

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESTUDIO PARA LA PROTECCION DE LOS RECURSOS SUELO-
AGUA-VEGETACION DE LA SUBCUENCA ARROYO REGADERAS,
D.F., MEDIANTE OBRAS DE CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION SUELOS

P R E S E N T A

MIGUEL A. CARRILLO PARTIDA

GUADALAJARA, JAL. 1984



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Escuela de Agricultura

Expediente
Número1172.....

17 de Julio de 1984

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
MIGUEL ANGEL CARRILLO PARTIDA titulada,
" ESTUDIO PARA LA PROTECCION DE LOS RECURSOS SUELO-AGUA-VEGETACION, DE
LA SUBCUENCA ARROYO REGADERAS, D.F., MEDIANTE OBRAS DE CONSERVACION
DEL SUELO Y AGUA."

Damos nuestra aprobacion para la impresion de la misma.

DIRECTOR.

ING. ROGELIO HUERTA ROSAS

ASESOR.

ING. ARTURO BURIEL BALLESTEROS

ASESOR.

ING. ERNESTO MIRANQUES LAU

hfg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIA

- A MIS PADRES: Mi padre, con respeto y cariño que con sus consejos y apoyo que siempre me -- brindó, he logrado mi formación profesional.
- A la memoria de mi madre, por toda la comprensión que siempre tuvo conmigo;- quien guió mi vida hacia el buen camino. Con mucho cariño, un recuerdo.
- A MIS HERMANOS: Irma Leticia, Patricia, Martha Alicia, Victor Manuel y Juan Gustavo. Por los estímulos recibidos y las vivencias -- compartidas.
- A MIS AMIGOS: Dr. Ricardo García Lagos, Sra. Ma. -- Eugenia Charreton de García L. Por la oportunidad que me brindaron para desarrollarme en el inicio de mi vida profesional.
- Lic. P. Guadalupe Hernández Antonio
Ing. Julián Pérez González
Ing. Raúl Medina Mendoza
Ing. Javier Rentería Gómez

AGRADECIMIENTO

A LA ESCUELA DE AGRICULTURA, EN ESPECIAL A MI ALMA MATER
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

AL ING. M.A. ROGELIO HUERTA ROSAS. POR TODA LA AYUDA Y CON-
SEJOS QUE ME DIO PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO

A LOS ING. ERNESTO MIRAMONTES LAU Y ARTURO CURIEL BALLESTEROS
ASESORES EN ESTE TRABAJO.

A LA SRA. IRMA SOLIS DE MONJARAZ, POR SU TRABAJO MECANOGRAFICO.

C O N T E N I D O

Pág.

INDICE DE FIGURAS, CUADROS, ANEXOS Y TABLAS

RESUMEN

I	INTRODUCCION -----	1
II	ANTECEDENTES -----	5
III	OBJETIVOS -----	8
IV	MATERIALES Y METODOS -----	9
V	DESCRIPCION DEL AREA -----	13
	5.1. Localización del área -----	13
	5.2. Vías de comunicación -----	13
	5.3. Aspectos socioeconómicos -----	15
	5.3.1. Población -----	15
	5.3.2. Servicios públicos -----	16
	5.3.3. Agricultura -----	19
	5.3.4. Ganadería -----	19
	5.4. Geología -----	20
	5.5. Geomorfología -----	21
	5.6. Topografía -----	22
	5.7. Climatología -----	22
	5.7.1. Generalidades -----	22
	5.7.2. Datos meteorológicos -----	24
	5.7.3. Temperatura -----	24
	5.7.4. Precipitación pluvial -----	25
	5.7.5. Clasificación del clima -----	25

5.8.	Hidrografía -----	28
5.9.	Suelos -----	29
5.10	Vegetación -----	32
VI.	PLANO DE DISEÑO DE OBRAS DE CONSERVACION -----	37
6.1.	Obtención del plano de diseño de obra -----	37
6.1.1.	Tinas ciegas -----	37
6.1.2.	Presas de mampostería -----	40
6.1.3.	Presas de piedra acomodada -----	40
6.2.	Diseño y cálculo de las obras -----	43
6.2.1.	Tinas ciegas -----	43
6.2.2.	Presas de mampostería -----	52
6.2.3.	Presas de piedra acomodada -----	55
VII.	PRESUPUESTACION -----	61
7.1.	Tinas ciegas -----	61
7.2.	Presas de mampostería -----	61
7.3.	Presas de piedra acomodada -----	71
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	74
IX.	BIBLIOGRAFIA -----	77

INDICE DE CUADROS, TABLAS, ANEXOS Y FIGURAS

		Página
Figura 1	Localización del área de estudio - - - - -	14
Cuadro 1	Población total por delegaciones - - - - -	15
Cuadro 2	Población total del área de estudio por - - - localidades. - - - - -	16
Cuadro 3	Población económicamente activa del área de estudio por localidades (1980). - - - - -	17
Cuadro 4	Servicios públicos existentes en las locali- dades del área de estudio (1982). - - - - -	18
Cuadro 5	Datos obtenidos de análisis de laboratorio - del perfil. - - - - -	33
Anexo 1	Diseño de la tina ciega - - - - -	38
Anexo 2	Cróquis de zanjas tinajeadas - - - - -	39
Anexo 3	Plano tipo de presa de mampostería - - - - -	41
Anexo 4	Plano tipo de presas filtrantes - - - - -	42
Cuadro 6	Características de la zona de estudio - - - -	43
Cuadro 7	Curva numérica (CN), usada para estimar escu- rrimientos, bajo diferentes complejos suelo- cobertura y manejo. - - - - -	44
Cuadro 8	Grupos hidrológicos de suelos usados por - - S.C.S. - - - - -	46
Cuadro 9	Condición de humedad antecedente como función de la precipitación. - - - - -	47
Cuadro 10	Curvas numéricas (CN), para condiciones, an- tecedentes de humedad del suelo húmeda (III) y seca (I), a partir de las condiciones de - humedad intermedia. - - - - -	48
Cuadro 11	Valores de CN y S para las diferentes zonas - del área de estudio - - - - -	49

Cuadro	12	Cálculo del escurrimiento medio ponderado del área de estudio. - - - - -	51
Cuadro	13	Cálculo del espaciamiento para las tinas ciegas en base al escurrimiento/ha.	51
Tabla	1	Base de la presa (Dimensionamiento de la cortina sin considerar subpresión). - -	53
Tabla	2	Base de la presa (Dimensionamiento <u>consi</u> derando subpresión). - - - - -	54
Cuadro	14	Capacidad del vertedor - - - - -	56
Tabla	3	Coefficiente de seguridad (c) en función de la altura del muro. - - - - -	57
Tabla	4	Valores del coeficiente de fricción (f)	57
Tabla	5	Dimensionamiento para muros de piedra	58

R E S U M E N

En el presente trabajo, se analizan las características actuales de los recursos suelo y agua de la zona del Ajusco, - D.F., así como la problemática que atraviesan actualmente -- estos recursos naturales, debido al uso irracional al que se han visto sometidos por las actividades del hombre, que los han ido deteriorando rápidamente de tal forma que el grado de erosión del suelo actual, es de moderado a severo y los - acuíferos se han abatido alarmantemente en los últimos años.

Se realizaron trabajos de campo, laboratorio y gabinete, para caracterizar correctamente estos recursos y como resultado - de éllo, se propone una serie de prácticas mecánicas y vegetativas que servirán para detener los procesos erosivos actuales; así como, preservar en el futuro estos recursos naturales.

Se presentan el diseño y especificaciones técnicas, así como el costo aproximado de las mismas obras.

Finalmente, se dan una serie de recomendaciones que ayudarán a tener un mejor control de la problemática de esta zona.

I. INTRODUCCION

Como consecuencia de la rápida tasa de crecimiento de la población, es obvio que en esa misma proporción crece la demanda de alimentos básicos que el hombre requiere para su subsistencia.

Igualmente, conforme el país experimenta un marcado desarrollo industrial y se mejoran las tecnologías de transformación, requiere de mejores volúmenes de materias primas de origen vegetal y animal para sus manufacturas y para su elaboración.

Por otra parte, en igual proporción se incrementa el intercambio comercial entre los países; tanto de alimentos, como de materias primas y aumenta la competencia internacional entre las regiones productoras, competencia que se establece y sostiene a base de mayores volúmenes, de bajos precios y de mejor calidad de los productos agropecuarios y forestales obtenidos.

Desafortunadamente, al mismo tiempo que aumentan estas demandas, los recursos básicos que producen o contribuyen a producir los alimentos de la población y las materias primas; como son el suelo, el agua, la flora y la fauna, se vienen deteriorando y destruyendo como resultado de la erosión de los suelos, del mal aprovechamiento de las aguas y del abuso

a que ambos recursos son sometidos por el hombre.

Nuestro país no puede seguir indefinidamente esta tendencia del crecimiento humano de las demandas ni del efecto desfavorable de la continua degradación de sus recursos naturales renovables, sin sufrir gravísimas consecuencias.

Es por éello, que nuestro país tiene que colocarse y mantenerse en lo que se refiere a la producción técnica agropecuaria y forestal, a la altura de las naciones más desarrolladas de la tierra que manejan prudentemente sus recursos.

Factor determinante para lograr dicho propósito, es el aprovechamiento racional a base de rendimientos sostenidos de los bienes básicos naturales de la producción; como son el suelo y el agua, y la aplicación de las técnicas y las prácticas auxiliares, con cuyo concurso se pueda lograr la más alta producción de cosechas a los más bajos costos posibles, sin que éello signifique la degradación o destrucción de tan valiosas fuentes de vida.

La conservación del suelo y el agua, es uno de los aspectos y factores más importantes y trascendentales de las actividades agrícolas, ganadera y forestal. Sin embargo, no ha sido la aplicación de las prácticas conservacionistas propiamente dichas, lo más determinante en dichos programas; sino la necesidad fundamental de crear una conciencia popular especialmente entre los ejidatarios y agricultores.

La finalidad esencial de la conservación del suelo y el agua, consiste en que además del cuidado que ha de darse a ese va lioso patrimonio para manejarlo, se logre la formación de - unidades económicas de aprovechamiento, mediante las cuales se esté en posibilidad de aplicar la técnica más depurada, - y de obtener créditos rurales y oportunos; pues en estas con diciones, las tierras beneficiadas podrán proporcionar en - forma de ingresos y de elementos económicos en general, la comodidad, el bienestar, la salud y la educación que deben constituir la meta mínima para que el hombre de campo alcan ce su mejor nivel de vida.

Por lo tanto, es necesario hacer hincapié en el hecho de que solamente el mejor cuidado de los suelos y el buen aprove-- chamiento de las aguas, podrán asegurar a cualquier centro **de población** campesina la obtención de mejores cosechas, lo mismo de productos alimenticios de consumo directo, que de especies forrajeras para el mejor desarrollo de la ganade-- ría; o de productos industrializables que también aproveche el campesino para su beneficio. Todo é ello, sin que el suelo sufra deterioro ni en su capacidad productiva ni en el con tenido de sus principales elementos constitutivos.

Día a día, la superficie agrícola de México está sujeta a la presión demográfica que demanda mayores volúmenes de cosechas y si los suelos no responden con un incremento proporcional en sus rendimientos, hasta un límite económico factible, --

tendrá que sufrir un colapso económico la región en donde no se haya cuidado debidamente su conservación, y como la experiencia ha demostrado, puede ocurrir la emigración total de sus habitantes.

II. ANTECEDENTES

Antiguamente el Valle de México formaba parte de la Cuenca del Río Amacuzac, pero en el pleistoceno surgió el Sistema Orográfico Chichinautzin-Tlálloc, que formó la Cuenca del Valle de México. Siglos después, ésta fué convertida en una Cuenca Exorréica debido a la construcción de obras de drenaje tendientes a evitar las frecuentes inundaciones que se producían por las corrientes que desembocaban en el Valle.

Durante la Epoca Colonial, éste problema persistió, por lo que fué necesario abrir el Tajo de Nochistongo para drenar los ríos caudalosos del norte del Valle de México.

Posteriormente, hubo necesidad de construir otros drenes -- para evitar las inundaciones causadas por los ríos del oriente, centro y sur de la cuenca, así como por las aguas negras que desembocaban en el Lago de Texcoco. El gran canal de desagüe y el túnel de Tequisquiác, resolvieron parcialmente estos problemas, ya que no sólo desalojaban cuantiosos volúmenes de agua de los lagos, sino que también extraían la del subsuelo. Así dichas obras propiciaron un equilibrio en las condiciones hidrológicas de la cuenca, por lo cual, fué necesario traer agua de otras zonas cercanas a élla, con objeto de satisfacer la demanda del Distrito Federal y su periferia (1)*.

* Véase bibliografía.

El Distrito Federal se abastece de agua con pozos, ubicados una parte de ellos, en el Valle de México y otra en la Cuenca del Alto Lerma. Se estima que la producción de las fuentes operadas por el Distrito Federal es del orden de $29\text{m}^3/\text{seg.}$ y las operadas por el Estado de México, del orden de $8.8\text{m}^3/\text{seg.}$ (2).

La dotación total estimada por habitante es de 360 lts/día, esta dotación podrá variar en un futuro, dependiendo de la concentración industrial y de las acciones para eliminar fugas en la red. Se ha calculado que la recarga natural es del orden de 20 a $25\text{m}^3/\text{seg.}$, mientras que la extracción total es de $50\text{m}^3/\text{seg.}$ (2) .

