UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA

" ESTUDIO HIDROLOGICO DEL PROYECTO DE LA PRESA AGUA COLORADA, MPIO. DE YAHUALICA JAL. "

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTAN:

FORTINO ESPARZA IÑIGUEZ

LIBORIO FIGUEROA GOMEZ

JOSE ADAN GOMEZ VARGAS

FRANCISCO AVILA ROSALES

GUADALAJARA, JAL. 1992

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD
Expediente .....
Número 0258/92

01 de Abril de 1992.

C. PROFESORES:

ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ, DIRECTOR
M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA, ASESOR
ING. RAUL TORAL FLORES, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" ESTUDIO HIDROLOGICO DEL PROYECTO DE LA PRESA AGUA COLORADA, MPIO. DE YAHUALICA JAL."

presentado por el (los) PASANTE (ES) *FORTINO ESPARZA INIGUEZ, LIBORIO FIGUEROA GOMEZ, JOSE ADAN GOMEZ VARGAS Y FRANCISCO AVILA ROSALES*
han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

srd'

ryr

Al contestar este oficio cite fecha y número

LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL. APARTADO POSTAL NUM. 129/TEL. 21-79-92

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección *ESCOLARIDAD*
Expediente .....
Número *0258/92*

01 de Abril de 1992.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
FORTINO ESPARZA INIGUEZ, LIBORIO FIGUEROA GOMEZ,
JOSE ADAN GOMEZ VARGAS, Y FRANCISCO AVILA ROSALES

titulada:

" ESTUDIO HIDROLOGICO DEL PROYECTO DE LA PRESA AGUA COLORADA MPIO. DE YAHUALICA JAL."

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ

ASESOR

M.C. SALVADOR VENA MUNGUIA

ASESOR

RAUL TORAL FLORES

srd'

ryr

A MI ESPOSA E HIJOS MOTIVOS DE MIS DESEOS DE SUPERACION.

A LA MEMORIA DE MI PADRE DE QUIEN RECIBI - TODO EL APOYO PARA MI FORMACION ACADEMICA- Y MORAL.

CON AGRADECIMIENTO A MI MADRE Y HERMANOS.

DEDICO ESTA TESIS A MIS PADRES POR EL GRAN ESFUERZO REALIZADO PARA MI FORMACION ACADEMICA, ASI MISMO A MI ESPOSA Y HERMANOS QUE ME APOYARON EN TODO MOMENTO.

DEDICO ESTA TESIS CON TODO AGRADECIMIENTO A LA MEMORIA DE MIS PADRES, YA QUE SIN ELLOS NO HAYA SIDO POSIBLE PORQUE ME DIERON LA VIDA, ASI MISMO A MIS HERMANOS, ESPOSA E HIJOS, QUE CON SU APOYO Y CONFIANZA ME AYUDARON EN TODO MOMENTO.

A MIS PADRES

VITTA GOMEZ ZARATE (+)

RICARDO FIGUEROA BEJARANO

QUE SE SACRIFICARON POR VER TERMINADOS MIS ESTUDIOS

A MIS HERMANOS

ESTHER

ROBERTO

MA. ELENA

OSBELIA

MANUEL

ROSA MARINA

ANGELICA

PRINCIPALMENTE A ESTHER, QUE POR SUS SABIOS CONSEJOS Y APOYO INCONDICIONAL NO HUBIESE SIDO POSIBLE LA CULMINACION DE MI CARRERA.

A MI ESPOSA Y MIS HIJOS

MARTHA ALICIA SOTO AGUIRRE

VICTOR DAVID

MARTHITA CITLALLI

QUE SON MOTIVO Y RAZON DE CONTINUAR VIVIENDO CON ALEGRIA.

A MI AMIGO

ING. MARIO DAVILA SANCHEZ

AMIGO PROFESIONAL QUE SUPO DARME ANIMO PARA CONTINUAR ESTUDIANDO.

ESTUDIO HIDROLOGICO DEL PROYECTO DE LA PRESA
"AGUA COLORADA"
MUNICIPIO DE YAHUALICA, JALISCO

I N D I C E

CAPITULO I INTRODUCCION

1.1 Introducción
1.2 Antecedentes
1.3 Objetivos
1.4 Justificación

CAPITULO II GENERALIDADES

2.1 Objetivos del Estudio Hidrológico
2.2.Ciclo Hidrológico
2.3 Relación con Otros Estudios

CAPITULO III CUENCA

3.1 Aspectos Generales de la Cuenca
3.2 Area de la Cuenca
3.3 La Boquilla
3.4 El Vaso
3.5 Gráfica Area y Capacidad

CAPITULO IV REGIMEN DE LA CORRIENTE

4.1 Determinación del Régimen de la Corriente
4.2 Método Directo
4.3 Método Indirecto

CAPITULO V PRECIPITACION

5.1 Precipitación
5.2 Precipitación Media Anual
5.3 Precipitación Media Anual Real de la Cuenca
5.4 Precipitación Media Anual de la Estación Base
5.5 Factor de Corrección de la Precipitación
5.6 Porcentaje de Variación
5.7 Precipitación Media Anual Real en la Cuenca del Proyecto

CAPITULO VI ESCURRIMIENTO

6.1 Escurrimiento
6.2 Coeficiente de Escurrimiento
6.3 Método Para Determinar el Coeficiente de escurrimiento
6.4 Volumen Escurrido

CAPITULO VII EVAPORACION

7.1 Evaporación
7.2 Evaporación Media Anual
7.3 Evaporación Neta
7.4 Volumenes Evaporados

CAPITULO VIII DETERMINACION DE LAS LAMINAS DE RIEGO

8.1 Uso Consuntivo
8.2 Cálculo de la Demanda Anual
8.3 Cálculo de la Ley de Demanda

CAPITULO IX APROVECHAMIENTO

9.1 Capacidad Optima
9.2 Capacidad de Azolves
9.3 Capacidad total
9.4 Capacidad Util
9.5 Cálculo de las Pérdidas
a) Volumenes Derramados
b) Volumenes Evaporados
9.6 Cálculo de los Volumenes Aprovechables y Superficie Beneficiada
9.7 Cálculo de la Ley de Demanda
9.8 Otros Beneficios

CAPITULO X FUNCIONAMIENTO ANALITICO DEL VASO

10.1 Funcionamiento del Vaso

CAPITULO XI REGULARIZACION DE LA AVENIDA MAXIMA

11.1 Definición de la Avenida Máxima
11.2 Factores que Efectuan la Magnitud de la Avenida Máxima

CAPITULO XII RESUMEN DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

CAPITULO XIII CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA

13.1 Conclusiones y Recomendaciones
13.2 Bibliografía

REPORTE DE ANOMALIAS

CUCBA

A LA TESIS:

LCUCBA02638

Autor:
Esparza Iñiguez Fortino & Otros

Tipo de Anomalia:

Errores de Origen:

Tesis sin foliar

C A P I T U L O

I

I N T R O D U C C I O N

I.- INTRODUCCION

1.1- Introduccion:

El agua ha sido y seguirá siendo un elemento indispensable en la productividad del suelo. Su aprovechamiento mediante obras Hidráulicas hace posible el desarrollo de cultivos en todos los casos en que la precipitación pluvial es insuficiente o mal distribuida con respecto al periodo vegetativo de las plantas. En la producción del suelo reside la base de la alimentación y el mejoramiento de los pueblos en todos los órdenes.

