ro.

Literature Cited

- Craddock, George W. and C. Kenneth Pearse. 1938. Surface runoff and erosion on granitic mountain soils of Idaho as influenced by range cover, soil, disturbance, slope, and precipitation intensity. U. S. Dep. Agr. Circ. No. 482. 24 p.
- Hibbert, Alden R. 1971. Increases in streamflow after converting chaparral to grass. Water Resources Res. Vol. 7, No. 1, p. 71-80.
- Ingebo, Paul A. 1971. Suppression of channel-side chaparral cover increases streamflow. J. of Soil and Water Conservation, March-April, 1971, p. 79-81.
- Kohler, Karl O. Jr. 1955. Trends in the utilization of water. U.S. Dep. Agr. Yearbook - Water, p. 35-40.
- Marsten, Richard B. 1952. Ground cover requirements for summer storm runoff control on aspen sites in northern Utah. J. of Forestry 50 (4) 303-307.
- Martin, W. P. and L. R. Rich. 1948. Preliminary hydrologic results, 1935-48, "Base Rock" undisturbed soil lysimeters in the grassland type, Arizona. Soil Sci. Soc. of Amer. Proc., Vol. 13, p. 561-567.
- Noble, Edward L. 1963. Sediment reduction through watershed rehabilitation. Paper prepared for the Federal Interagency Sedimentation Conference, Jackson, Mississippi, Jan. 28-31, 29 p.
- Ogden, Phil R. and Richard O. Hawkinson. 1970. Influence of cover, soil and micro-relief on runoff from desert grasslands. Paper presented 23rd. Annual Meeting, Amer. Soc. of Range Manage., Denver, Colorado.

76

Osborn, H. B. and L. Lane. 1969. Precipitation-runoff relations for very small semiarid rangeland watersheds. Water Resources Res.

Vol. 5, No. 2, p. 419-425.

Packer, Paul E. 1961. The effects of grazing on soil erosion, water quality and sedimentation. Proceedings Watershed Management Study Conference, McCall, Idaho, Sept. 11-14, 1961. (U.S. Forest Service Intermountain Region and University of Idaho, College of Forestry Cooperating). 24 p.

Renard, Kenneth G. 1970. The hydrology of semiarid rangeland watersheds. U.S. Dep. Agr., Agr. Res. Ser., ARS 41-162, 26 p.

Rich, L. R. 1950. Consumptive use of water by forest and range vegetation.

Paper presented at April, 1950 Meeting. Irrigation Division, American Soc. of Civil Engineers. 19 p.

U. S. Dep. Agr. 1955. Typical water-holding characteristics of different-textured soils. U.S. Dep. Agr., Agr. Yearbook - Water, p. 120.

U. S. Forest Service. 1959. Watershed Management research. Intermountain For. and Range Expt. Sta. Annual Report, p. 50-52.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS
(DEL 7 DE OCTUBRE AL 8 DE NOVIEMBRE DE 1974)

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

1. ING. JOSE AGUILAR ZAMORA
Calle 3 No. 79
Jardines de Sta. Clara
México, D. F.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Sierra Gorda No. 23
Tecamachalco
México, D. F.
Tel: 5-20-58-17

2. ING. JOSE A. AGUIRRE BALCELLS
Tenis 157-F-302
Col. County Club
México 21, D. F.
Tel: 5-44-80-21

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Sierra Gorda No. 23
Tecamachalco
México, D. F.
Tel: 5-20-58-17

3. ING. JESUS ALBO LARA
Edificio F-51-1
Lomas de Plateros Mixcoac
México 19, D. F.
Tel: 5-93-13-67

DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS
Prolongación Juan Tinoco No. 83-2
Col. Merced Gómez
México 19, D. F.
Tel: 5-78-24-20

4. LIC. VICTOR A. ALMAZAN
Sur 65-A No. 3129 Depto. 13
Col. Viaducto Piedad
México 13, D. F.
Tel: 5-38-21-30

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Ave. Reforma No. 107-2o. Piso
México, D. F.
Tel: 5-66-06-88 Ext. 131

5. SR. ANGEL AVALOS QUINTANILLA
Luis de la Rosa 43-2
Col. Constitución de la
República
México 14, D. F.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Gerencia en el Valle de México
Francisco I. Madero y Rio de
Guadalupe
San Juan de Aragón
México, D. F.
Tel: 5-17-01-25 Ext. 7