Esta sobreexplotación de más del 100%, ha causado el hundimiento de la Ciudad de México, trayendo como consecuencia, fracturas en cimentaciones, tuberías, banquetas, etc.

Aunado a estos problemas, la fuerte explosión demográfica existente en la cuenca y la preocupación por satisfacer la demanda de servicios públicos en general, ha causado la explotación irracional de los recursos naturales, tales como el suelo, el agua y la vegetación.

En particular, las subcuencas hidrográficas localizadas en la parte poniente y sur del Valle de México, políticamente pertenecientes al Distrito Federal, representan un problema de diferente magnitud, como lo es el caso de las corrientes

permanentes y temporales que acarrean una gran cantidad de sedimentos en suspensión, produciendo el azolvamiento de -- obras de infraestructura hidráulica y urbana en general, lo cual ha repercutido en la fuerte inversión de recursos económicos que se han destinado para controlar dichos proble-- mas y en particular que año con año son totalmente azolvados.

Los aspectos anteriores, son solo algunos ejemplos de la -- problemática existente en la Cuenca del Valle de México, por lo cual, es importante establecer soluciones prácticas e inmediatas a este problema.

IV. MATERIALES Y METODOS

Los materiales que se utilizaron fueron los siguientes:

- Fotografías aéreas escala 1:30,000 tomadas por DGGTENAL en el año 1980
- Estereoscopio de espejos Wild Sty
- Estereoscopio de bolsillo
- Cartas editadas por DGGTENAL (Topográfica, uso del suelo, uso potencial y edafológico).
- Pantógrafo electrónico
- Nivel de mano
- Brújula
- Cinta métrica
- Clisímetro
- Estadales

METODOLOGIA

Para la realización del presente trabajo, se procedió a recabar toda la información disponible sobre el área de estudio en los aspectos de: Edafología, Geología, Vegetación y Clima.

Como la información recabada carecía de algunos datos de importancia, se procedió a efectuar una descripción del terreno por medio de pares estereoscópicos, es decir, de fotografías -

aéreas que fué posible adquirir en DGGTENAL.

En éllas se delimitó la cuenca y se señalaron las corrientes principales y sus afluentes, así como poblados y vías de acceso, facilitándose el trabajo de campo. Es necesario hacer notar que sí se contará con fotografías a escala más -- grande de 1:10,000 o 1:5,000, el tiempo empleado en la realización de los trabajos se reduciría considerablemente.

Posteriores a la fotointerpretación, se realizaron visitas de reconocimiento en la subcuenca con la finalidad de marcar puntos de control en el terreno y posteriormente en el gabinete se planeó la forma de elaborar el trabajo.

Con base a la información bibliográfica, a 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 construirán las obras para el manejo -- de subcuencas, aprobándose aquéllas que se apegaron básicamente a las condiciones físicas del terreno.

Los criterios a considerar durante el desarrollo del trabajo fueron:

10. Pendiente En este caso particular representa el -- factor más importante, pues de élla dependen de la velocidad de los escurrimientos y -- por lo tanto, el impacto que recibirán --

las obras realizadas al llegar el agua a -
ellas.

- 2o. Consideraciones del cauce. Son las características del --
fondo y las paredes, que influyen en la es-
tabilidad de la obra y su adecuado funciona
miento. Su mejor conocimiento, permite di-
señar las obras en forma más adecuada.
- 3o. Existencia de Bancos de Materiales. Es importante que estén
cercanos a los sitios elegidos para construc
ción de obra, de manera que los costos se re
duzcan por concepto de transporte.
- 4o. Formas de Erosión. Los procesos erosivos que afectan el cau
ce y las vertientes tales como derrumbes, so
cavamiento, etc., que es necesario controlar
para asegurar el mayor control de los cauces.
- 5o. Adecuada Localización de Obras. Elegir aquéllos sitios en
que las obras restablezcan una pendiente mo-
derada al cauce, controlen los azolves, favo
rezcan la infiltración y reduzcan los peli--
gros de grandes avenidas.

Los trabajos de campo significaron la aplicación de estos crite
mos, fué necesario hacer un recorrido por los cauces y lugares

donde se van a construir las obras de conservación, con el -
objeto de llevar un cadenamamiento, con cinta y nivel, que será -
virá de apoyo para localizar en un plano los sitios que se -
iban considerando como adecuados para construir las obras.

V. DESCRIPCION DEL AREA.

5.1. Localización del área. El área de estudio se localiza dentro de la Subcuenca Hidrográfica denominada Arroyo Regaderas, la cual se ubica entre los $19^{\circ}13'$ y $19^{\circ}18'$ de latitud norte y $99^{\circ}11'$ y $99^{\circ}16'$ de longitud oeste - con respecto al Meridiano de Greenwich a una altitud - de 2,975 m.s.n.m.

La Subcuenca tiene como límites al norte, la zona urbana de la Delegación Magdalena Contreras, al sur, el Cerro Pico de Aguila y el Ajusco; al este, la Subcuenca Hidrográfica del Río San Buenaventura y al oeste, - las Subcuencas Hidrográficas del Río Eslava y el Río - Magdalena, teniendo una superficie de 5,440 Has.

La zona de estudio se localiza en la parte este de la Subcuenca, teniendo como coordenadas geográficas $19^{\circ}12'$ y $19^{\circ}15'$ de latitud norte y $99^{\circ}14'$ y $99^{\circ}19'$ de longitud oeste con respecto al Meridiano de Greenwich, (véase - Figura 1) con una altitud de 2,950 m.s.n.m., teniendo - una superficie de 565 Has.

5.2. Vías de comunicación. El acceso al área de estudio puede realizarse por la carretera Federal Libre núm 95 - México-Cuernavaca, en el Km. 25.5 a una distancia de 7 kilómetros del entronque, se llega al poblado de Ajusco, por donde se entronca con la carretera panorámica Pica - cho - Ajusco, la cual tiene 41 kilómetros en el Km. 14

se encuentra el paraje Llano Grande, donde se inicia el circuito alrededor del Ajusco, donde se toma el camino este y un kilómetro adelante, se llega hasta los valles Monte Alegre y Viborillas caso de estudio.

5.3. Aspectos socioeconómicos.

5.3.1. Población. El área de influencia comprende parte de las Delegaciones de Magdalena Contreras y Tlalpan, pertenecientes al Distrito Federal, con una población Delegacional total de 52,079 habitantes CENSO 1980 (Cuadro 1.) .

La población total del área de estudio, se estimó en 53,163 habitantes que representa el 9.8% de la total delegacional. Se calcula una tasa anual de crecimiento promedio de 1.5% (Cuadro 2).

Cuadro 1. Población total por Delegaciones (1970 - 1980).

Delegación	P o b l a c i ó n		
	1 9 7 0	1 9 8 0	% Incremento
Magdalena Contreras	75,429	173,105	129.5
Tlalpan	130,719	368,974	182.2
T o t a l :	206,148	542,079	311.7

FUENTE: IX CENSO GENERAL DE POBLACION 1970.- Dirección General de Estadística, S.I.C. 1973.

X Tabular. Volumen I del Distrito Federal, X CENSO GENERAL DE POBLACION 1980.

La población económicamente activa de la zona, la forman 11,593 personas, mismas que representan el 21.8% del total. El sector que ocupa mayor cantidad de trabajadores es el secundario, con el 27.17% de la población económicamente activa, le siguen el primario, con 10.41% el terciario, con 5.18% y el insuficientemente especificado, con 53.24%; en el cuadro 3, se detalla esta información a nivel de poblados.

- 5.3.2. Servicios públicos. Esta zona cuenta con los siguientes - Servicios Públicos: Centros escolares, de Salud, Oficina de Telégrafos y Correos, Energía eléctrica, Transporte, Mercado, Agua potable y Drenaje; éste último, en forma deficiente, En el cuadro 4, se detalla esta información a nivel de poblados

Cuadro 2. Población total del área de estudio por Localidades - (1970 - 1980).

Localidad	P o b l a c i ó n	
	1 9 7 0	1 9 8 0*
Héroes de Padilla	6,500	14,950
San Nicolás Totolapan	7,110	16,353
Z. Urbana Ejidal de San Nicolás Totolapan	3,845	8,843
Magdalena Petlascalco	1,498	4,224
San Miguel Ajusco	2,062	5,814
Santo Tomás Ajusco	1,056	2,977
T O T A L :	22,071	53,163

* Se estimó en base a datos Censales

FUENTE: IX Censo General de Población 1970. Dirección General de Estadística, S.I.C. 1973 .

Cuadro 3. Población económicamente activa del área de estudio por localidades (1980)*.

LOCALIDADES	SECTORES			INSUFICIENTEMENTE ESPECIFICADO	TOTAL
	PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO		
Héroes de Padierna	315	668	170	2,053	3,206
San Nicolás Totolapan	344	731	186	2,248	3,509
Zona Urbana Ejidal San Nicolás Totolapan	186	395	101	1,215	1,897
Magdalena Petlacaloo	117	214	47	589	967
San Miguel Ajusco	162	295	64	811	1,332
Santo Tomás Ajusco	83	151	33	415	682
TOTAL :	1,207	2,454	601	7,331	11,593

* SE ESTIMO EN BASE A DATOS CENSALES. (IX CENSO GENERAL DE POBLACION 1970. DIRECCION GENERAL -
DE ESTADISTICA S.I.C. 1973) .

Cuadro 4. Servicios Públicos existentes en las Localidades del área de Estudio (1982).

	CENTROS ESCOLARES *	ENERGIA ELECTRICA.	CENTRO DE SALUD	AGUA POTABLE	DRENAJE	TELEFONO	CORREOS	MERCADO	TRANSPORTE
Héroes de Padierna	2	X	X	X	X	X	X	X	X
San Nicolás Totolapan	1	X	X	X	X	X	X	X	X
Z. Urbana Ejidal San Nicolás Totolapan	1	X	X	X	X		X		X
Magdalena Petlacalco		X		X	X		X		X
San Miguel Ajusco	2	X	X	X	X	X	X	X	X
Santo Tomás Ajusco	1	X		X	X		X		X

X Significa que si cuenta con el servicio

* Se observan los siguientes casos.

1 Sólo cuenta con Pre-primaria y Primaria

2 Además de Pre-primaria y Primaria cuentan con instrucción Secundaria.

FUENTE: Investigación directa

IX CENSO GENERAL DE POBLACION 1970. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICAS S.I.C. MEXICO, 1973.

5.3.3. Agricultura. La Agricultura se desarrolla en condiciones poco favorables, ya que gran parte se encuentra en zonas montañosas. Siendo los principales cultivos, maíz, avena y chícharo, generalmente se siembran en terrenos de topografía accidentada.

El cultivo de mayor importancia es el maíz de temporal, - llevándose a efecto la preparación de los suelos en los meses de abril y mayo, la cual consiste en dar un Barbecho y Paso de Rastra. Los rendimientos que se obtienen son muy bajos, debido a que los suelos son poco fértiles. y no se utilizan fertilizantes.

5.3.4. Ganadería. Los principales factores que restringen el desarrollo intensivo y racional de las explotaciones pecuarias son el uso indiscriminado de los Recursos Naturales, principalmente de suelos y vegetación, ya que no existen prácticas adecuadas de conservación y manejo de suelos, - lo que trae como consecuencia una escasez de forrajes que son necesarios para el óptimo desarrollo de esta actividad.

Las principales explotaciones ganaderas existentes en la zona de estudio, son la ovina y bovina. Dadas las condiciones ecológicas del área, el ganado ovino es el más - - apropiado para su mejor explotación y está dirigido principalmente a la producción de materias primas.

El pastoreo es el de mayor intensidad debido a que además del hato bovino, se pastorean otras especies animales, -

lo que trae como consecuencia un sobrepastoreo. La mayoría de la población ganadera, se alimenta principalmente de los pastos nativos que prosperan en la región, esta sobrecarga animal ha ocasionado cambios en su ecología, provocando la erosión de los suelos.

El ganado bovino es explotado en menor escala, pero no deja de tener su importancia; ya que de ellos se obtiene la leche y carne necesaria para la alimentación de la población de esta zona, los recursos alimenticios a los que recurre el ganadero para el sostenimiento de sus animales son: el rastrojo, ensilado de maíz y el pasto.

5.4. Geología. La montaña del Ajusco, constituye uno de los aparatos plutónicos más antiguos dentro de la cadena neovolcánica de México. (3) .

Es bien conocido en geología que las erupciones volcánicas suelen ocurrir por fracturas, como en la Cuenca de México la mayoría de los depósitos son de origen volcánico y todas las eminencias están formadas por volcanes individuales o por complejos formados por la superposición de productos de varios volcanes, de uno o de distinta época geológica, es claro que deban existir fracturas y fallas en número extraordinario, aunque éstos en una parte están cubiertos ya que los mismos productos volcánicos los van ocultando sucesivamente. (4) .

La línea de fracturamiento clarion rige el vulcanismo en el sur de la cuenca de México. Esta línea, se extiende desde las Islas

Revillagigedo en el Océano Pacífico, hasta el grupo volcánico de los Tuxtlas en Veracruz, su actividad data probablemente desde el Terciario superior, extendiéndose como máximo rigor a través del Cuaternario hasta nuestros días. Parece que la línea Clarion comenzó a manifestarse en el Plioceno superior, pues no se conocen erupciones volcánicas de mayor edad que hubieran sido causadas -- por sus movimientos. Las primeras manifestaciones volcánicas de la fractura clarion, fueron avalanchas ardientes de composición andesítica que formaron los depósitos del Tepozteco. Posteriormente, aparecieron los volcanes del Ajusco y aquéllos conos cuyos restos constituyen los pies del Ixtlacihuatl (4).