En contados lugares y ocasiones se presenta de manera natural en armónica combinación de Agua-Suelo, condiciones climatológicas propicias para la producción de cosechas abundantes, por lo que en la mayoria de los casos se hace necesario conseguir armonía por medios artificiales.

En México, donde las precipitaciones pluviales son muy irregulares y solo son favorables para la agricultura en areas muy reducidas, el riego seguro es una necesidad de importancia vital, para aumentar la producción agricola, base para nuestro desarrollo industrial.

Vivimos en una época de acelerado progreso tecnológico incontenible explosión demografica y asombrosa expansión urbana, que se asentúa el atraso en que aun se encuentra el sector Rural, que en la actualidad está integrado por mas del 40% de la población.

La solución de éste problema demanda entre otras cosas el aprovechamiento equilibrado de los recursos naturales como el agua y la tierra, por lo cual se tiene que aplicar una política ágil y adecuada, teniendo a vencer los contrastes que existen no solo en el aspecto fisiográfico, que es determinante en la distribución de nuestra población y en los diferentes grados de desarrollo regional, sino tambien en el aspecto económico.

Debemos encarar la realidad, abundan en nuestro País -- las montañas, las tierras erosionadas, los desiertos y los - terrenos pantanosos. Los recursos Hidráulicos alcanzan hasta ahora sólo el 15% de la disponibilidad nacional. En las' zonas del País que desde "0" a 500 mts. sobre el nivel del - mar, existen el 85% de nuestros recursos hidráulicos y la habitan apenas el 30% de la población. En cambio en las zonas arriba de ése nivel donde vive el 70% sólo cuenta con el 15% de los recursos Hidráulicos.

Son dramaticos en el campo mexicano, los bajos niveles' de ingresos, la comunicación, la insalubridad, la ignorancia la falta de vivienda decorosa, y de obras de infraestructura para transformar su medio socio-económico, así como la escasez de crédito para hacer producir la tierra de tal manera - que le permita al campesino un desarrollo sano y limpio, especificamente me refiero a la comunidad de "Agua Colorada" - Mpio. de Yahualica, estado de Jalisco, que se localiza en la cuenca hidrológica del rio verde.

1.2- Antecedentes:

Un grupo de numerosos pequeños propietarios de la comunidad rural de "Agua Colorada", desde hace varios años han - venido solicitando a la SARH, se les construya una obra Hi-- dráulica con el objeto de incrementar y mejorar su producción Agrícola.

Mediante la construcción de Obras de Riego, las poblaciones ruralea tendrían una gran mejoría logrando así una mejor productividad Agrícola, una adecuada alimentación, un incremento económico razonable y la generación de fuentes de - trabajo, evitando con ésto último, el flujo de personas de - las poblaciones rurales a los centros de población más im- - portantes, cercanos a la zona del proyecto, para citar algunos centros urbanos a la zona diremos que son: Yahualica, -- Tepatitlán, Guadalajara y Aguascalientes.

Con éste proyecto se pretende además presentar un analisis en el que se demuestre la posibilidad de aprovechar los' Recursos Hidrológicos y Agrológicos mediante una Obra Hidráulica para riego, la planeación que se hace del mismo y la -- evaluación técnica, económica y social nos permite apreciar' la prioridad del proyecto.

La zona cultivada por P.P. es en su mayoría de temporal las comunidadea que se beneficiarian en la zona son: Agua - Colorada, Rio Colorado, Las Partidad.

Vias de Comunicación para llegar al lugar del proyecto' saliendo de Guadalajara a Tepatitlán, 5 Km. antes de llegar' a Tepa, hay una desviación a Yahualica y a 55 Km. está la -- zona, hay salidas de autobuses cada hora de Guadalajara, que son los Norte de Jalisco, comenzando a las 6:00 hrs. hasta - las 20:00 Hrs.

Energía Eléctrica; en la actualidad las poblaciones a - beneficiar ya cuentan con el servicio de Energía Eléctrica,' y está proporcionado por C.F.E., Sub-Estación Tepatitlán.

Salubridad; en la zona del proyecto no existen servi-- cios asistenciales ni preventivos, se tiene que trasladar a' la población de Yahualica para recibirlos.

Vivienda; dentro de la zona de estudio se detectaron - un promedio de 3,105 viviendad (casa habitación), en total - desglozandose el dato diremos que 685 estan consideradas como ubicación urbana y 2,420 en rural. El promedio de habi-- tantes por vivienda resultó ser de 5.8.

Alimentación; la alimentación básica de la población es en base al maíz, frijol y chile, siendo la carne, leche y -- huevos y legumbres, artículos consumidores de 2 veces por semana.

Con el futuro proyecto ya realizado se pretenden irri-- gar una superficie de 650 has. aprovechando el volumen de la presa de almacenamiento de 9'500,000 m^3, beneficiando un total de 425 familias.

1.3- Situación Geográfica;

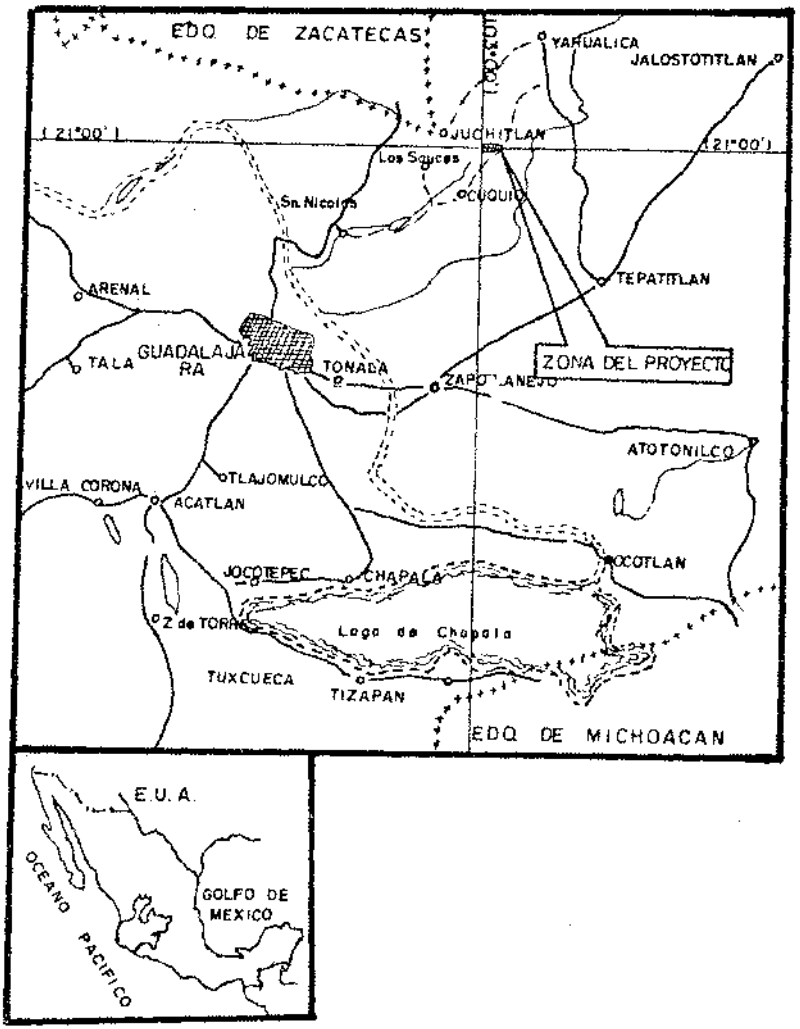
El sitio en estudio se encuentra localizado en el Municipio de Yahualica.