6. ING. EDUARDO BEAVEN SALAS
Eridano No. 25
Col. Prados de Coyoacán
México 21, D. F.
Tel: 5-49-89-44

SECRETARIA DE MARINA
Azuela No. 9-7o. Piso
México, D. F.
Tel: 5-12-11-84

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS
(DEL 7 DE OCTUBRE AL 8 DE NOVIEMBRE DE 1974)

| <u>NOMBRE Y DIRECCION</u> | <u>EMPRESA Y DIRECCION</u> |
|--|---|
| 7. ING. RAUL CRESPO FUENTES
Dr. Andrade No.424-205
Col. Doctores
México 7, D. F. | SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
Xola y Av. Universidad
México, D. F.
Tel: 5-19-27-70 |
| 8. ING. HECTOR DEL MAZO GONZALEZ
Fuente del Sol No. 19
Tecamachalco
México, D. F.
Tel: 5-89-24-80 | COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEA-
MIENTO
Blvd. M. Avila Camacho No. 92-A
Naucalpan, México
Tel: 5-76-86-99 |
| 9. GEO. JUDITH DURAN CASILLAS
México, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Sierra Gorda No. 23
México, D. F. |
| 10. LIC. JOSE LUIS ENCISO GONZALEZ
Cereales 96
Col. Progreso
México 13, D. F.
Tel: 5-81-19-77 | DIRECCION DE MANEJO DE CUENDAS
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 107
México, D. F.
Tel: 5-66-06-88 |
| 11. ING. HUMBERTO FALCON HERRERA
Andador 37 Ed. 17 Entrada "C"
No. 305
Acueducto Guadalupe
México 14, D. F. | SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
Xola y Av. Universidad
Departamento de Puentes
México, D. F.
Tel: 5-19-27-70 |
| 12. MA. ELBA GONZALEZ AGUIRRE
México, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 107
México, D. F. |
| 13. ING. MANUEL GONZALEZ LARA
Calle de las Peras
Manzana 123 Lote 44
Fracc. Jardines " Ojo de Agua "
México, D. F. | COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO
NACIONAL
San Antonio Abad No. 124
México, D. F.
Tel: 5-78-62-00 Ext. 172 |
| 14. LIC. JORGE C. HERNANDEZ VAZQUEZ
Oxford No. 24-6
Col. Juárez
México 6, D. F.
Tel: 5-25-64-37 | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 20-1er. P.
México, D. F.
Tel: 5-46-85-65 |

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS
(DEL 7 DE OCTUBRE AL 8 DE NOVIEMBRE DE 1974)

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- | | |
|---|--|
| 15. SR. JOSE LUIS LEYVA CATALAN
Tajín No. 122
Col. Narvarte
México 12, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 107-2o. Piso
México, D. F.
Tel: 5-66-95-70 |
| 16. SR. MARINO MARTINEZ SANDOVAL
Carlos Santana No. 1-B
Col. Moctezuma
México, D. F.
Tel: 5-22-13-87 | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Campamento José L. Favela
San Juan de Aragón
México, D. F. |
| 17. ING. HORACIO NAJERA FRANCO
Atizapan No. 60
Fracc. Vergel de Coyoacán
México, D. F. | COMISION DEL RIO BALSAS (S.R.H.)
Av. Rio Churubusco 650
Col. Iztacalco
México, D. F.
Tel: 5-79-79-00 Ext. 169 |
| 18. ING. SERGIO NOCHEBUENA GONZALEZ
Pino No. 30 Depto. 11
Col. Santa Maria La Ribera
México 4, D. F. | DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS-
DIRECCION DE HIDROLOGIA
Gómez Farias No. 2
México, D. F.
Tel: 5-35-41-20 |
| 19. ING. HECTOR ORLA MARTINEZ DEL CAMPO
Framboyanes No. 13
Jardines de San Mateo
Naucalpan, Edo. de México
Tel: 5-60-45-14 | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE
RIEGO
Paseo de la Reforma No. 51-10o. Piso
México, D. F.
Tel: 5-46-89-74 |
| 20. ROSA MA. T. PEREZ FLORES
Sevilla No. 6 Depto. 1
Col. Juárez
México, D. F.
Tel: 5-14-84-25 | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 107-2o. Piso
México, D. F.
Tel: 5-66-06-88 Ext. 131 |
| 21. ING. SERGIO RAMOS ARAIZA
Ermita Ixtapalapa No. 429
Edif. "K" Depto. 8
Col. Prado Churubusco
México 13, D. F.
Tel: 5-82-61-36 | SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
Xola y Av. Universidad
México, D. F.
Tel: 5-19-27-70 |