Aguilera y Ordoñez 1895 (5), reportan la Sierra de las Cruces y el Ajusco, constituido del grupo de rocas andesíticas en sus diversas variedades y los productos tobosos, brechiformes y detricos, que les están asociados en casi todos los lugares en donde se han hecho aparición.

Se encuentran en la zona andesitas de anfíbola (6), andesitas horblendidas (7), andesitas de piroxinas (8).

- 5.5. Geomorfología. El área de estudio se localiza en la porción sur de la provincia fisiográfica denominada Faja Volcánica Transmexicana (9).

La mayor parte de la zona presenta áreas de relieve abrupta y ondulada, las cuales forman lomeríos y sierras. En menor proporción existen zonas ligeramente planas que dan origen a pequeñas planicies y valles.

Las unidades geomorfológicas más importantes son la sierra de Ajusco y el cerro Pico del Aguila, las cuales se localizan en la parte sureste de la zona de estudio.

- 5.6. Topografía. La topografía en general, presenta un relieve que va desde ligeramente ondulado a fuertemente ondulado, con pendientes muy fuertes y variables, dentro de las cuales se pueden definir tres rangos que son de 0-15, 15-25 y mayor de 25%. (ver plano topográfico sig. página).

Debido a las fuertes pendientes y al tipo de suelo existente, presenta un fuerte grado de erosión, dominando la de tipo moderado a severa; predominando la forma de erosión por cárcavas en la mayor parte del área (10).

Las pequeñas depresiones en algunas áreas, permanecen inundadas durante la época de lluvias.

5.7. Climatología

- 5.7.1. Generalidades. Para el análisis e interpretación del clima, se tomaron los datos de la estación climatológica del Ajusco (pueblo) D.F., los cuales abarcan un período de observación de 20 años (1961 - 1981), considerados representativos de acuerdo a la cercanía y ubicación que guarda la estación con respecto al área estudiada (11).

5.7.2. Datos meteorológicos. Los datos meteorológicos registrados fueron los siguientes:

- Temperatura media anual ----- 11.6°C
- Temperatura media del mes más cálido -- 13.7°C
- Temperatura media del mes más frío ---- 9.2°C
- Oscilación térmica anual ----- 4.5°C
- Evaporación media anual -----1,360.0 mm
- Temperatura máxima extrema ----- 29.0°C (06-04-1975)
- Temperatura mínima extrema ----- -6.0°C (27-01-1965)
- Precipitación media anual -----1,232.2 mm
- Precipitación año más seco ----- 562.5 mm (1963)
- Precipitación año más húmedo ----- 1,448.0 mm (1967)
- Precipitación máxima en 24 horas --- 96.0 mm (3-19-05-72/80)

5.7.3. Temperatura. La temperatura media anual es de 11.6°C., teniendo una oscilación térmica anual de 4.5°C., ya que la temperatura media más baja fué en el mes de enero con 9.2°C. y la temperatura media más alta en el mes de mayo con - - - 13.7°C.

La temperatura máxima extrema durante el período de observación ocurrió el 6 de abril de 1975, teniendo un valor de -- 29°C., en cambio, la temperatura mínima extrema se presentó el 27 de enero de 1965 con -6.0°C.

5.7.4. Precipitación pluvial. La precipitación media anual es de - - - 1,132.2 mm. siendo el período húmedo de mayo a octubre y el período seco de noviembre a abril.

PERIODO HUMEDO			PERIODO SECO		
MES	PRECIPITACION EN CMS.	%	MES	PRECIPITACION EN CMS.	%
MAYO	8.93	7.9	NOV.	1.27	1.1
JUNIO	19.50	17.2	DIC.	1.01	0.9
JULIO	21.90	19.3	ENERO	2.07	1.8
AGOSTO	23.22	20.5	FEB.	1.14	1.0
SEPT.	20.50	18.1	MARZO	1.32	1.2
OCT.	8.37	7.4	ABRIL	3.99	3.5
T O T A L:	102.42	90.4	T O T A L:	10.80	9.5

	PRECIPITACION EN CMS.	%
PERIODO HUMEDO	102.4	90.4
PERIODO SECO	10.8	9.5
T O T A L :	113.2	99.9

5.7.5. Clasificación del clima. La clasificación del clima se realizó en base al segundo sistema del Dr. C. W. Thornthwaite, resultando ser:

<u>Clave</u>	<u>Denominación</u>
PB	Muy húmedo
HA	Pequeña deficiencia
TE	Semifrío
VA	Más baja concentración de calor en verano que el correspondiente al normal.

Véase: clasificación del clima y climograma

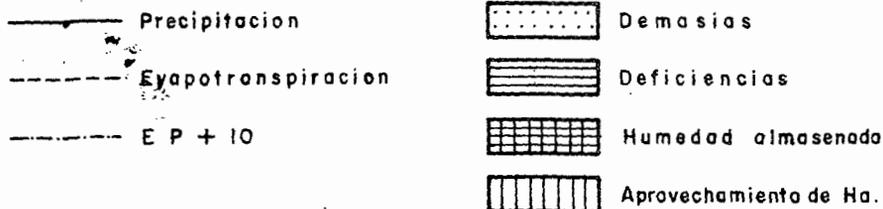
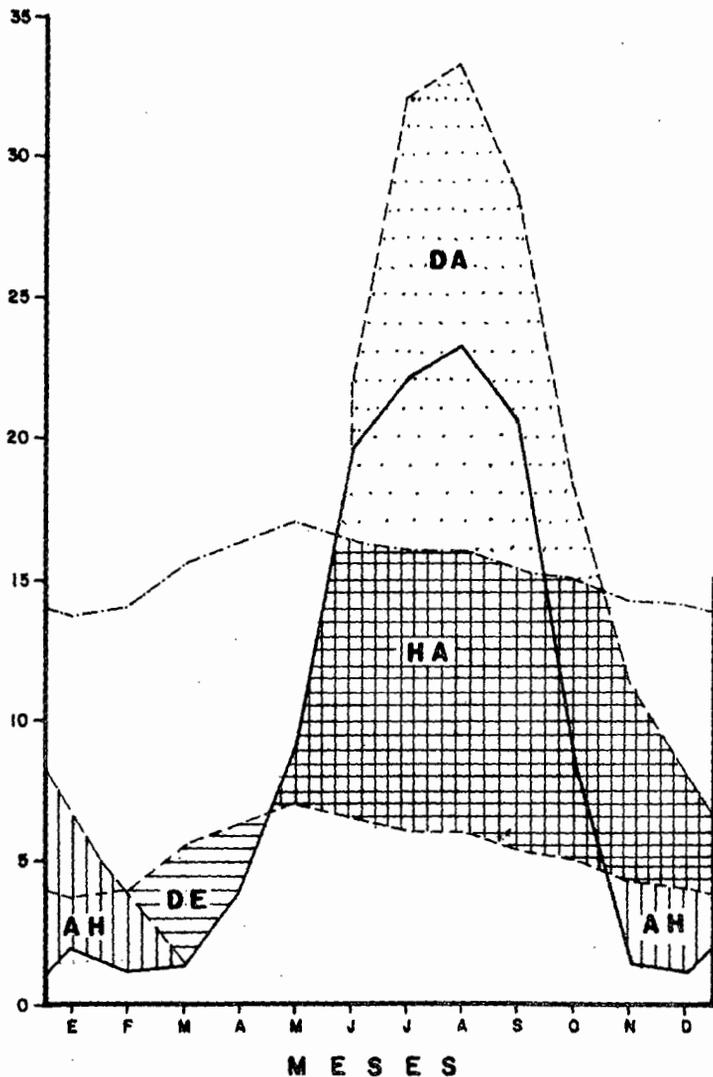
CLIMOGRAMA SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITE

Estación: AJUSCO, D.F.

PER. 1961-1981 20 años

LAT: 19° 13'

LONG: 99° 12'



CLASIFICACION DEL CLIMA — SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITTE

ESTACION: AJUSCO PERIODO DE OBSERVACION: 1961 - 1981

LOCALIZACION: { ESTADO: DISTRITO FEDERAL POBLACION y MUNICIPIO: AJUSCO
 LATITUD: 19°13' LONGITUD: 99°12' ALTITUD: 2,975 m.s.n.m

CONCEPTO	M E S E S												VALOR MEDIO ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
TEMP. MEDIA (TE)	9.2	10.3	12.0	13.2	13.7	12.9	11.8	12.2	11.8	11.4	10.4	9.8	TEA= 11.6
PRECIP. MEDIA (PR)	2.07	1.14	1.32	3.99	8.93	19.50	21.90	23.22	20.50	8.37	1.27	1.01	PRA= 113.22
INDICE DE CALOR (ICM)	2.52	2.99	3.76	4.35	4.60	4.20	3.67	3.86	3.67	3.48	3.03	2.77	ICA= 42.9
EVAPOTRANS. SIN. CORR.(EV)	3.91	4.47	5.34	5.98	6.24	5.82	5.24	5.45	5.24	5.03	4.52	4.21	
FACTOR DE CORR. (FC)	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	1.00	0.93	0.95	
EVAPOTRANS. POT. CORR.(EP)	3.71	4.02	5.50	6.28	7.05	6.40	5.97	6.00	5.34	5.03	4.20	4.00	EPA= 63.5
MOV. DE HUM. (MH)	-1.64	2.44	0.00	0.00	1.88	8.12	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.93	-2.99	
HUM. ALMAC. (AH)	2.44	0.00	0.00	0.00	1.88	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	7.07	4.08	
DEMASIA DE A. (DA)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.98	15.93	17.22	15.16	3.34	0.00	0.00	DAA= 56.63
DEFIC. DE A. (DE)	0.00	0.44	4.18	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	DEA= 6.91
EVAPOTRANS. REAL (ER)	3.71	3.58	1.32	3.99	7.05	6.40	5.97	6.00	5.34	5.03	4.20	4.00	
ESCURRIMIENTO (ES)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	9.21	12.59	11.89	5.46	0.00	0.00	
RELACION PLUVIAL (RP)	-0.44	-0.12	-0.76	-0.36	-0.27	2.05	2.67	2.87	2.84	0.66	-0.70	-0.75	

INDICE DE HUMEDAD. (IH) = 89.18
 INDICE DE ARIDEZ. (IA) = 10.98

INDICE PLUVIAL. (IP) = 82.65
 CONCENTRACION TERMICA. (CT) = 31.07

F O R M U L A

CONCEPTO:	CLAVE:	DESCRIPCION:
Categoría de Humedad. —	FB:	MUY HUMEDO
Regimen de Humedad. —	HA	POCUEÑA DEFICIENCIA
Categoría de Temperatura. —	TF	SEMIFRIO
Regimen de Temperatura. —	VA	MAS BAJO

5.8. Hidrografía. El área de estudio se localiza en la región hidrológica No. 26 denominada Pánuco. La cual se extiende del centro al norte y comprende el Valle de México. Esta parte alta de la región del Río Pánuco, pertenece a la Cuenca del Río Moctezuma, éste se forma agua abajo de esta área con la alimentación de un sin número de afluentes algunos de los cuales se originan en este sector (12).

El Sistema Hidrográfico está constituido por los arroyos Viborillas y Regaderas, que nacen a la altura de los cerros Tres Cruces y del Triángulo en los límites del Estado de México y Distrito Federal, inician su recorrido a través de fuertes pendientes que van disminuyendo gradualmente aguas abajo.

Dichas corrientes son de carácter intermitente, debido a que llevan agua la mayor parte del tiempo, pero principalmente en época de lluvias, su aportación cesa -- cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce y permanentes aquéllas que contienen agua - todo el tiempo, ya que en época de estiaje es abastecida por las aguas freáticas y el nivel de éstas, permanece por arriba del fondo del cauce (13).

La enorme cantidad de sedimentos que son arrastrados por las corrientes que atraviesan dicha zona, ocasiona una reducción considerable en la vida útil de las es-

estructuras hidráulicas situadas en la parte baja de la misma, con el consiguiente aumento de los gastos de operación, debido a los desazolves continuos que hay que verificar en los cauces de las corrientes y canales.

Dichos arrastres, son originados por el gran descuido que existe en las cuencas de captación en las cuales la erosión ha hecho fuertes estragos, pues habiéndose destruido por la mano del hombre, la capa vegetal protectora de los suelos, los escurrimientos superficiales no son controlados; por consiguiente, es absolutamente necesario como primer paso en la protección de la zona de que se trata, procurar restar velocidad a los escurrimientos superficiales haciendo que éstos se deslicen mansamente aguas abajo.

- 5.9. SUELOS. Al efectuar la revisión de la información -- disponible sobre los suelos de la zona, se encontró que no existe hasta la fecha un estudio formal que hable sobre las características de los suelos que presentan en el área de estudio y sólo se cuenta con la carta edafológica de la Dirección General de Geografía de Estudios del Territorio Nacional (DGSTENAL), a escala 1:50,000 en la cual se señala que los suelos dominantés son Andosoles, los cuales se definen como "Suelos cuya fracción activa mineral está constituida predominantemente por materiales amorfos (mínimo 50%). -

Estos suelos tienen un horizonte "A" obscuro, friable, relativamente grueso, posee un contenido alto de materia orgánica, densidad aparente baja y poca pegajosidad. Pueden tener un horizonte "B", sin mostrar cantidades significativas de arcilla iluvial, se encuentran bajo condiciones húmedas y subhúmedas.