Para llegar al proyecto (Cortina de la Presa), se parte de la Cd. de Guadalajara por la carretera Federal No. 41 que va a Zacatecas y recorriendo 49 Km., llega a Ixtlahuacan del Rio, y se continua por la carretera Estatal que pasa por --- Cuquio y a 17.5 Km. adelante de éste está el Rio Colorado -- que atraviesa la carretera, se toma la brecha a mano derecha y a 0.7 Km. está la boquilla del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en las siguientes ---- coordenadas geograficas.

Lat. Norte 21° 06'
Longitud 102° 52
Altitud 1780

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA



1.3- Objetivos:

1.- Dar a conocer a los productores de temporal la importancia que se tiene en el uso del agua de riego para la eficiencia en la producción, asegurando sus cultivos con óptimos rendimientos y siendo posible la obtención de 2 cosechas al año, tan solo con la construcción de un almacenamiento con su red de canales, ya que el lugar apropiado para la obra se tiene así como una buena precipitación, haciendo ésto posible llegar el agua rodada a las parcelas, lo que nos daría un buen beneficio con un mínimo de inversión, lo que hace necesario los usuarios productores se capaciten para la realización de los riegos y el agua almacenada sea lo más eficiente posible, y se tenga una eficaz distribución de ésta por lo que se recomiendan sean métodos de riego adecuados a los cultivos que se implantan.

1.4- Justificación:

En la zona de los Altos de Jalisco, la precipitación anual es de 750 mm. a 900 mm. anuales, distribuidos en 2 épocas, sequías y lluvias, y éstas a su vez de Octubre a Mayo sequías, de Junio a Septiembre lluvias, lo que hace necesario la aplicación de agua por medio de métodos artificiales para tener un buen desarrollo de cultivos con una producción ya que los usuarios productores de esta zona éste es su principal medio de subsistencia económica para su familia, y dandole un mayor beneficio por hectárea, su ingreso anual mejoraria considerablemente dando un mejor nivel de vida.

C A P I T U L O

I I

G E N E R A L I D A D E S

II.- GENERALIDADES

2.1- Objetivos del Estudio Hidrológico:

Hidrología: Es la ciencia que trata sobre el agua, su ocurrencia, circulación y distribución sobre y debajo de la superficie de la tierra.

La hidrología es importante en todos los problemas de la Ingenieria que involucra el aprovechamiento del agua.

Los principales objetivos de la hidrología se puede dividir en 2 grandes grupos:

1.- Conocimiento de la cantidad, frecuencia y naturaleza del agua sobre la superficie terrestre. Esto es útil para el diseño de instalaciones de irrigación, abastecimiento de agua potable, aprovechamientos hidroeléctricos y navegación de rios.

2.- Obtención de la Avenida Máxima, frecuencia con que puede ocurrir el ciclo regular, para lo cual es necesario considerar el diseño de vertedores, puentes y drenajes en general.

2.2- Ciclo Hidrológico:

El ciclo hidrológico es de importancia básica para determinar el campo de la hidrología.

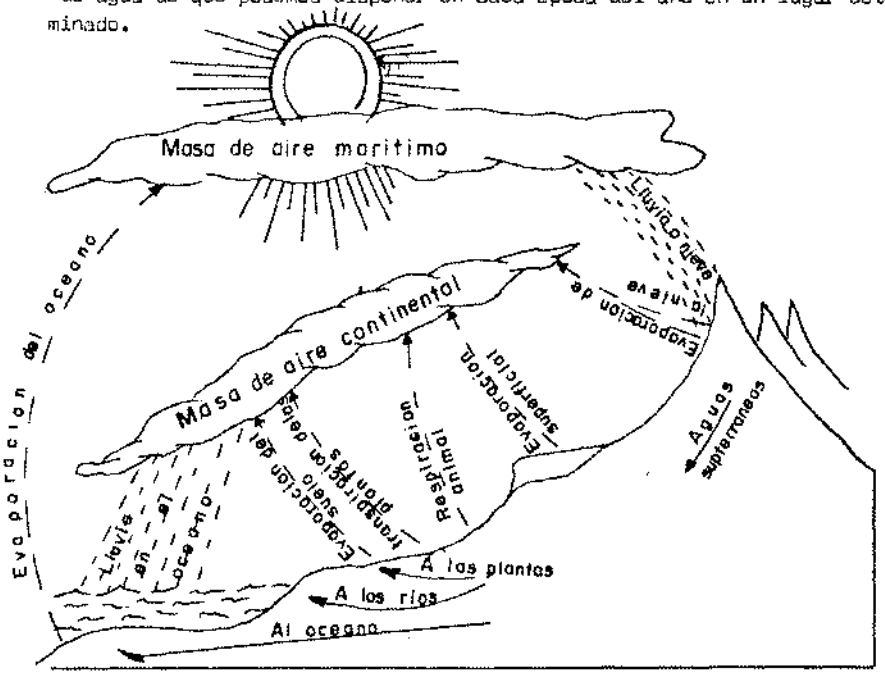
El ciclo hidrológico es un término descriptivo aplicable a la circulación del agua (figura # 1), por ser un ciclo podemos empezar en cualquier punto. Si iniciamos en la evaración de los océanos, éste vapor es transportado por las masas de aire en movimiento, al considerarse la condensación forma nubes que a su vez puede ocasionar precipitaciones. De la superficie, otra escurre sobre ella y la restante penetra al suelo.

El Agua que permanece en la superficie es devuelta a la

atmósfera por evaporación y por la transpiración de la planta. La parte que escurre por la superficie es drenada por arroyos y rios hasta el océano, aunque algunas partes se pierde por evaporación, el agua que se infiltra satisface en la humedad del suelo y abastece los depósitos subterraneos, puede fluir hacia las corrientes de los rios o bien descargar en los océanos, el agua que queda detenida en la capa vegetal del suelo es regresada a la atmósfera por la transpiración de la planta.

Esta determinación simplificada del ciclo hidrológico es de tipo cualitativo y en ella no se ha incluido el tiempo.

El estudio puramente hidrológico nos indica la cantidad de volumen de agua de que podemos disponer en cada época del año en un lugar determinado.



2.3- Relación con Otros Estudios:

La elevación del estudio hidrológico para presas de almacenamientos, se requiere de la continua relación con otros estudios, siendo los más intimamente ligados los Topográficos, Geológicos y Agrológicos.

Los estudios topográficos son importantes porque nos proporcionan los datos de la superficie de la cuenca, superficie y capacidad del vaso, forma y dimenciones de la boquilla y localización de la obra.

Los estudios geológicos son tambien importantes ya que nos indican el eje de la boquilla más apropiado porque las características de carga como en permeabilidad, así como la correcta profundidad para el desplante de la presa.

La Zona de riego o zona por beneficiar debe cumplir con ciertos requisitos para hacer atractiva la obra y ésto solo será posible cuantificandolo por medio del estudio Agrológico

Una relación directa la podemos ver podemos confirmar o ver en el siguiente ejemplo:

Si el estudio hidrológico nos determina que la altura óptima es de 30.00 mts. sobre el cauce del rio en el eje topográfico más recomendable y el estudio geológico nos recomienda una altura máxima de 15.00 mts., debemos modificar nuestro parametro y hacer una evaluación socio-económica para deducir las conclusiones más convenientes, ésto es, si la presa se construye con 15.00 mts. de alto exclusivamente o se busca otro eje geológico más recomendable aunque sea menos favorable topofráficamente.