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS
(DEL 7 DE OCTUBRE AL 8 DE NOVIEMBRE DE 1974)

| <u>NOMBRE Y DIRECCION</u> | <u>EMPRESA Y DIRECCION</u> |
|---|---|
| 22. CLIM. RAUL RAMOS GALICIA
México, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 107
México, D. F. |
| 23. ING. JOSE G. ROCA VALVERDE
Victoria 110-202
México 1, D. F. | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 107
México, D. F. |
| 24. ING. ROBERTO SOSA CEDILLO
Prol. Moctezuma No. 93
Col. Romero de Terreros
México 21, D. F.
Tel: 5-54-75-85 | INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES
Av. Progreso No. 5
Coyoacán
México 21, D. F.
Tel: 5-54-04-22 Ext. 33 |
| 25. ING. JAIME RUEDA RUBIO
Toluca, México | COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Aldama 100
Toluca, México
Tel: 5-91-80 |
| 26. ING. SALVADOR SANCHEZ S.
Donato Bravo 108
Apatzingán, Mich. | COMISION DELRIO BALSAS-SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Apatzingán, Mich. |
| 27. SR. CANDIDO SANTIAGO RUIZ
México, D. F. | COMISION DELRIO BALSAS-SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Av. Universidad s/n
Cuernavaca, Morelos
Tel: 3-00-65 |
| 28. NORA ELIA THOMAS LOMELI
Sevilla No. 6-1
Col. Juárez
México, D. F.
Tel: 5-14-84-25 | SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Paseo de la Reforma No. 107-2o. Piso
México, D. F.
Tel: 5-66-06-88 Ext. 132 |
| 29. ING. ISAAC VELAZQUEZ MORALES
Isabel la Católica No. 841
México, D. F.
Tel: 5-79-81-64 | COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Blvd. M. Avila Camacho No. 92-A-1o.
Naucalpan, México
Tel: 5-89-24-80 |

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS
(DEL 7 DE OCTUBRE AL 8 DE NOVIEMBRE DE 1974)

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

30. M.V. FRANCISCO VILLAMAR LOPEZ
A. Paniagua No. 44
Col. Moctezuma
México 9, D. F.
Tel: 5-22-69-94

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS
Paseo de la Reforma No. 107-2o. Piso
México, D. F.
Tel: 5-66-95-70

31. ING. ADOLFO I. V. VITAL JATIP
Gabriel Mancera 306-11
Col. del Valle
México 12, D. F.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
Plaza de la República No. 31-8o. Piso
México, D. F.
Tel: 5-66-88-93

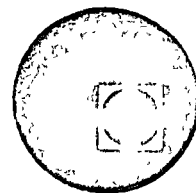
32. ING. JOSE LUIS YAÑEZ FERNANDEZ
1a. Cerrada de Rivero 34
Col. Morelos
México 2, D. F.
Tel: 5-29-06-66

CETENAL-SECRETARIA DE LA PRESIDENCIA
San Antonio Abad 124-4o. Piso
México, D. F.
Tel: 5-78-62-00 Ext. 126



centro de educación continua

facultad de ingeniería, unam



PROFESORES DEL CURSO: MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS
(DEL 23 DE SEPTIEMBRE AL 23 DE OCTUBRE DE 1974).

ING. ALBERTO JAIME GUADIANA
DIRECTOR DE MANEJO DE CUENCAS
DE LA DIR. GRAL. DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION
SRIA. DE RECURSOS HIDRAULICOS
P. DE LA REFORMA # 107-2o. PISO
MEXICO 4, D.F.

LIC. JUAN SOTO ROMERO
JEFE DEL DEPTO. DE
INTEGRACION DE ESTUDIOS
SRIA. DE RECURSOS HIDRAULICOS
P. DE LA REFORMA # 107-2o. PISO
MEXICO 4, D.F.

DR. JOHN L. THAMES E ING. JACK FISCHER

ING. ROBERTO MERINO SANDERS
ASESOR DE INDECO
NUEVO LEON 22-6 PISO
MEXICO, D.F.

ING. ANGEL ROLDAN PARRODI
JEFE DEPTO. DE EJECUCION DE PLANTAS
DIRECCION GRAL. DE USOS DEL AGUA
Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION
DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS
SRIA. DE RECURSOS HIDRAULICOS
P. DE LA REFORMA # 107-2o. PISO
MEXICO 4, D.F.