En la zona de estudio, estos suelos se han desarrollado a partir de la intemperización de rocas ígneas, entre las que sobresalen andesitas, basaltos y riolitas, así como de la meteorización de cenizas volcánicas -- que se encuentran ampliamente distribuidas en la zona y que proceden seguramente de los volcanes Xitle y Ajusco.

Las observaciones realizadas tanto en campo, laboratorio, como en gabinete, permitieron determinar las siguientes características de estos suelos:

- **Morfología.**- Presentan un perfil con los horizontes A, AC y C, sin subhorizontes definidos. El horizonte "A" es de color pardo grisáceo muy obscuro con estructura granular y/o masiva. El horizonte de transición AC, presenta un color pardo grisáceo obscuro con estructura también masiva. El horizonte "C", es de un color pardo grisáceo y textura masiva.
- **Propiedades físicas.**- La porosidad total es alta y el tamaño de los poros es grande, debido a la textura de

migajón arenoso que presentan. La densidad aparente, es baja en todo el perfil presentando un rango de 0.74 hasta 0.88 grs/c.c.

La textura es gruesa de migajón arenoso en la totalidad del perfil. La dispersión de la arcilla es difícil, debido a la presencia de coloides amorfos en el suelo, los cuales tienen un punto isoeléctrico más -- alto que el usual en minerales cristalinos.

Tienen baja adhesividad cuando están mojados y una tendencia a hincharse y a contraerse al secarse. Presentan alta conductividad hidráulica y alta permeabilidad. El drenaje tanto superficial como interno es de rápido a excesivo.

- Propiedades químicas.- El pH de estos suelos, está cercano a la neutralidad con valores que oscilan de 6.5 en el horizonte superficial, hasta 7.02 en la profundidad de 30-70 cms. Estos valores neutros, se deben fundamentalmente a la alta cantidad de materia orgánica, la que ejerce una acción amortiguadora y a los -- gales amorfos que también tienen una fuerte capacidad amortiguadora en la región de su punto isoeléctrico. -
- Los contenidos de materia orgánica varían de 7.66 % -- que se presenta en el horizonte superficial hasta 2.00% en la parte baja del perfil.

Estos suelos tradicionalmente presentan deficiencias -

de fósforo para los cultivos, debido a que tienen una alta fijación de este elemento por la fracción activa de los geles amorfos; mientras menor es el pH y mayor la acidez cambiante, la deficiencia de fósforo soluble se incrementa. También son capaces de fijar otros aniones similares como molibdatos.

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 18.05 meq/100 grs. de suelo en el horizonte superficial hasta 29.5 meq/100 grs. en la parte intermedia del perfil.

La mayor parte de los suelos de la zona, están dedicados a la explotación forestal y pastizales y sólo una pequeña parte de ellos se utilizan para la explotación agrícola, con rendimientos que van de regulares hasta malos, debido casi seguramente a las características anteriormente descritas. En el cuadro 5, se presentan los resultados biofísicoquímicos de uno de los perfiles realizados.

- 5.10. Vegetación. Es de primordial importancia ya que constituye -- uno de los factores de formación de suelos, protege a éstos contra la erosión y además regula el ciclo hidrológico. Dada la importancia que tiene en el equilibrio ecológico de una población, es indispensable -- llevar a cabo programas sobre su manejo y conservación e impedir que las tierras con aptitud para la explotación silvícola se usen en actividades agrícolas o ---

CUADRO No. 5. DATOS OBTENIDOS DE ANALISIS DE LABORATORIO DEL PERFIL, ALTITUD: 2,750 m.s.n.m.
ROCA: ANDESITA VEGETACION: GRAMINEAS.

HORIZONTE	PROF. CMS.	C O L O R		D.A.	D.R.	%	%	%	TEXTURA	pH 1:2.5		%	C.I.C.T. Meq/100g	ALO- FANO	Ca.	mg. Meq/100g
		SECO	HUMEDO							H2O	KCL					
A	0-30	10YR 3/2 Pardo gris muy oscuro	10YR 3/2 Pardo muy oscuro	0.88	2.54	56.8	32.6	10.6	Migajón arenoso	6.50	5.40	7.66	18.5	****	0.113	0.030
AC	30-70	10YR 4/2 Pardo gris muy oscuro	10YR 3/2 Pardo gris muy oscuro	0.87	2.06	54.2	33.0	12.8	Migajón arenoso	7.02	5.82	4.98	29.05	****	0.143	0.040
C	70-80	2.5YR 5/2 - Pardo gris	10YR 3/2 Pardo gris muy oscuro	0.74	2.08	52.8	36.2	11.0	Migajón arenoso	2.0	6.05	3.15	20.19	****	0.092	0.065

**** : MUY ALTO CONTENIDO DE ALOFANO

pecuarias. Asimismo, es conveniente manejarla adecuadamente en las cuencas hidrológicas con objeto de establecer un equilibrio entre el escurrimiento, infiltración y la evapotranspiración.

Específicamente en nuestra zona de estudio, dadas sus características geográficas, en el pasado se reflejó una distribución vegetal primaria de bosques de coníferas (de los géneros Pinus y Abies y una gran cubierta de pastizales).

Pero en la actualidad, estas especies forestales y los pastizales, han sido explotados irracionalmente por el hombre, tanto por la tala indiscriminada, como por el sobrepastoreo. Esto aunado a las fuertes pendientes y a las fuertes precipitaciones que se presentan, han provocado una serie de efectos muy perjudiciales como son: la formación de cárcavas, arrastre de sedimentos que trae como consecuencia azolves del drenaje, poca infiltración y gran escurrimiento superficial.

Las condiciones hidrológicas que se tienen en la zona de estudio, son malas en cuanto a áreas boscosas, es decir con una cobertura vegetal menor al 50%, con árboles dispersos y fuertemente pastoreados sin crecimiento rastrero. En cuanto a pastizales, se determinó de acuerdo con observaciones en el campo una condición hidrológica regular, la cual indica una cobertura vegetal entre 50 y 75%.

La zona de estudio está desforestada aproximadamente en un 70%, quedando pequeños relictos de los cuales se han podido diferenciar las siguientes comunidades:

Bosque de Pino.- Este tipo de vegetación, se caracteriza por encontrarse formando cubiertas vegetales abiertas, su altura varía de 8 a 15 mts. y en el estrato herbáceo suelen dominar las gramíneas. Se presenta en altitudes que varían de 2,500 a 3,200 mts., en terrenos con fuertes pendientes con una precipitación anual que fluctúa entre los 800 y 1000 mm. Las especies más comunes en este bosque son: *Pinus rudis*, *Pinus Leio-phylla*, *Pinus teocote*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus ayacahuite*. (14).

Bosque de encino.- La principal característica de esta vegetación es que constituye bosques deciduos, aún cuando tiran sus hojas por un corto período.

Este tipo de bosque está ligado ecológicamente con el pino, ya que exigen condiciones semejantes al medio ambiente y a menudo se mezclan entre sí. Se localiza entre los 2,400 y 3,000 mts. de altitud en donde la precipitación media varía de los 700 a 1000 mm. Entre las principales especies están las siguientes: *Quercus rugosa*, *Quercus crassipes*, *Quercus mexicana* y *Quercus barbinervis*. (14).

Bosque de Oyamel.- Se caracteriza por formar una

cubierta vegetal densa de especies con individuos que miden entre 20 y 30 mts. de altura. Este bosque se localiza a una altitud que va de 2,560 a 3,600 mts. o sea en las partes más montañosas, sobre las laderas y en terrenos con pendientes que fluctúan entre 15 y 70%, con una precipitación media anual de 1000 mm. Las principales especies arbóreas que se encuentran son: - -
Abies religiosa, Quercus rugosa y Quercus barbinervis.
(14).

VI. PLANO DE DISEÑO DE OBRAS DE CONSERVACION

6.1. Obtención del plano de diseño de obra.

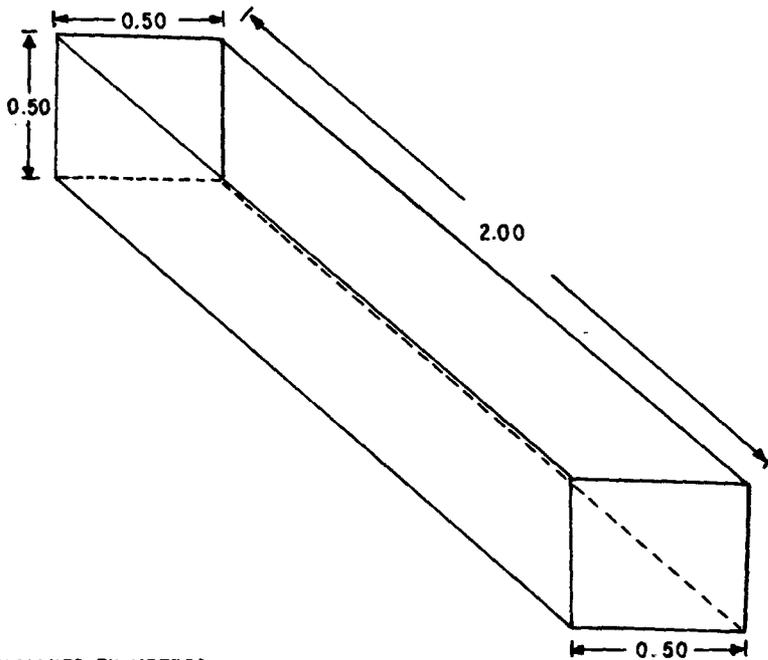
De acuerdo con la información obtenida en el presente estudio, se procedió a realizar un análisis de las prácticas de conservación que recomienda la técnica para terrenos agrícolas, así como de las áreas dedicadas a otro uso. Para ésto, se consideraron todas las características que prevalecían en la zona estudiada.

A continuación se analizan las prácticas que se van a realizar:

6.1.1. Tinas ciegas.- Son zanjas rectangulares que están formadas por una excavación de 2.00 metros de largo, por 0.50 m. de ancho y 0.50 m. de profundidad (ver anexo 1), debiéndose colocar el material extraído aguas abajo de la excavación (ver croquis del anexo 2).

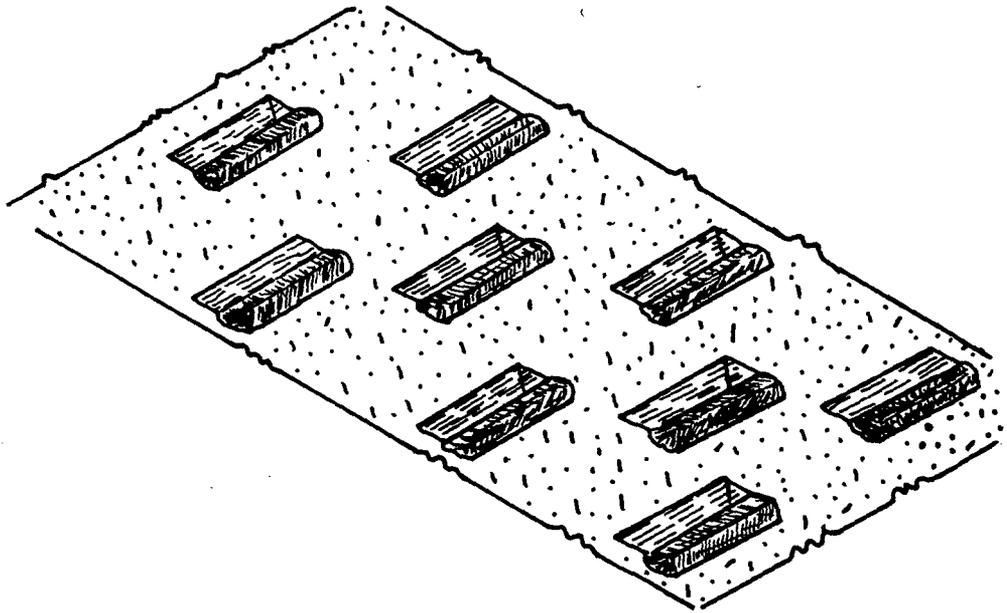
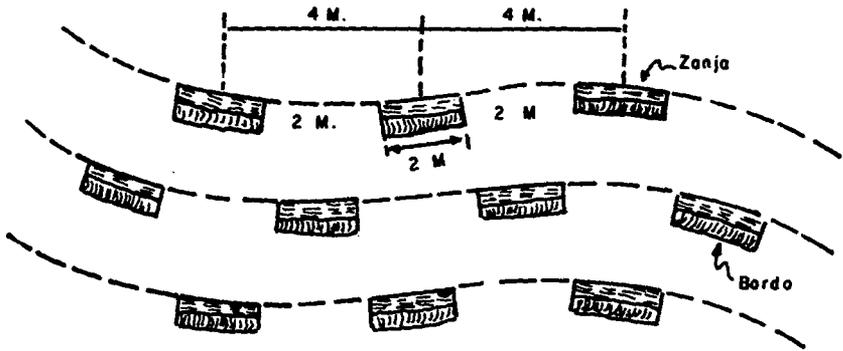
Estas tinas tienen como función evitar el arrastre de los suelos, impedir el desplazamiento violento de los escurrimientos superficiales, favoreciendo la infiltración de las aguas de lluvia, con lo cual se aumenta la riqueza de los mantos freáticos y nos ayuda a fomentar el desarrollo de la vegetación nativa.

Con esta obra, se pretende captar aproximadamente el 44 % de los escurrimientos superficiales.