Otro ejemplo podría ser el hecho de que el estudio hidrológico nos recomienda almacenar 20 millones de m^3 para regar 2,300 has., pero el estudio agrológico nos dice que solo hay 1,200 Has. factibles de poner bajo riego, en éste caso los resultados óptimos hidrológicos tendran que reducirse hasta ajustarse a los resultados agrológicos y éstos a su vez se analizaran con un estudio de costos para evaluar el costo por hectárea beneficiada.

C A P I T U L O

I I I

C U E N C A

III.- CUENCA

3.1- Aspectos Generales:

La cuenca de una corriente es el área que recibe la precipitación pluvial y que proporciona el vaso, parte de ésa precipitación por medio de la red de escurrimientos que se encuentra dentro de ella.

En el hidrológico es difícil distinguir una cuenca grande de una pequeña, considerando solamente su área. El escurrimiento del agua en una cuenca depende de diversos factores, siendo uno de los más importantes las características fisiográficas. Entre las que se pueden mencionar principalmente:

El área.
La Pendiente.
Características del Cauce Principal. — Longitud. Pendiente.
Elevación de la Cuenca.
Red de Drenaje.
Pendiente del cauce.

La cuenca de una corriente está limitada por la línea del parteaguas, que es una línea imaginaria que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento, originado por la precipitación, hacia el punto de salida cuando la cuenca está abierta.

El parteaguas está formado por todos los puntos de mayor nivel topográfico y cruza a la corriente en punto de salida.

En los casos en que la cuenca de una corriente es demasiado grande se recomienda dividirlas en cuencas tributarias que a su vez estaran por parteaguas interiores.

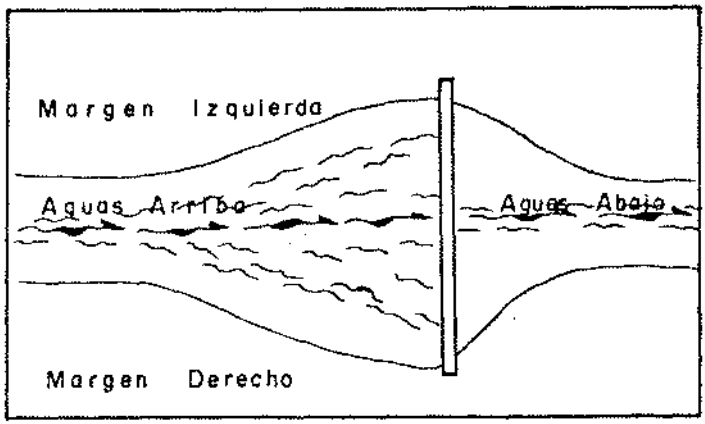
3.2- Area de la Cuenca:

El área drenada por una cuenca es el área en proyección horizontal encargada para la línea del parteaguas.

Se puede determinar por medio de un levantamiento topográfico obien, la comisión de estudios del territorio nacional "INEGI", edita hojas topográficas donde se puede seguir' facilmente la línea del parteaguas y con la ayuda de un planímetro se determina la superficie que debe de ser en Km^2.

3.3- Boquilla:

La boquilla se localiza en la parte final de la cuenca' y él es el origen de donde saldran los canales principales. Es también el eje de nuestra obra hidráulica, ya que a partir de ella se denominaran Aguas Arriba, a la parte por donde recibe el agua la boquilla, y Aguas Abajo de la Dirección o zona opuesta: (fig. 3.3.1.).



3.3.1.

Nota 1.- En algunos casos, en otras obras las extracciones van al rio y posteriormente se derivan.

En la boquilla se construirá la Presa, por lo que debe' ser cuidadosamente escogida. Se buscará el lugar más adecuado topográficamente, o sea donde exista una escotadura que nos permita la construcción de una obra de poco volumen y al

mismo tiempo se obtenga una capacidad considerada en el volumen de agua capaz de retener.

Muchas veces la boquilla topográficamente más recomendable es la más adecuada por razones geológicas.

3.4- El Vaso:

El vaso es el recipiente en donde estará almacenada el agua que a su debido tiempo será utilizado para el riego de los cultivos cuando éstos lo requieran por que la precipitación pluvial no sea suficiente para satisfacer sus necesidades. Es también la parte más baja de la Cuenca.

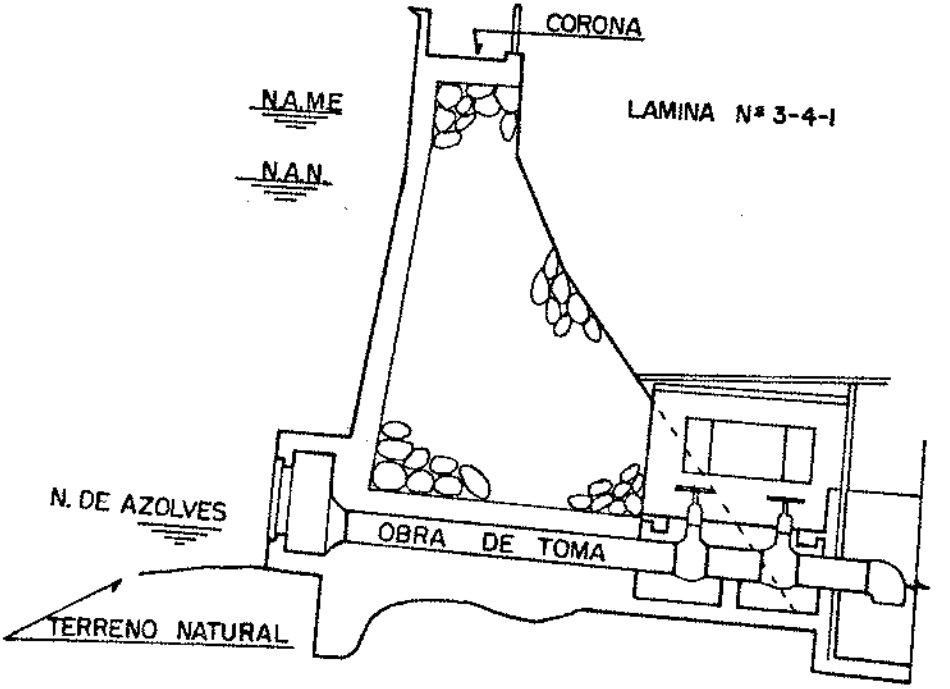
En el vaso deben considerarse tres niveles de capacidad.

El nivel de azolves, es el nivel de la capacidad útil de aguas normales y el nivel de la sobre elevación por efectos de regularización de avenidas o nivel de aguas máximas extraordinarias.

El nivel o capacidad de azolves es un remanente que se deja en la presa para que sea llenado por la precipitación de los materiales en suspensión que acarrea la corriente a su paso por el cauce del río. Dentro de la SARH, se ha considerado que éste volumen es del orden de 0.15 a 0.20%, del escurrimiento como se proyecta para su vida útil de 25 años, el porcentaje de azolves resulta del 3.15% al 5.0% del escurrimiento medio anual (promedio de escurrimiento anual).

El nivel de aguas normales es el nivel hasta donde se encuentran el vertedor de demasías, se denomina capacidad total de la presa a la capacidad de almacenamiento que tiene el vaso hasta ésta altura. La diferencia de ésta capacidad total, menos la capacidad de azolves se denomina "Capacidad Útil", y es la que podemos contar para riegos.

Se denomina NAME, o Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias, a la altura máxima que puede alcanzar el agua en un tiempo corto, (Fig. 3-4-1).