ACOTACIONES EN METROS

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.	
ESCUELA DE AGRICULTURA	
DISEÑO DE LA TINA CIEGA	
TESIS PROFESIONAL DE: MIGUEL A. CARRILLO PARTIDA	
MEXICO D., F. 1904	ANEXO I



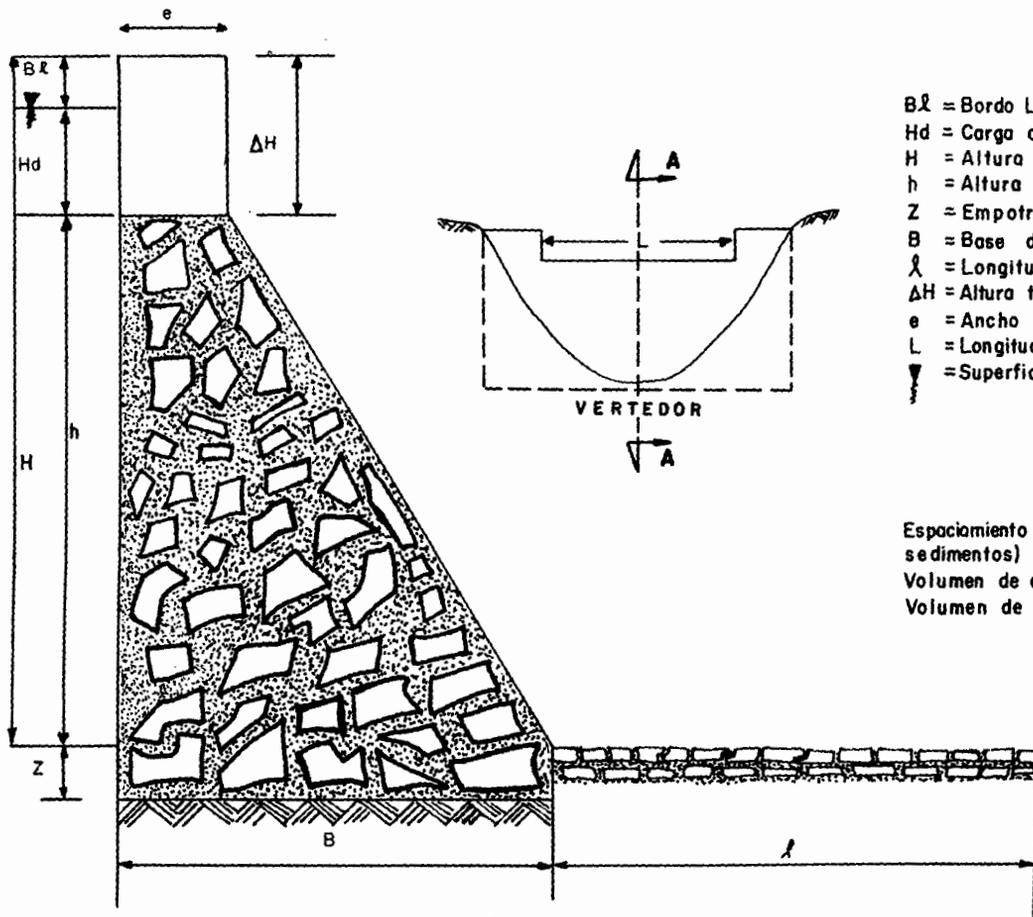
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.	
ESCUELA DE AGRICULTURA	
CROQUIS DE ZANJAS TINAJEADAS	
TESIS PROFESIONAL DE: MIGUEL A. CARRILLO PARTIDA	
MEXICO D.F. 1984	ANEXO 2

6.1.2. Presas de mampostería.- Se construirán en los lugares - donde se tenga la facilidad de conseguir piedra de buena calidad y donde las vías de acceso permitan el acarreo - de todos los materiales necesarios para su construcción especialmente de cemento, agua y arena, tendrán preferencia estos muros sobre los de piedra acomodada; ya que su vida útil es más larga, se evitan problemas tales como: la destrucción y robo de la piedra, es impermeable por - lo que, cumple con doble función la de retención de azolves y almacenamiento del agua (ver anexo 3).

Por otra parte, el tener dimensiones más reducidas, su - costo no se eleva grandemente a pesar de que los precios unitarios son más altos.

Al igual que en las presas de piedra acomodada, para su localización no se siguió algún criterio de espaciamento fijo sino que se buscaron los lugares óptimos para - su construcción.

6.1.3. Presas de piedra acomodada.- La piedra es un material - magnífico para la construcción de presas de control de - azolves y debe usarse siempre que se tenga a la mano. -- (ver anexo 4). Por la profundidad de las cárcavas menor de 4 metros y por el área de escurrimiento mayor de - - 100 Has., la única función de nuestras presas en el control de cárcavas, será la de contención de los azolves y la disminución de la energía cinética.



CORTE A-A

SIMBOLOGIA

- $B\lambda$ = Bordo Libre = _____ M.
- H_d = Carga de diseño sobre el vertedor = _____ M.
- H = Altura total de la presa = _____ M.
- h = Altura efectiva de la presa = _____ M.
- Z = Empotramiento = _____ M.
- B = Base de la presa = _____ M.
- λ = Longitud zampedo = _____ M.
- ΔH = Altura total sobre el vertedor = _____ M.
- e = Ancho de corona = _____ M.
- L = Longitud del vertedor = _____ M.
- = Superficie libre del agua

DATOS DE PROYECTO

- Espaciamiento entre presa, (considerar la pendiente de sedimentos) = _____ M.
- Volumen de excavacion estimado total = _____ M.
- Volumen de piedra estimado = _____ M.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

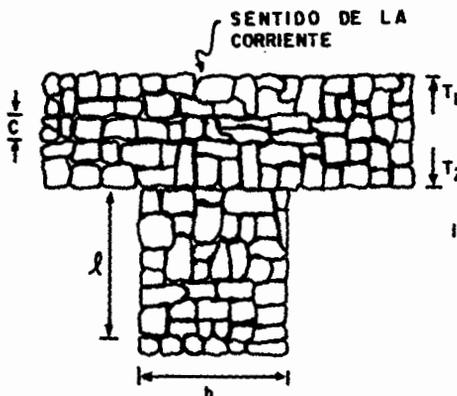
ESCUELA DE AGRICULTURA

PLANO TIPO DE PRESA DE MAMPOSTERIA

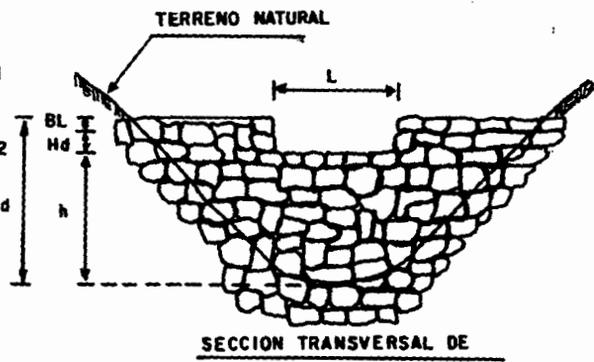
TESIS PROFESIONAL DE:
MIGUEL A. CARRILLO PARTIDA

MEXICO D. F. 1984

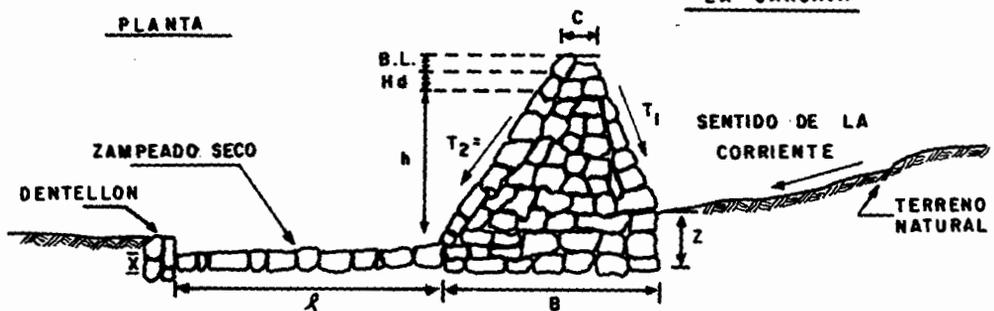
ANEXO 3



PLANTA



SECCION TRANSVERSAL DE LA CARCAVA



SECCION TRANSVERSAL DE LA CORTINA

DATOS DE PROYECTO:

SIMBOLOGIA:

- C = ANCHO CORONA
- h = ALTURA EFECTIVA DE LA PRESA
- HJ = CARGA DE DISEÑO SOBRE EL VERTEDOR
- L = LONGITUD DEL VERTEDOR
- H = ALTURA TOTAL
- A = LONGITUD ZAMPEADO SECO
- B = BASE DE LA PRESA
- EL = BORDO LIBRE
- T₁ = TALUD AGUAS ARRIBA
- T₂ = TALUD AGUAS ABAJO
- b = ANCHO ZAMPEADO SECO
- Z = EMPOTRAMIENTO
- X = ESPESOR DEL ZAMPEADO

- = _____ M
- = _____ M
- = _____ M.
- = _____ M

ESPACIAMIENTO ENTRE PRESAS (CONSIDERAR LA PENDIENTE DE SEDIMENTOS) _____ M.
 VOLUMEN DE EXCAVACION PROGRAMADO TOTAL _____ M³
 VOLUMEN DE PIEDRA PROGRAMADO _____ M³
 SOBRECARGOS _____ M³-seg.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	
ESCUELA DE AGRICULTURA	
PLANO TIPO DE PRESAS FILTRANTES	
TESIS PROFESIONAL DE MIGUEL A. CARRILLO PARTIDA	
MEXICO D.F. 1984	ANEXO 4

6.2. Diseño y cálculo de las obras

6.2.1. Tinas ciegas.- Para la estimación del escurrimiento medio, se consideraron características de: uso del suelo, condición de humedad antecedente, grupo de suelo y condiciones hidrológicas (15) y una lluvia máxima de 68.5 mm., en un período de retorno de 5 años. Posteriormente, se dividió el área de estudio en dos zonas, en el cuadro 6, se muestra en cada una de ellas las características físicas y valores que se observaron.

Cuadro 6. Características de la zona de estudio.

ZONA	USO DEL SUELO	PENDIENTE %	AREA HAS.	CONDICION HIDROLOGICA	GRUPO DE SUELO
1	BOSQUE	10-36	290	MALA *	B **
2	PASTIZAL	34-72	271	REGULAR *	B **

* Ver Cuadro 7.

** Ver Cuadro 8.

Relacionando estas características y valores, se obtienen las curvas numéricas, las cuales son indicadoras de la proporción de la escurrimiento. Considerando la condición de humedad antecedente (CAH), como llovieron 45 mm en los cinco días previos, la condición de humedad es III (ver cuadro 9). Por ajuste

CUADRO No. 7. Curva numérica (CN), usada para estimar escurrimientos, bajo diferentes complejos suelo - cobertura y manejo.

USO DEL SUELO	C O B E R T U R A		GRUPO DE SUELOS			
	TRATAMIENTO O PRACTICA	CONDICION HIDROLOGICA	A	B	C	D
			CURVA NUMERICA			
SUELO EN DESCANSO	SURCOS RECTOS		77	86	91	94
CULTIVO DE ESCARDA	SURCOS RECTOS	MALA	71	81	88	91
	SURCOS RECTOS	BUENA	67	78	85	89
	CURVA A NIVEL	MALA	70	79	84	88
	CURVA A NIVEL	BUENA	65	75	82	86
	TERRAZA Y CURVA A NIVEL	MALA	66	74	80	82
	TERRAZA Y CURVA A NIVEL	BUENA	62	71	78	81
CULTIVOS TUPIDOS	SURCOS RECTOS	MALA	65	76	84	88
	SURCOS RECTOS	BUENA	63	75	83	87
	CURVA A NIVEL	MALA	63	74	82	85
	CURVA A NIVEL	BUENA	61	73	81	84
	TERRAZA Y CURVA A NIVEL	MALA	61	72	79	82
	TERRAZA Y CURVA A NIVEL	BUENA	59	70	78	81
LEGUMINOSAS EN - HILERAS O FORRAJE EN ROTACION	SURCOS RECTOS	MALA	66	77	85	85
	SURCOS RECTOS	BUENA	58	72	81	85
	CURVA A NIVEL	MALA	64	75	83	85
	CURVA A NIVEL	BUENA	55	69	78	83
	TERRAZA Y CURVA A NIVEL	MALA	63	73	80	83
	TERRAZA Y CURVA A NIVEL	BUENA	51	67	76	80
PASTIZALES	SIN TRATAMIENTO MECANICO	MALA	68	79	86	89
	SIN TRATAMIENTO MECANICO	REGULAR	49	69	79	84
	SIN TRATAMIENTO MECANICO	BUENA	39	61	74	80

-2-

C O B E R T U R A			GRUPO DE SUELOS			
USO DEL SUELO	TRATAMIENTO O PRACTICA	CONDICION HIDROLOGICA	A	B	C	D
			CURVA NUMERICA			
	CURVA A NIVEL	MALA	47	67	81	88
	CURVA A NIVEL	REGULAR	25	59	75	83
	CURVA A NIVEL	BUENA	6	35	70	79
PASTO DE CORTE		BUENA	30	58	71	78
BOSQUE		MALA	45	66	77	83
		REGULAR	36	60	73	79
		BUENA	25	55	70	77
CAMINOS DE TIERRA		BUENA	72	82	87	89
CAMINOS PAVIMENTADOS		BUENA	74	84	90	92

CUADRO No. 8. Grupos Hidrológicos de suelos usados por el S.C.S.*

GRUPO DE SUELOS	DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento, - incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla; también suelo permeable con grava - en el perfil.
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de - escurrimiento. Son suelos arenosos menos -- profundos y agregados que el grupo A. Este grupo, tiene una infiltración mayor que el - promedio cuando húmedo. Ejémplos: Suelo -- migajones, arenosos ligeros y migajones li-- mosos.
C	Suelos con moderadamente alto potencial de - escurrimiento. Comprende suelos someros y - suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo, tiene una infiltración menor que la promedio des-- pués de saturación. Ejémplo: Suelos migajo nes arcillosos.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento, por ejémplo: Suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos so- meros con materiales fuertemente cementados.

* - Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica.

CUADRO No. 9. Condición de humedad antecedente como función de la precipitación.

CONDICION DE HUMEDAD ANTECEDENTE	PRECIPITACION ACUMULADA DE LOS - CINCO DIAS PREVIOS AL EVENTO EN CONSIDERACION		
I	0	-	12.7 mm.
II	12.7	-	38.1 mm
III		>	38.1 mm

CUADRO No. 10. Curvas numéricas (CN), para condiciones, antecedentes de humedad del suelo húmeda (III) y seca (I) a partir de las condiciones de humedad intermedia (II).

CN PARA CONDICION DE HUMEDAD II	CN CORRESPONDIENTE	
	CONDICION I	CONDICION III
100	100	100
95	87	98
90	78	96
85	70	94
80	63	91
75	57	88
70	51	85
65	45	82
60	40	78
55	35	74
50	31	70
45	26	65
40	22	60
35	18	55
30	15	50
25	12	43
20	9	37
15	6	30
10	4	22
5	2	13

de la condición de humedad y utilizando el cuadro 10, se obtuvieron los nuevos CN (ver cuadro 11). Con estos valores y utilizando la siguiente ecuación, se obtiene el potencial máximo de retención.

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254$$

Donde:

S = Potencial máximo de retención

CN = Curvas numéricas

25,400 y 254 son constantes

Obtención de S para la zona 1

$$S = \frac{25,400}{82.6} - 256$$

$$S = 53.5$$

Obtención de S para la zona 2

$$S = \frac{25,400}{84.4} - 254$$

$$S = 46.95$$

Cuadro No. 11. Valores de CN y S para las diferentes zonas del área de estudio.

ZONA	AREA (ha)	CN ¹	CAH ²	CNA ³	S
1	290	66	III	82.6	53.5
2	271	69	III	84.4	46.95

- 1) Valor de CN del cuadro 7
- 2) Condición de humedad Antecedente
- 3) Curva Numérica Ajustada por humedad

Conociendo los valores del potencial máximo o de retención (S), y la precipitación máxima en 24 hrs. que es de 68.5 mm., se usa la ecuación (1) y por medio de ponderación se obtiene el escurrimiento medio como se muestra en el cuadro 12.

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad \text{Ecuación 1}$$

donde:

Q = Escurrimiento medio en (mm)

P = Lluvia máxima en 24 hrs.

S = Potencial máximo de retención en (mm)

Obtención de Q para la zona 1

$$Q = \frac{(68.5 - 0.2 \times 53.5)^2}{68.5 + 0.8 \times 53.5}$$

$$Q = 30.01 \text{ mm}$$

Transformando este escurrimiento medio en metros y teniendo en cuenta que la zona 1 consta de 290 has. tenemos que:

$$Q = (0.0301 \text{ m}) (2'900,000 \text{ m}^2)$$

$$Q = 87,290 \text{ m}^3 \text{ en } 290 \text{ has.}$$

Obtención de Q para la zona 2

$$Q = \frac{(68.5 - 0.2 \times 46.95)^2}{68.5 + 0.8 \times 46.95}$$

$$Q = 32.94 \text{ mm.}$$

Transformando a metros y sabiendo que la zona 2 consta de 271 has. tenemos que:

$$Q = (0.03294 \text{ m}) (2'710,000 \text{ m}^2)$$

$$Q = 89,267.84 \text{ m}^3 \text{ en } 271 \text{ has.}$$

Cuadro No. 12. Cálculo del escurrimiento medio ponderado de la zona de estudio.

ZONA	AREA (HA)	S	P (mm)	Q m	QA m ³	\bar{Q} m ³
1	290	53.5	68.5	0.03010	87,290	314.7
2	271	46.5	68.5	0.03294	89,267	
561				176,557		

$$\bar{Q} \text{ medio ponderado/ha.} = 314.7 \text{ m}^3$$

El criterio en el cual nos basamos para determinar el espaciamento entre líneas de tinas -- ciegas, fué el de establecer un volumen de captación por las tinas que representará mayor o igual al volumen medio esperado en un período de retorno de 5 años, como se muestra en el cuadro 13

Cuadro No. 13. Cálculo del espaciamento para las tinas ciegas en base al escurrimiento/ha.

CAPACIDAD DE CADA TINA (m ³)	INTERVALO ENTRE TINAS (m)	CAPACIDAD POR LINEA/HA. (m ³)	ESPACIAMIENTO ENTRE LINEAS (m)	CAPACIDAD/HA (m ³)
0.5	2	12.5	10	125
0.5	2	12.5	9	139
0.5	2	12.5	5	250

Dado lo anterior y teniendo un espaciamiento en tre líneas de tinas de 9 m. y con un volumen me dio ponderado/ha. de 314.7, se tenderá a captar el 44% de los escurrimientos superficiales.

6.2.2. Presas de mampostería.

Para el diseño de la cortina, se consideran todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo de la presa en condiciones críticas, exceptuando, el efecto de sismo que se considera despreciable y la subpresión que se tomará en cuenta o no, según las condiciones de cimentación y calidad de construcción, quedando a criterio del Ingeniero considerarla o no.

Para el cálculo de la estabilidad, se tomaron como valores promedio para nuestras condiciones, peso específico de la mampostería $\gamma = 2.4 \text{ ton/m}^3$ y peso específico del agua con sedimentos $w = 1.2 \text{ ton/m}^3$.

Se consideró además un bordo libre (B. L.) de 0.2 m. y un empotramiento mínimo de 0.50 m, tanto lateral como en el piso.

Después de hacer el análisis de estabilidad, se encontró que tanto las dimensiones de la corona (e), como la base (B) de la presa, están en función de la altura efectiva de la presa (h) y

de la carga de diseño sobre el vertedor (H_d), - por lo cual se elaboró una tabla de valores de - (B) y (e) en función de estas variables.

Se considerará la subpresión cuando la cimentación se haga en material térreo o en roca fracturada o cuando aún cimentando en roca sana, la calidad de la mampostería sea tal que permita filtraciones. En caso contrario, puede ignorarse la subpresión.

Después de haberse revisado contra volcamiento y deslizamiento y habiéndose comprobado que no existen tensiones, se presentan las tablas 1 y 2.

Tabla No. 1. Base de la Presa (Dimensionamiento de la cortina sin considerar subpresión).

H_d	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.50
h/e	0.30	0.40	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75	0.85	1.40
2.00	1.55	1.55	1.65	1.70	1.70	1.75	1.80	1.85	
2.50	1.90	2.00	2.00	2.10	2.00	2.10	2.20	2.20	2.50
3.00	2.25	2.30	2.40	2.40	2.50	2.50	2.60	2.60	2.80
3.50	2.60	2.65	2.75	2.80	2.80	2.90	2.90	3.00	3.20
4.00	3.00	3.00	3.10	3.15	3.20	3.20	3.30	3.30	
4.50	3.35	3.35	3.50	3.50	3.55	3.60	3.70	3.70	
5.00	3.70	3.75	3.80	3.85	3.90	4.00	4.00	4.00	
5.50	4.10	4.10	4.20	4.20	4.25	4.30	4.40	4.40	
6.00	6.00	4.40	4.50	4.60	4.60	4.20	4.70	4.75	

Fuente: Proyectos de Obras Hidráulicas. Jesús Villaseñor C.

Tabla No. 2. Base de la presa (Dimensionamiento considerando subpresión)

Hd	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
h/e	0.30	0.40	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75	0.85
2.00	2.15	2.15	2.35	2.35	2.35	2.40	2.50	2.50
2.50	2.65	2.70	2.85	2.90	2.90	2.95	3.00	3.00
3.00	3.20	3.25	3.40	3.45	3.45	3.50	3.60	3.60
3.50	3.70	3.75	3.95	3.95	4.00	4.00	4.15	4.15
4.00	4.20	4.25	4.45	4.50	4.50	4.55	4.65	4.70
4.50	4.70	4.80	4.95	5.00	5.00	5.00	5.20	5.25
5.00	5.25	5.30	5.50	5.50	5.60	5.60	5.70	5.75
5.50	5.75	5.80	6.00	6.00	6.00	6.15	6.25	6.30
6.00	6.25	6.30	6.50	6.55	6.60	6.65	6.80	6.80

Fuente: Proyectos de Obras Hidráulicas. Jesús Villaseñor C.

donde:

Hd = Carga sobre el vertedor (m)

e = Ancho corona

h = Altura efectiva de la presa (m)

Diseño del vertedor.-

Debido a que solo contamos con datos de lluvia máxima en 24 hrs., se seleccionó el Método Racional Modificado para el cálculo de la avenida máxima cuya formula es:

$$Q = 0.028 C L A$$

donde:

Q = Escurrimiento máximo en $m^3/\text{seg.}$

0.028 = Constante numérica resultante de las unidades en que se expresan las variables.

C = Coeficiente de escurrimiento que varía de 0.1 a 1, de acuerdo con las características de la cuenca.

L = Lluvia máxima en 24 horas para un período de retorno dado. Este valor se expresa en cm.

A = Area de la cuenca (ha).

Utilizando la fórmula de Francis para vertedores rectangulares $Q = CLHd^{3/2}$, podemos despejar el valor de la carga de diseño (Hd).

$$Hd = \left(\frac{Q}{CL} \right)^{2/3}$$

donde:

Hd = Carga diseño sobre el vertedor en m.

Q = Gasto máximo en m³/seg.

C = 1.45

L = Longitud de la cresta vertedora en m.

Este cálculo se simplifica si utilizamos los valores tabulados en el cuadro 14.

6.2.3. Presas de piedra acomodada.

Para el diseño de las presas, se consideró el estudio realizado por el M.C. Oropeza (16), -- quien obtuvo las dimensiones de construcción -- que se presentan en las tablas adjuntas, 3 y 4-

Cuadro 14. Capacidad de vertedor.

$$Q = 1.45 L H^{3/2} \text{ gasto m\u00ednimo en m}^{3/\text{seg}} \text{ L y H en m.}$$

H \ L	1.00	2.00	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
0.30	0.238	0.477	0.715	0.834	0.953	1.072	1.191	1.310	1.430	1.549
0.35	0.300	0.600	0.901	1.051	1.201	1.351	1.501	1.651	1.801	1.952
0.40	0.367	0.734	1.100	1.284	1.467	1.651	1.834	2.018	2.201	2.384
0.45	0.438	0.875	1.313	1.532	1.751	1.970	2.188	2.407	2.626	2.845
0.50	0.513	1.025	1.538	1.794	2.051	2.307	2.563	2.820	3.076	3.332
0.55	0.591	0.183	1.774	2.070	2.366	2.661	2.957	3.253	3.549	3.844
0.60	0.674	1.348	2.022	2.359	2.696	3.032	3.369	3.706	4.043	4.380
0.70	0.849	1.698	2.548	2.972	3.397	3.821	4.246	4.671	5.095	5.520
0.80	1.038	2.075	3.113	3.631	4.150	4.669	5.188	5.706	6.225	6.744
0.90	1.238	2.476	3.714	4.333	4.952	5.571	6.190	6.809	7.428	8.047
1.00	1.450	2.900	4.350	5.075	5.800	6.525	7.250	7.975	8.700	9.425
1.10	1.673	3.346	5.019	5.855	6.691	7.528	8.364	9.201	10.037	10.874
1.20	1.906	3.812	5.718	6.671	7.624	8.577	9.530	10.483	11.436	12.389
1.30	2.149	4.298	6.448	7.522	8.597	9.672	10.746	11.821	12.895	13.970
1.40	2.402	4.804	7.206	8.407	9.601	10.809	12.010	13.211	14.412	15.613
1.50	2.664	5.328	7.991	9.323	10.655	11.987	13.319	14.651	15.983	17.315
1.60	2.935	5.869	8.804	10.221	11.738	13.206	14.673	16.140	17.608	19.075
1.70	3.214	6.428	9.642	11.249	12.856	14.463	16.070	17.677	19.284	20.891
1.80	3.502	7.003	10.505	12.256	14.007	15.158	17.508	19.259	21.010	22.761
1.90	3.798	7.595	11.393	13.291	15.190	17.089	18.988	20.886	22.785	24.684
2.00	4.101	8.202	12.304	14.354	16.405	18.455	20.506	22.557	24.607	26.638
2.10	4.413	8.825	13.238	15.044	17.650	19.857	22.063	24.269	26.476	28.632
2.20	4.732	9.463	14.195	16.560	18.926	21.292	23.658	26.023	28.389	30.755

después de haber tomado en cuenta los siguientes factores de estabilidad.