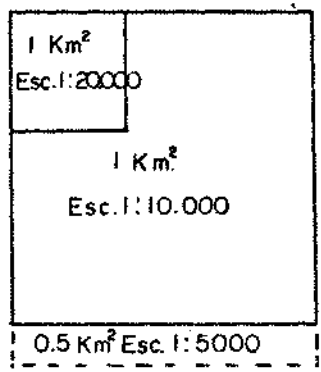
NAME = Nivel de Aguas Maximas Extraordinarias.
N.A.N. = Nivel de Aguas Normales.

3.5- Gráfica de Area y Capacidad:

Para sacar la gráfica ocupamos de tener el plano topográfico del vaso y utilizando el planímetro, debemos determinar las areas y capacidades para cada curva de nivel y para la totalidad del embalse.

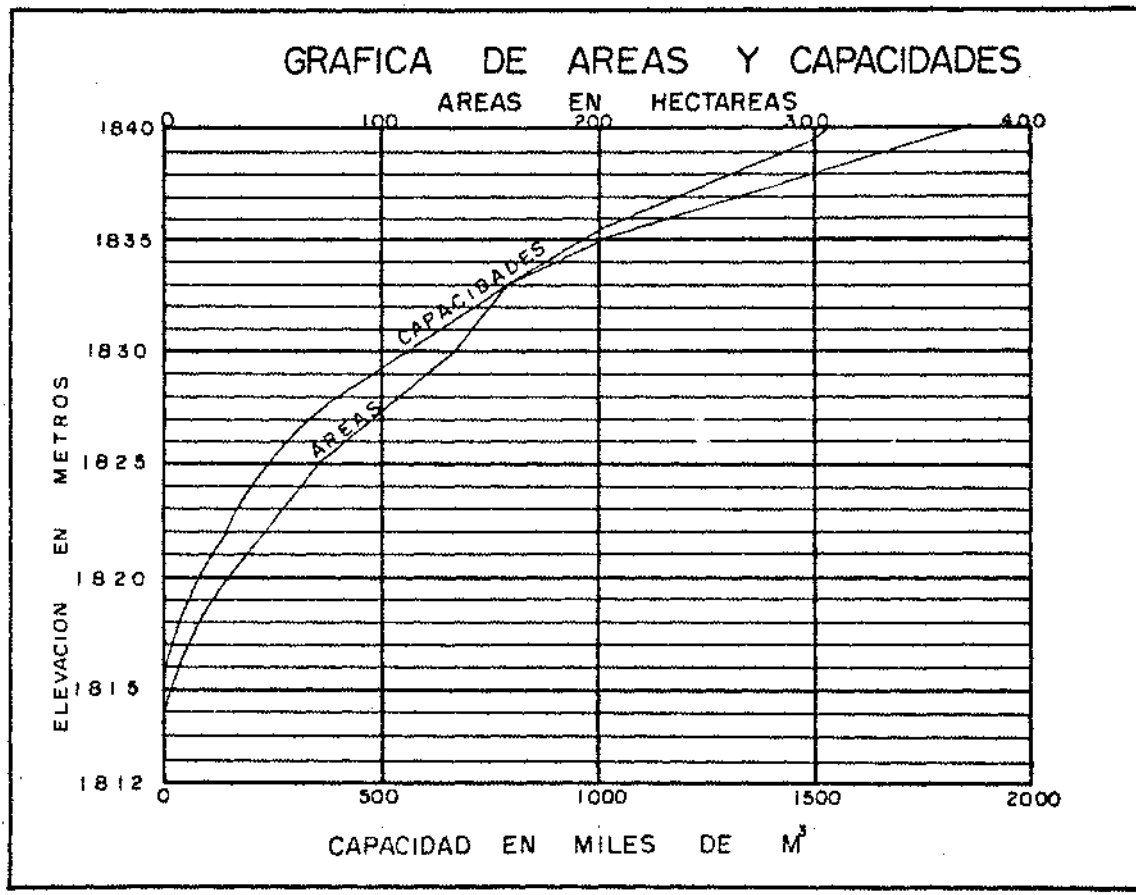
En el planímetro para escala 1:10,000, la gradulación -- vernier representa décimas de ha. y las restantes cifras has. enteras.

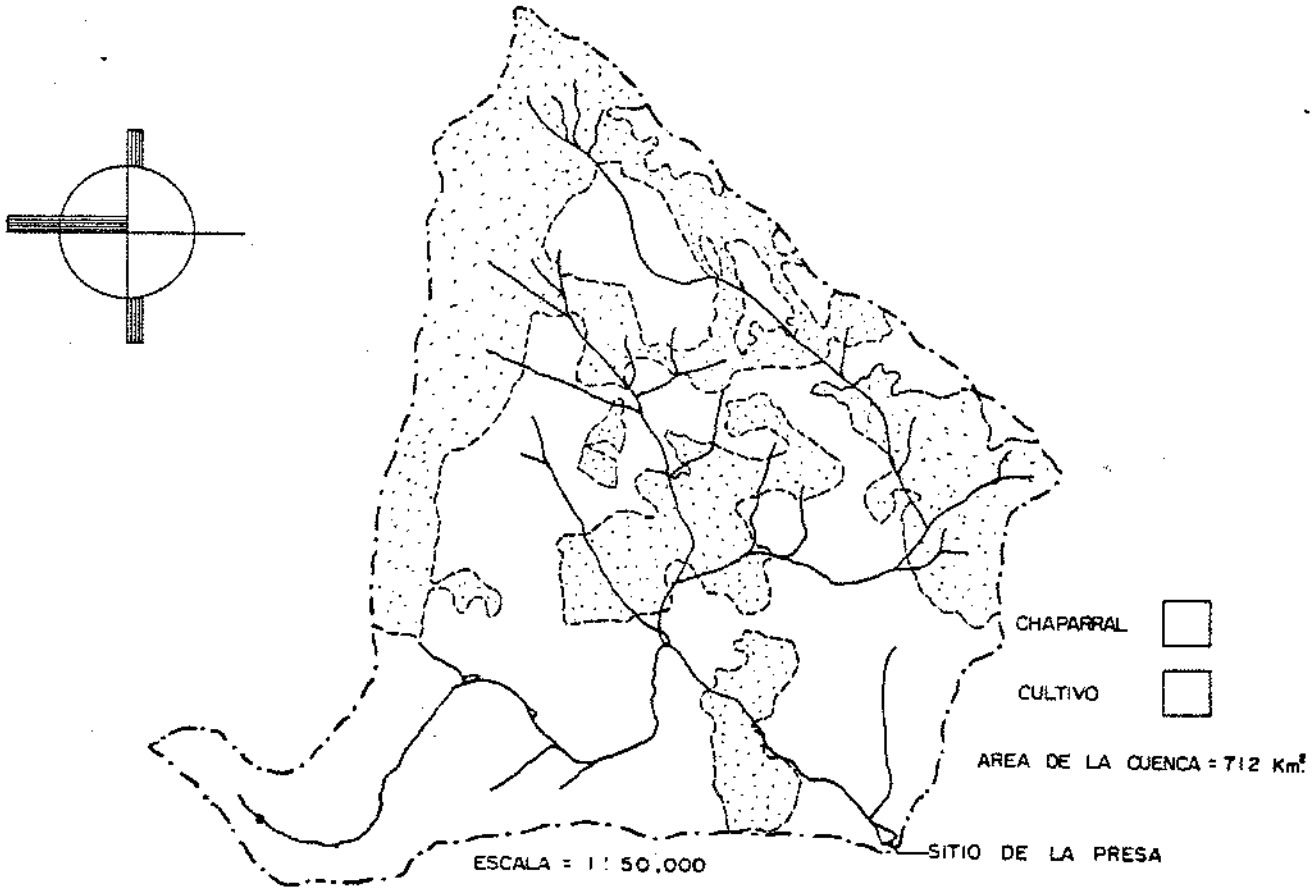
Tomando como base la escala 1:10,000 al pasar a otra escala si ésta es mayor se multiplica la diferencia en las lecturas por una constante de conversión que es válida sólo para la escala determinada, los factores de conversión se ejemplican graficamente como sigue:



En la gráfica vemos que para escala 1:20,000 la superficie se reduce cuatro veces, quedando la superficie real representada multiplicada cuatro veces más, de ahí consideramos -- que el factor de conversión de la escala 1:10,000 a la ------ 1:20,000 es cuatro.

Para pasar de escala 1:10,000 a 1:5,000 vemos graficamente que el área aumenta cuatro veces, si queremos representar en Km^2, por lo tanto el Km^2 en la escala 1:10,000 representa en escala 1:5,000 1/2 Km^2, por lo tanto el factor de conversión es 1/4.


GRAFICA DE AREAS Y CAPACIDADES
AREAS EN HECTAREAS
0
100
200
300
400
1840
1835
1830
1825
1820
1815
1812
ELEVACION EN METROS
CAPACIDADES
AREAS
0
500
1000
1500
2000
CAPACIDAD EN MILES DE M³


CHAPARRAL
CULTIVO
AREA DE LA CUENCA = 712 Km²
SITIO DE LA PRESA
ESCALA = 1 : 50,000

C A P I T U L O

IV

REGIMEN DE LA CORRIENTE

IV.- REGIMEN DE LA CORRIENTE

4.1- Determinación del Régimen de la Corriente:

El conocimiento del régimen de la corriente de un rio, no puede hacerse sino en virtud de la determinación de los gastos hidráulicos escurridos por él, durante el periodo de tiempo mayor posible y el procedimiento para determinar el valor de coeficiente de escurrimiento para un aprovechamiento en estudio y ésta determinación solo puede obtenerse por cualquiera de los procedimientos siguientes:

a).- Directamente por medio de Aforos.

b).- Indirectamente en forma aproximada, deduciendo los gastos en función de los datos que proporcionan las estaciones termo-pluviométricas.

4.2- Método Directo:

Estos métodos consisten en la observación directa de los escurrimientos del rio, a traves de estaciones de aforo durante algun tiempo considerable, que a medida que se amplia permitirá obtener un mejor conocimiento de la corriente.

Si las estaciones de aforo, se localizan dentro de la cuenta, o un poco afuera, pero sobre la misma corriente, se deberá hacer una correción de superficie.

Por lo general, no existen estaciones aforadoras sobre las corrientes en que se pretendan construir alguna presa. Por tal motivo, casi siempre se recurre a los métodos indirectos.

4.3- Métodos Indirectos:

Estos métodos, estan basados en los datos que proporcionan las estaciones termo-pluviométricas.

Deduciendo los gastos en función de los tres factores --

analíticos que los produce, a saber, la precipitación, el -- área de la cuenca y el coeficiente de escurrimiento.

La Precipitación: Es el agua que en cualquier estado físico recibe la superficie terrestre proveniente de la atmósfera.

El Area de la Cuenca: Como ya se vió en el punto 3.2, - la superficie de la cuenca determina en base del plano topográfico y con ayuda del planímetro.

Coeficiente de Escurrimiento:

$$Ce = \frac{\text{Volumen Escurrido}}{\text{Volumen Llovido}} \times 100$$

VII= Ac x Pm

Ve = Observaciones en estudios de aforos

Ve = Ac x Pm x Ce

Utilización: Se empleará determinar los escurrimientos' probables en forma aproximada.

Factores: Dependen fundamentalmente de 3 factores

a).- Precipitación
b).- El tipo de Suelo (interesa en cuanto a su mayor o' menor permeabilidad).
c).- Uso o cubierta del Suelo.

Otro factor que es la pendiente media de la cuenca no - se ha tomado en consideración.

C A P I T U L O

V

P R E C I P I T A C I O N

V.- PRECIPITACION

5.1- Precipitación:

Precipitación es el agua que en cualquier estado físico recibe la superficie terrestre proveniente de la atmósfera.

Para que se origine la precipitación, es necesario que una parte de la atmósfera se enfrie hasta que el aire se satu re con el vapor de agua, originandose la condensación del vapor atmosferico. El enfriamiento de la atmósfera se logra por la elevación del aire.

5.2- Precipitación Media Anual:

Para sacar la precipitación media anual, que es el promedio de las precipitaciones anuales en un periodo considerado, su valor se obtiene sumando las precipitaciones pluviales diarias de cada año, recopiladas en las estaciones climatológica y se divide ésta suma entre el número de años que la estación ha registrado, (lámina 5.2.1.).

La precipitación normalmente se obtiene de estaciones climatológicas que se encuentran cercas de la localización de la obra. Pero a nosotros nos interesa la precipitación real en el centro de gravedad de la cuenca que estudiamos.

5.3- Precipitación Media Anual Real en la Cuenca:

Esta precipitación es la verdadera que ocurre dentro de la cuenca. Para determinarla es necesario calcular primero:

a).- La precipitación media anual en el centro de gravedad de la cuenca.

b).- La precipitación media anual en la estación base.

c).- El factor de corrección de la precipitación.

5.4- Precipitación Media Anual en el Centro de Gravedad de la cuenca:

Para obtener la precipitación media anual en el centro de gravedad de la cuenca, es necesario localizar las estaciones pluviométricas más convenientes por relativa proximidad de la misma y con el mayor número de observaciones posibles. Se escogen las que tengan período comun (igual número de años de observación), y en un mínimo de tres estaciones, procurando que abarque en su totalidad la cuenca.

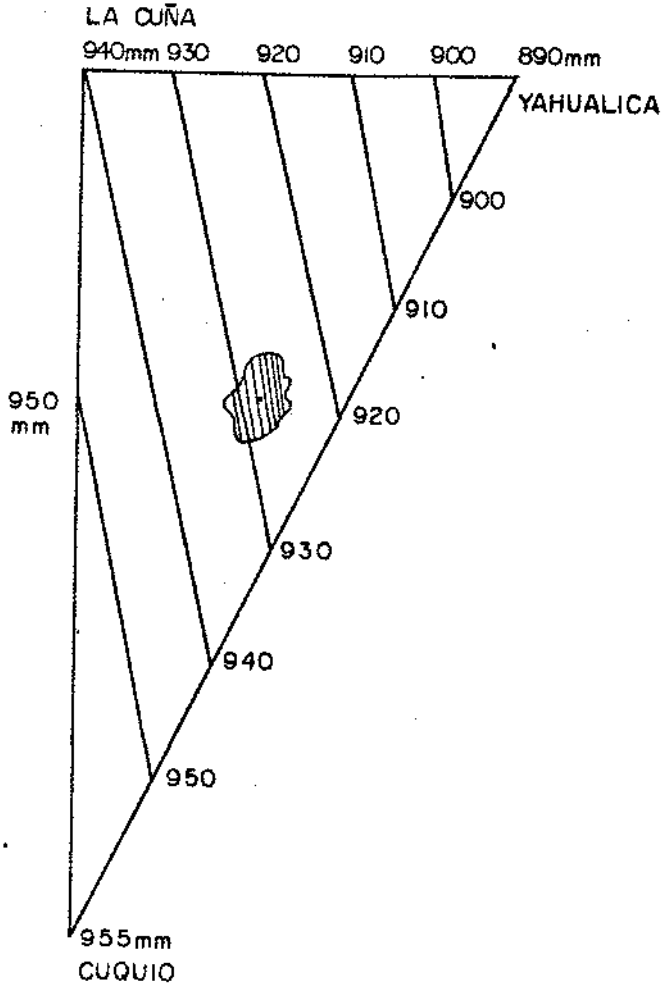
Auxiliados en éstas tres estaciones pluviométricas y por el método de triangulo determinamos las isoyetas correspondientes a la precipitación media anual de cada estación (lámina 5.4.1.).