- Peso específico de la piedra en $\text{ton}/\text{m}^3 = 2.4$.
- Peso específico del agua con sedimentos en $\text{ton}/\text{m}^3 = 1.2$.
- Relación de vacíos en el muro = $1/3$

Tabla No. 3. Coeficientes de seguridad (c) en función de la altura del muro.

H (m)	c
Mayor de 2	1.5
2	2
3	2.5
4	3
5	3.5
6	4

Tabla No. 4. Valores del coeficiente de fricción (f)

CONDICION	f
* Piedra sobre piedra	0.67
Piedra sobre arcilla expansiva	0.6
* Piedra sobre grava	0.5
Piedra sobre arena	0.4
Piedra sobre arcilla	0.3

En nuestra zona de trabajo, se presentan las condiciones marcadas con un asterisco, para las que se obtuvo la siguiente tabla 5 de dimensiones

correspondiendo cada lateral a los siguientes conceptos: (ver anexo 3).

- e = Ancho corona en m.
- h = Altura efectiva de la presa en m.
- Hd = Carga diseño sobre el vertedor en m.
- L = Longitud del vertedor en m.
- H = Altura total de la presa en m.
- l = Longitud zampeado seco en m.
- B = Base de la presa en m.
- BL = Bordo libre en m.
- T₁ = Talud aguas arriba
- T₂ = Talud aguas abajo
- b = Ancho zampeado seco
- z = Empotramiento
- x = Espesor del zampeado

Tabla No.5. Dimensionamiento para muros de piedra.

h (m)	Hd (m)	e (m)	B (m)	z (m)	l (m)	x (m)
2	0.5	0.70	1.8	0.30	1.0	0.20
2	1.0	1.35	1.85	0.30	1.0	0.20
3	0.5	0.85	2.70	0.30	1.0	0.20
3	1.0	1.65	2.70	0.30	1.0	0.20
4	0.5	1.00	3.65	0.50	1.0	0.20
4	1.0	2.00	3.60	0.50	1.0	0.20
5	0.5	1.35	3.90	0.50	1.5	0.20
5	1.5	2.70	4.10	0.50	1.5	0.20
6	0.5	1.40	4.0	0.50	1.5	0.20
6	1.0	2.85	4.35	0.50	1.5	0.20

El bordo libre (B.L), en todos los casos, será de 0.20 m. y el ancho (b) del zampeado seco, - excederá en 0.60 m. a la longitud L del vertedor (0.30 m de cada lado).

Para el diseño del vertedor, se calculó la avenida máxima, utilizando el Método Racional Modificado y datos de precipitación de 20 años obtenidos en la estación meteorológica Ajusco (Pueblo), de la Delegación Tlalpan. Se seleccionó un período de retorno (Tr) de 5 años y un coeficiente de escorrentía $c = 0.36$ que pondera las superficies cubiertas por bosques y pastizales.

La longitud de la cresta vertedora, está determinada por el ancho del zampeado seco que deberá ser igual al ancho del cauce. Teniendo L y por medio de la fórmula de Francis para vertedores rectangulares.

$$Q = C L H_d^{3/2}$$

donde:

$C = 1.84$ Para este tipo de presas, es --
posible determinar la carga --
diseño H_d .

$$H_d = \left(\frac{Q}{1.84 L} \right)^{2/3}$$

Las dimensiones estarán en función de las características del sitio de construcción, así como las cantidades de obra. Los sitios de --

construcción se seleccionaron en perfil y en -
planta de modo de obtener la máxima retención
con cantidades de obra mínimas.

Para fines prácticos de construcción y medición,
el talud de aguas arriba se considera nulo; el
talud aguas abajo variará de acuerdo a la altu
ra de cada presa y estará dado por los valores
de base y corona que se presentan en la tabla
núm. 5.

VII. PRESUPUESTACION

A continuación se presenta el costo de las obras que se van a realizar. Los costos utilizados corresponden a la zona - donde se hizo el estudio. El salario mínimo correspondiente es de \$816.00, hasta junio de 1984, pero se utilizan salarios reales.

7.1. Tinas ciegas.

Excavación para tinas ciegas en material II

1 peón x 1.00 1,547 x 816 = \$ 1,262.35

1/10 cabo x 1.83 x 1,499 x 816 223.84

\$ 1,486.19/jornal
cuadrilla

Rendimiento $2 \text{ m}^3/\text{j-c}$

Costo directo = $\frac{1,486.19/\text{j-c}}{2 \text{ m}^3/\text{j-c}} = \$ 743.10/\text{m}^3$

mas indirectos 38% \$ 282.37/ m^3

precio unitario \$ 1,025.47/ m^3

7.2. Presas de mampostería.

- Suministro de piedra pepena \$ 1,440.37 m^3

Pepena y carga a el camión

8 peones x 1.00 x 816.00 x 1.547 \$ 10,098.81

8/10 cabo x 1.83 x 816.00 x 1,499 \$ 1,790.74

\$ 11,889.55/jornal
cuadrilla

Rendimiento $16.15 \text{ m}^3/\text{j-c}$

$$\text{C.D.} = \frac{11,889.55/\text{j-c}}{16.15 \text{ m}^3/\text{j-c}} = \$ 736.19/\text{m}^3$$

Indirectos 38%	\$	<u>279.75/m³</u>
Precio unitario		1,015.94/m ³

Camión parado

1,355.96/H - 387.16 = 968.80/h (parado)

$$\text{C.D.} = \frac{968.80/\text{H} \times 80 \text{ min.}}{60 \text{ min}/\text{H} \times 6 \text{ m}^3 \times 0.70} = \$ 307.55$$

Indirectos 38%	\$	<u>116.88/m³</u>
Precio unitario	\$	424.43/m ³

Resumen:

Pepena y carga del camión	\$	1,015.94/m ³
Camión parado	\$	<u>424.43/m³</u>
T O T A L :	\$	1,440.37/m ³

Acarreo el 1º kilómetro

Tiempo de ciclo

Ida (20 Km/h)

$$\frac{60 \text{ min} \times 1 \text{ Km.}}{20 \text{ Km/h.}} = 3.00 \text{ min.}$$

Regreso (30 Km/h)

$$\frac{60 \text{ min} \times 1 \text{ Km.}}{30 \text{ Km/h.}} = 2.00 \text{ min}$$

Descarga y maniobras = $\frac{2.00 \text{ min.}}{7.00 \text{ min.}}$

C.D. = $\frac{1,355.96/h \times 7.00 \text{ min.}}{60 \text{ min/h} \times 6 \text{ m}^3 \times 0.7}$ \$ 37.62/m³

Indirectos 38% \$ $\frac{14.31/m^3}{}$

precio unitario \$ 51.98/m³

- Sobreacarreo

Ciclo de acarreo en 1 Km.

Ida (20 Km/h)

$\frac{60 \text{ min} \times 1 \text{ Km.}}{20 \text{ Km/h}} = 3.00 \text{ min.}$

Regreso (30 Km/h)

$\frac{60 \text{ min} \times 1 \text{ Km}}{30 \text{ Km/h}} = \frac{2.00 \text{ min.}}{5.00 \text{ min.}}$

C.D. $\frac{1,355.96/h \times 5 \text{ min.}}{60 \text{ min/h} \times 6 \text{ m}^3 \times 0.70}$ = \$ 26.90/m³-Km.

Indirectos 38% \$ $\frac{10.22/m^3}{}$ -Km

Precios Unitarios \$ 37.13/m³-Km

- Suministro de cemento* \$ 11,500/Ton

- Acarreo de cemento el 1er. Km. \$ 1,041.03/Ton.

Carga y Descarga

6 peones x 1.00 x 816 x 1.547 \$ 7,574.11

6/10 cabo x 1.83 x 816 x 1,499 \$ 1,343.05

\$ 8,917.16/j-c

* Costo a junio de 1984

En la carga

$$\text{C.D.} = \frac{8,917.16/\text{j-c}}{42 \text{ Ton/j-c}} = \$ 212.31/\text{Ton}$$

En la descarga

$$\text{C.D.} = \frac{8,917.16/\text{j-c}}{50.40 \text{ Ton/j-c}} = \$ 176.93/\text{Ton}$$

$$389.24/\text{Ton}$$

Camión parado durante la carga

Tiempos

$$\frac{\text{Carga } 10 \text{ Ton.}}{6 \text{ Ton/h}} = 1.66 \text{ horas} \times 60 \text{ min/h} = 100 \text{ min.}$$

$$\frac{\text{Descarga } 10 \text{ Ton}}{7.2 \text{ Ton/h}} = 1.38 \text{ horas} \times 60 \text{ min/h} = \frac{84 \text{ min.}}{184 \text{ min.}}$$

$$\text{Camión de estacas } 1,522.30/\text{h} - 397.80/\text{h} = \$ 1,124.50/\text{h}$$

$$\text{C.D.} = \frac{1,124.50/\text{h} \times 184 \text{ min}}{10 \text{ Ton.} \times 60 \text{ min/h}}$$

$$\text{C.D.} = \$ 344.84/\text{Ton}$$

Acarreo del 1er. Km.

$$\text{Ida } \frac{60 \text{ min} \times 1 \text{ Km.}}{20 \text{ Km/h}} = 3.00 \text{ min.}$$

$$\text{Regreso } \frac{60 \text{ min} \times 1 \text{ Km.}}{20 \text{ Km/h}} = 3.00 \text{ min}$$

$$\text{Maniobras} = \frac{2.00 \text{ min}}{8.00 \text{ min.}}$$

$$\text{C.D.} = \frac{1,522.30/\text{h} \times 8.00 \text{ min.}}{10 \text{ Ton.} \times 60 \text{ min/h}} = \$ 20.29/\text{Ton}$$

Resumen:

- Carga y descarga	\$ 389.24/Ton
- Camión parado	\$ 344.84/Ton
- Acarreo del 1er. Km.	\$ 20.29/Ton
	<hr/>
	754.37/Ton
Indirectos 38%	\$ 286.66/Ton
	<hr/>
Precio Unitario	\$ 1,041.03/Ton

- Sobreacarreo de cemento
- Ciclo de acarreo en 1 Km.

Ida (20 Km/h)

$$\frac{60 \text{ min} \times 1 \text{ Km.}}{20 \text{ Km/h}} = 3.00 \text{ min.}$$

Regreso (30 Km/h)

$$\frac{60 \text{ min} \times 1 \text{ Km.}}{30 \text{ Km/h. Total:}5.00 \text{ min}}$$

$$\text{C.D.} = \frac{1,522.30/\text{h} \times 5 \text{ min.}}{60 \text{ min/h.} \times 10 \text{ Ton.}} = \$ 12.69/\text{Ton-Km.}$$

Indirectos 38%	\$ 4.82/Ton-Km
	<hr/>
Precio Unitario	\$ 17.51/Ton-Km.

- Suministro de arena y acarreo a 1 Km. con carga a mano

- Extracción y cribado de arena

$$9 \text{ peones} \times 1.00 \times 1.547 \times 816 = \$ 11,361.16$$

$$9/10 \text{ cabo} \times 1.83 \times 1.499 \times 816 = \$ 2,014.58$$

$$\underline{\$ 13,375.74/j-c.}$$

Rendimiento = $17 \text{ m}^3/\text{j-c}$

$$\text{C.D.} = \frac{13,375.74/\text{j-c}}{17 \text{ m}^3/\text{j-c}} = \$ 786.81/\text{m}^3$$

- Carga

$$4 \text{ peones} \times 1.00 \times 1.547. \times 816 = \$ 5,049.40$$

$$4/10 \text{ cabo} \times 1.83 \times 1.499 \times 816 = \$ 895.37$$

$$\underline{\$ 5,944.77 / \text{j-c.}}$$

Rendimiento = $32 \text{ m}^3/\text{j-c}$

$$\text{C.D.} = \frac{5,944.77}{32 \text{ m}^3/\text{j-c}} = \$ 185.77/\text{m}^3$$

- Camión parado

$$1,355.96/\text{h} - 387.16 = \$ 968.80/\text{h} \text{ (parado)}$$

$$\frac{32 \text{ m}^3/\text{j}}{7\text{h}} = 4.57 \text{ m}^3/\text{h} \quad \frac{6 \text{ m}^3}{4.57 \text{ m}^3/\text{h}} = 1.31 \text{ hora} \times 60 = \$78.77$$

$$\text{C.D.} = \frac{968.80/\text{h} \times 78.77 \text{ min.}}{0.9 \times 6 \text{ m}^3 \times 60 \text{ m/h}} = \$ 235.53/\text{m}^3$$

- Acarreo del 1er. Km.

Tiempo de ciclo

Ida (20 Km/h)

$$\frac{60 \text{ min.} \times \text{Km}}{20 \text{ Km/h.}} = 3.00 \text{ min}$$

Regreso (30 Km/h)

$$\frac{60 \text{ min.} \times 1 \text{ Km.}}{30 \text{ Km/h}} = 2.00 \text{ min.}$$

$$\text{Maniobras} = \frac{2.00 \text{ min.}}{7.00 \text{ min.}}$$

$$\text{C.D.} = \frac{1,355.96 / \text{h} \times 7.0 \text{ min.}}{60 \text{ min.} \times 6 \text{ m}^3 \times 0.90} = \$ 29.30 / \text{m}^3$$

Resumen:

. Extracción y cribado	\$ 768.81 /m ³
. Carga	\$ 185.77 /m ³
. Camión parado	\$ 235.53 /m ³
. Acarreo del 1er. Km.	\$ 29.30 /m ³
	<hr/>
C.D.=	\$ 1,237.41 /m ³
Indirectos 38%	\$ 470.22 /m ³
Precio Unitario	<hr/>
	\$ 1,707.63 /m ³
- Sobreacarreo de Arena	
C.D. = $\frac{1,355.96/\text{h} \times 5 \text{ min.}}{60 \text{ min/h} \times 6 \text{ min} \times 0.90}$	\$ 20.92 /m ³ - Km.
Indirectos 38%	\$ 7.95 /m ³ - Km.
Precio Unitario	<hr/>
	\$ 28.87 /m ³ - Km
- Suministro de Agua	
Pipa parada 1,568.43/h - 397.80/h=	\$ 1,170.63 /h
3" Bomba operando	\$ 92.89 /h
	<hr/>
	\$ 1,263.52 /h

$$- \text{Carga} = \frac{1,263.52/\text{h} \times 11.85 \text{ min.}}{8 \text{ m}^3 \times 60 \text{ min/h}} = \$ 31.19/\text{m}^3$$

. Descarga

$$\text{Pipa parada} \quad \text{El tiempo de des-} \quad \$ 1,170.63 / \text{h}$$

carga son 24 min.

$$\text{Bomba parada} \quad \frac{\$ 62.40}{\$ 1,233.03/\text{h}}$$

$$\text{C.D.} = \frac{1,233.03/\text{h} \times 24 \text{ min.}}{8 \text{ m}^3 \times 60 \text{ min/h}} = \$ 61.65/\text{m}^3$$

. Acarreo a 1er. Km. y Maniobras

$$\text{Pipa operando} = \$ 1,568.43/\text{h}$$

$$\text{Bomba parada} = \$ 62.40/\text{h}$$

$$\$ 1,630.83/\text{h}$$

$$\text{C.D.} = \frac{1,630.83/\text{h} \times 7 \text{ min.}}{8 \text{ m}^3 \times 60 \text{ min/h.}} = \$ 23.78/\text{m}^3$$

Resumen:

$$\text{Carga} \quad \$ 31.19/\text{m}^3$$

$$\text{Descarga} \quad \$ 61.65/\text{m}^3$$

$$\text{Acarreo} \quad \$ 23.78/\text{m}^3$$

$$\$ 116.62$$

$$\text{C.D.} = \$ 116.62/\text{m}^3$$

$$\text{Indirectos } 38\% \quad \$ 44.31/\text{m}^3$$

$$\text{Precio Unitario} \quad \$ 160.93/\text{m}^3$$

- Sobreacarreo de Agua

Pipa operando	\$ 1,568.43/h
---------------	---------------

Bomba parada	\$ 62.40/h
--------------	------------

	<u>\$ 1,630.83/h</u>
--	----------------------

C.D. = $\frac{1,630.83/h \times 5 \text{ min.}}{8 \text{ m}^3 \times 60 \text{ min/h}}$ =	\$ 16.98/m ³
---	-------------------------

Indirectos 38%	\$ <u>6.45/m³</u>
----------------	------------------------------

Precio Unitario	\$ 23.43/m ³
-----------------	-------------------------

Piedra

Suministro	\$ 1,440.37/m ³
------------	----------------------------

Acarreo el 1er. Km.	\$ 51.98/m ³
---------------------	-------------------------

Sobreacarreo (2 Km) 37.13/m ³ Km.	\$ <u>74.26/m³</u>
--	-------------------------------

	\$ 1,566.61/m ³
--	----------------------------

Cemento

Suministro	\$ 11,500.00/Ton
------------	------------------

Acarreo el 1er. Km.	\$ 1,041.03/Ton.
---------------------	------------------

Sobreacarreo (4 Km) 17.51/Ton.	\$ <u>70.40/Ton.</u>
--------------------------------	----------------------

	\$ 12,611.07/Ton
--	------------------

Arena

Suministro de Arena y	
-----------------------	--

Acarreo 1er. Km.	\$ 1,707.63/m ³
------------------	----------------------------

Sobreacarreo (2 km) (28.87)	\$ <u>57.74/m³</u>
-----------------------------	-------------------------------

	\$ 1,765.37/m ³
--	----------------------------

Agua

Suministro de agua y

Acarreo el 1er. Km.

\$ 160.93/m³

Sobrecarreo (2 Km) (23.44/

m³ - Km).\$ 46.48/m³\$ 207.81m³

Cálculo del costo de 1 m³. de -
mortero

Mortero cemento - Arena 1:3

Cemento 0.495 + 3% = Ton. 0.509

x 12,611.07/Ton. =

\$ 6,419.03/m³Arena 1.100 + 7% = m³ 1.177x 1,765.37/m³. =\$ 2,077.84/m³Agua 0.270 + 25% = m³ 0.337x 207.81/m³. =\$ 70.03/m³

\$ 8,566.90/m³

1 m³. de mampostería requieren 1 m³. de piedra y -
20% de mortero.

1 m³. de piedra

\$ 1,566.61

20% (8,566.90/m³)

\$ 1,713.38

Costo de los materiales

\$ 3,279.99/m³

Construcción

1 Albañil x 2.12 x 816 x 1,499 =

\$ 2,593.15

2 Peones x 1.00 x 815 x 1.547 =	\$ 2,524.70
3/10 Cabo x 1.83 x 816 x 1.499	\$ 671.53
	<u>\$ 5,789.38/j-c</u>

Rendimiento 2.5 m ³ /j-c	
C.D. = $\frac{5,789.38/j-c}{2.5 \text{ m}^3/j-c}$	\$ 2,315.75/m ³
Indirectos 38%	\$ 879.98
Precio Unitario	<u>\$ 3,195.73/m³</u>

Resumen Total

Piedra	\$ 1,566.61	Costo de los materiales puestas en obra
Mortero	\$ 1,713.38	
Mano de Obra	\$ 3,195.73	
	<u>\$ 6,475.72/m³</u>	

7.3 Presas de piedra acomodada

Piedra

Suministro de piedra	\$ 1,440.37/m ³
Acarreo de piedra el 1er. Km.	\$ 51.98/m ³
Sobrecarreo (1 Km) (37.13/m ³)	\$ 37.13
	<u>\$ 1,529.48/m³</u>

Excavación para empotramiento

1 Peón x 1.00 x 816 x 1.547 =	\$ 1,262.35
1/10 Cabo x 1.83 x 816 x 1.499	\$ 223.84
	<u>\$ 1,486.19/j-c</u>

Rendimiento $4 \text{ m}^3/\text{j-c}$

$$\text{C.D.} = \frac{1,486.19/\text{j-c}}{4 \text{ m}^3/\text{j-c}} = \$ 371.54/\text{m}^3$$

$$\text{Indirectos } 38\% \quad \$ \frac{141.19/\text{m}^3}{}$$

$$\text{Precio Unitario} \quad \$ 512.73/\text{m}^3$$

N O T A : Se considera que por cada m^3 . de Piedra
Acomodada se excava 0.25 m^3 .

Por lo tanto:

$$512.73/\text{m}^3 \cdot x 0.25 \text{ m}^3 = \$ 128.18 \text{ m}^3$$

Acomodo de piedra

1 Ayudante de albañil x =

$$1.22 \times 816 \times 1.499 = \$ 1,492.28$$

$$1 \text{ Peón } \times 1.00 \times 816 \times 1.547 = \$ 1,262.35$$

$$\underline{\$ 2,754.63/\text{j-c}}$$

Rendimiento $4 \text{ m}^3/\text{j-c}$

$$\text{C.D.} = \frac{2,754.63/\text{j-c}}{4 \text{ m}^3/\text{j-c}} \quad \$ 688.65/\text{m}^3$$

$$\text{Indirectos } 38\% \quad \$ \frac{261.68 / \text{m}^3}{}$$

$$\text{Precio Unitario} \quad \$ 950.33/\text{m}^3$$

Resumen

Piedra puesta en obra	\$ 1,529.48/m ³
Excavación para empotramiento - (0.25m ³) (512.73m ³)	\$ 128.18/m ³
Acomodo de piedra	<u>\$ 950.33/m³</u>
Precio por m ³ de presa filtrante	\$ 2,607.996m ³

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A).- CONCLUSIONES

- Las prácticas de conservación bien planeadas, son el medio para lograr metas en la conservación y desarrollo. Un buen plan provee las pautas necesarias -- para aplicar las obras más apropiadas. El plan consiste de información técnica esencial, un registro de -- alternativas y soluciones (que se decidió que se hiciera) donde, cuando y como serán aplicadas las prácticas.
- Las prácticas más efectivas, son aquéllas desarrolladas por la gente que pueda implementarlas con la asistencia de personal técnico capacitado.
- Cuando una metodología es seguida paso a paso, el técnico siempre sabe que hacer después. La eficiencia y la confianza del técnico se desarrollará mucho más rápido y una mayor calidad de asistencia técnica será el resultado. Cuando un método paso a paso es usado, ocurren una secuencia lógica de eventos. Si cuando efectúen las prácticas no se tiene una secuencia de los pasos a seguir y son intentados hacerlos fuera de ésta, tendremos como resultado obras de mala calidad.
- El fin de un buen plan de conservación de los recursos naturales, es el "punto inicial" no el punto final. El propósito de un programa de prácticas de conserva-

ción, no es desarrollar un programa, sino más bien tener los conocimientos necesarios para que puedan ser aplicados en el sitio donde, como y cuanto se requieran.

B) RECOMENDACIONES

- Que los estudios relacionados o encaminados a hacer obras de conservación del suelo y agua, se lleven a nivel de microcuencas hidrográficas con el fin de tener un adecuado control integrado.
- Antes de empezar a hacer los trabajos, debe hacerse una adecuada divulgación en la región, con el fin de que los campesinos que participen directamente tengan conocimiento de las obras de conservación y de los beneficios que van a obtener y en el futuro, las cuiden y las conserve.
- Es necesario que se implementen amplios programas de reforestación, preferentemente a nivel nacional. Ya que la escasa vegetación como consecuencia de tala inmoderadas y el sobrepastoreo evitan el aprovechamiento de las aguas de lluvia; esto repercutirá en una mayor recarga de los acuíferos y una mayor disponibilidad de agua para diversos usos.
- En las escasas áreas boscosas que aún existen, se

debe evitar la acción del hombre (desforestación irracional) para evitar la erosión que actualmente se presenta en diversos grados, siendo necesario también que dichas áreas se cerquen para protegerlas del excesivo pastoreo.

- No obstante que en algunas áreas del Distrito Federal se han establecido prácticas de conservación tanto mecánicas como vegetativas, éstas han sido insuficientes para controlar el problema de la erosión; por lo que, es necesario que éstas se incrementen e intensifiquen.

IX. BIBLIOGRAFIA.

1. Aspectos Agroeconómicos de la Cuenca del Valle de - - México. México, D.F. 1975. S.A.R.H.
2. El abastecimiento de agua al área metropolitana de la ciudad de México. Comisión de Aguas del Valle de México. México, D.F. 1982. S.A.R.H.
3. Sosa H. A. 1962. Hacia las Cumbres de Ajusco. México Forestal XXXVI (5).- 5-8. México.
- 4.- Mooser 1961. Los Ciclos del Vulcanismo que formaron la Cuenca de México. Ingeniería y Arquitectura Vol. XV -- Núm. 3 (3-8).
5. Aguilera J.G. y Ordoñez 1895. Las Aguas del Desierto - México, Comisión Geológica de México. 34 P.P.
6. Arellano, A. R. V. 1953 y Mooser 1961. Estratigrafía de la Cuenca de México. Memoria.
7. Tamayo. J.L. 1962. Geografía General de México, Geografía física, Tomo I. 2a. Edición. Instituto Mexicano de Investigación Económica. México 229-230.
8. Mooser F. 1963. Historia Tectónica de la Cuenca de - - México. Bol. Asoc. Mexicana. Geol. Petrol. V. 15 núm. 11-12, 239-246.

9. Mooser F. y Maldonado, 1962. Mexican National Report on Vulcanology General Assembly of International Union of Geodesy and Geophysics. Sobretiro del Instituto Geofísico U.N.A.M. (ANALES), Vol. 12. p. 99-106.
10. Inventario de Areas Erosionadas en el Estado de México y Distrito Federal. Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. S.A.R.H. 1983.
11. Subdirección de Hidrología. Departamento de Cálculo -- Hidrométrico y Climatológico. S.A.R.H.
12. Dirección General de Geografía. Carta Hidrológica de - Aguas Superficiales. S.P.P. México, D.F.
13. Elementos del Escurrimiento Superficial. Félix Rodrí-- guez Toriz. Chapingo, México, 1975. p. 33.
14. Comisión Técnica consultiva para la determinación Regional de los coeficientes de Agostadero. México, Morelos y D.F. Agosto de 1979. p.p. 47 y 48. S.A.R.H.
15. Estimación del Escurrimiento Medio en Cuencas Pequeñas (Basado principalmente del resumen de S.C.S. method desarrollado por el Dr. Martín M. Fogel y adaptado del -- Soil Conservation Service, 1970. S.C.S. National - - - Engineering Handbook. Section 4. U.S. Department of - Agriculture Washington, D.C.

16. Especificaciones de los muros de piedra acomodada. - -
José Luis Oropeza Mota. Investigador del CEDAF, Colegio
de Postgraduados, Chapingo, México.
17. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Colegio -
de Postgraduados, Chapingo. México, 1977.
18. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Instructi
vo. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1977.
19. Conservación de Suelos para los países en desarrollo -
Boletín No. 30 de suelos de la F.A.O. 1976