Las isoyetas son curvas que unen puntas de igual precipitación.

De éstas condiciones las isoyetas resultan paralelas y equidistantes, motivo por el cual, el centro de gravedad de la cuenca le corresponde una precipitación sensiblemente igual a la precipitación media anual de la cuenca.

Si el periodo considerado para realizar las isoyetas fué amplio, la precipitación en el centro de gravedad de la cuenca será igual a la real de la cuenca.

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA



TRIANGULO DE ISOYETAS

5.5- Precipitación Media Anual en la Estación Base:

Como generalmente el periodo considerado para construir las isoyetas no es lo suficientemente amplio para darnos una idea de las fluctuaciones del escurrimiento y por consiguiente del comportamiento del vaso, hay necesidad de ampliar el periodo considerado, para ello se supone que dentro de la zona abarcada por las isoyetas, se tiene la misma ley de variación de la precipitación, es decir, que cuando en las estaciones consideradas aumenta la precipitación, en una estación ficticia ubicada en el centro de gravedad de la cuenca, ocurre lo mismo y viceversa.

Basandose en lo anterior se elige la estación pluviométrica más conveniente como "Estación Vaso", debiendo ser de preferencia la más cercana al centro de la cuenca y contar con el mayor número de registros mensuales de precipitación. Como se puede satisfacer las dos condiciones anteriores, generalmente se prefiere la que reune la segunda condición, a fin de contar con un mayor periodo para los analisis posteriores.

5.6- Factor de Corrección de la Precipitación:

Elegida la estación base, se divide el valor de la precipitación media anual en el centro de gravedad de la cuenca entre la precipitación media anual de la estación base. Al cociente de ésta relación se le llama "Factor de Corrección de la Precipitación".

Teniendo el valor anterior, bastará multiplicar por éste coeficiente las precipitaciones mensuales registradas en la estación base, para deducir la precipitación media anual real de la cuenca.

5.7- Porcentaje de Variación:

El porcentaje de variación, es la oscilación en la cantidad de precipitación, tomando en base de la diferencia de los promedios de las precipitaciones mayores y menores de la media anual entre la precipitación media anual real de la cuenca, multiplicando por 100 (lámina 5.7.1.).

$$\% \text{ Var.} = \frac{\text{Prom. Mayor Media Anual.- Prom. Menor Media Anual}}{\text{Precipitación Media Anual Real}} \times 100$$

5.8- La Precipitación Media Anual Real en la Cuenca del Proyecto "Agua Colorada".

Conforme a todo lo anterior, para elaborar el plano de' Isoyetas y determinar la precipitación media anual en el centro de gravedad de la cuenca del proyecto "Agua Colorada" -- tomamos las siguientes estaciones pluviométricas.

La Cuña Yahualica	Pm - 940
El Estribón Yahualica	Pm - 890
Cuquio	Pm - 955

Segun el plano de isoyetas (lámina 5.4.1.) la precipitación media anual en el centro de gravedad de la cuenca resultó ser de 935 mm/.

La estación base elegida fué la de Cuquio con una precipitación media anual de 955.27 mm. (lámina 5.2.1.).

El factor de corrección de nuestro proyecto quedó determinado en (0.97).

$$F = \frac{935}{955.27} = 0.97$$

Haciendo la corrección de la estación base, la precipitación media anual real en la cuenca se determina en:

$$Pmr = (.97)\ (955.27) = 926.61 \text{ MM.}$$

Teniendo los datos de precipitación mayores y menores - de la media anual, procedemos a calcular el porcentaje de -- variación (lámina 5.7.1.), el cual quedó determinado en ---- 28.11%.

$$\%Var = \frac{(1085.8) - (825.3)}{926.6} \times 100 = 28.11\%$$

CALCULO DE LA EVAPORACION NETA.

DATOS DE EVAPORACION.

ESTACION Cuquio

LAT. 20° 57' N. NOMBRE DEL PROYECTO:

LONG. 103° 02' WG ALTITUD 1799 mts Cuacuala

ESTADO Jalisco

AÑOS	EVAPOR. ANUAL	AÑOS	EVAPOR. ANUAL
1974	2029.8		
1975	1711.7		
1976	1830.7		
1977	1624.4		
1978	1632.6		
1979	2126.3		
1980	1941.9		
1981	1786.2		
1982	2020.1		
1983	2215.1	SUMA.	18,718.8
		PROMEDIO	1,871.8

E.N.= E.m = 0.77 - P.m.(1-c).

E.N.= Evaporacion neta en m.m.

E.m.= Evaporacion media anual en m.m.

R.m.= Precipitacion media anual observada en m.m.

c = Coeficiente de escurrimiento.

E.m.= 0.77 = 1871.8 x .77 = 1,441.29

P.m. (1-c) = 955.2-(1-1.7) 792.82

∴ E.N. = 648.47

CALCULO DEL PORCENTAJE DE VARIACION.

PRECIPITACIONES EN m.m.			
MEDIA ANUAL OBSERVADA.			
MAYORE QUE LA MEDIA	ANUAL	MENORES QUE LA MEDIA	ANUAL
985.6		836.5	
1004.8		862.7	
1350.8		717.0	
995.4		923.6	
1092.5		783.8	
SUMA	5,429.1		4,123.6
PROMEDIO	1,085.8		825.3
	DIFERENC.	260.5	

% Vi = P.MAY.- P.MEN = 100

% Vi = 1085.8 - 824.7 = 100

% Vi = 28.1

LAMINA Nº 5-7-1

3-4-3

DATOS DE PRECIPITACION ESTACION CUQUIO

LAT. 20° 55° N LONG. 103° 03° W.G. ALT. 1799 ESTADO JALISCO

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DICMB.	ANUAL
1974	0.0	0.0	0.0	16.0	10.0	192.5	136.0	133.0	272.0	22.0	14.6	40.5	836.5
1975	6.5	41.0	0.0	33.5	32.2	144.9	221.9	380.2	66.4	33.0	4.5	21.5	985.6
1976	10.3	38.0	30.4	54.5	58.1	140.2	177.1	212.6	151.7	128.9	0.0	3.0	1000.4
1977	72.0	0.0	4.5	7.8	62.2	283.1	221.7	260.8	291.1	104.6	45.6	7.4	1350.8
1978	5.1	41.6	77.2	4.3	34.6	117.5	224.5	183.9	84.4	68.7	0.0	80.9	862.7
1979	11.0	0.8	0.0	0.0	16.0	84.0	140.5	236.7	164.7	53.5	0.0	9.8	717.0
1980	0.0	38.3	0.0	0.0	0.0	344.5	235.2	128.6	218.3	12.5	18.0	0.0	995.4
1981	11.5	0.0	1.3	0.0	42.0	174.9	239.3	222.1	228.8	47.9	0.0	5.0	923.6
1982	28.4	0.0	15.7	0.0	12.1	206.4	140.9	169.5	180.6	7.6	22.6	0.0	783.8
1983	19.7	5.0	0.0	0.0	30.2	150.1	271.5	405.0	138.3	72.7	0.0	0.0	1092.5
SUMA	164.5	164.7	129.1	116.1	297.4	1838.1	2008.5	2332.7	1796.3	551.4	105.2	168.1	9548.3
PROMED.	16.4	16.4	12.9	11.6	29.7	183.8	200.8	233.2	179.6	55.1	10.5	16.8	954.27
NOTAS													3-4-4

C A P I T U L O

V I

E S C U R R I M I E N T O

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA

VI.- ESCURRIMIENTO

6.1- Escurrimiento:

El escurrimiento es la parte de la precipitación drenada por las corrientes de la cuenca, hasta la salida. El agua fluye por las corrientes proviene de diversas fuentes y con base en ellas se considera el escurrimiento como superficial, sub-superficial y subterraneo.

6.2- Coeficiente de Escurrimiento:

El coeficiente de escurrimiento se puede definir como el porcentaje de agua escurrida respecto al volumen total del agua llovida.

Volumen Escurrimiento "C" x Volumen llovido.

$$C = \frac{\text{Vol. Esc.}}{\text{Vol. llovido}} \times 100$$

"C" = Coeficiente de Escurrimiento.

Actualmente se hace enfocado a los estudios hidrológicos haciendo intervenir una serie de factores que analizados estadísticamente nos llevan a establecer una norma que gobierna dichos sucesos.

Los métodos empleados, basados en estudios climatológicos y en los factores que afectan al escurrimiento, hacen intervenir un mayor número de variables, dando resultado más satisfactorio.

Las primeras fuentes de información que nos proporcionan dichos datos, son la SARH.

El coeficiente de escurrimiento es muy variable, ya que las precipitaciones son muy diferentes entre sí, cuando tenemos una precipitación pluvial de gran magnitud en un periodo de tiempo relativamente corto, el agua escurrirá en mayor cantidad por los drenes naturales de la cuenca, lo que ocasiona un aumento en el valor del coeficiente de escurrimi-

ento. Por el contrario, cuando la precipitación es de poca' intensidad, durante un tiempo largo, pero en una magnitud -- igual a la anterior, el valor del coeficiente disminuirá, ya que el agua se infiltra con mayor facilidad.

Si consideramos que un cambio en el valor del coeficiente de escurrimiento, del orden del 1%, nos puede variar hasta un 10% del volumen total de agua, que se supone podemos - utilizar, nos damos cuenta de lo sumamente importante que es estimar correctamente su valor.

6.3- Métodos para Determinar el Coeficiente de Escurrimiento

De los métodos utilizados para determinar el coeficiente de escurrimiento existe:

a).- Método Directo
b).- Método Indirecto

Método por Comprobación
Método de los Promedios

a).- Método Directo:

El método directo consiste en la observación directa de los escurrimientos del rio, atraves de estaciones de aforo,' durante algun tiempo considerable, que a medida que sea más' 'amplio, permitirá obtener un mejor conocimiento de la co--- rriente.

Por lo general, no existen estaciones aforadoras sobre' las corrientes en que se pretende construir alguna presa. - Por tal motivo casi siempre se recurre a los métodos indirectos.

b).- Métodos Indirectos:

Por experiencia se ha comprobado que los métodos indi-- rectos son bastante aceptables por los resultados que se han obtenido en obras ya realizadas.

De los Métodos indirectos mencionamos:

' Método por Comprobación
' Método de los Promedios

Método por Comprobación:

Este método se usa cuando en la corriente por estudiar' no existe ninguna estación aforadora. El coeficiente de escurrimiento puede determinarse comparando la cuenca de estu-

dio con otro de características semejantes y en la que si se tienen datos de aforos, el valor será aquel que corresponda a la cuenca que tenga mayor semejanza en extensión, topografía, geología, vegetación, etc., con la estudiada.

Método de los Promedios:

En éste método se dan valores límites del coeficiente de escurrimiento en función de la superficie de la cuenca, la magnitud de la precipitación y las características de la vegetación.

Los valores límites quedan establecidos en la siguiente tabla:

Tomando en cuenta la superficie de la cuenca:

Extención de la Cuenca	Coeficiente Escurrimiento
Hasta 10 Km^2	20%
De 10 a 100 Km^2	15%
De 100 a 500 Km^2	10%
De 500 Km^2 en adelante	5%

Tomando en cuenta la Magnitud de la Precipitación:

Precipitación en mm.	Coeficiente de Escurrimiento
Hasta 800	De 0% a 5%
De 800 a 1,200	De 5% a 15%
De 1,200 a 1,500	De 15% a 35%
De 1,500 en adelante	De 35% en adelante.

En nuestro proyecto "Agua Colorada", tenemos una cuenca de 81.70 Km^2 con mediana pendiente topográfica, con una precipitación media anual de 935 mm. y dentro de la cuenca existen terrenos de chaparral con condiciones medias de permeabilidad, entonces encontramos el Siguiente Coeficiente:

Por Area de la Cuenca	C = 15 a 15
Por Precipitación	C = 5 a 15
Por Vegetación	C = 25 a 50
Sumatoria	C = 45 a 80
Promedio	C = 15 a 26.6

Por consiguiente, el coeficiente "C", estará comprendido entre el 15% y 26.6%.

Por las características físicas del lugar, se tomará el

"C", que más se adapte. Si la cuenca es de poca pendiente - topográfica y el terreno es permeable, se adapta el valor -- del 15%, en cambio la cuenca tiene fuertes pendientes y con' terrenos impermeables, se adaptará el valor de 26.6%, para - condiciones intermedias se dará el valor de 20.8%.

El coeficiente de escurrimiento del proyecto de "Agua - Colorada", quedará determinado en 17%, se tomó éste valor -- tomando en consideración que la cuenca tiene una pendiente - mediana, que afecta considerablemente el escurrimiento a pesar de que el terreno tiene condiciones medias de permeabilidad.

6.4- Volumen Escurrido:

El volumen escurrido, es la cantidad de agua precipitada y que es drenada por los cauces naturales de la cuenca -- hacia su salida, éste volumen escurrido está expresado por - la siguiente formula:

Um = A x C x Pm x F
Um = Volumen Escurrido de la Cuenca
A = Area de la Cuenca
C = Coeficiente de Escurrimiento
Pm = Precipitación en la Estación Base
F = Factor de Corrección de la Precipitación.

Para facilitar el calculo del volumen escurrido conviene usar la "Tabla del cálculo de escurrimientos mensuales" - (Lámina 6.4.1.).

En los cuadros aparecen el lado izquierdo de la precipitación por año, se anotará respectivamente los valores co--- rrespondientes al coeficiente de escurrimiento y el producto de éste por el área de la cuenca. En la primera columna se' anotara el año y el mes, la segunda el valor mensual de la - precipitación deducida la cuenca (precipitación de la estación base por el coeficiente de corrección de la precipitación), en la cuarta columna se anotará los volumenes escurridos, basados para su obtención con multiplicar el valor de - la precipitación en la cuenca por el factor previamente obtenido (área de la cuenca por el coeficiente de escurrimiento)

Una vez terminado y comprobado el cálculo de los escurrimientos en el periodo considerado, se deduce el volumen - escurrido total y el medio anual.

En nuestro proyecto "Agua Colorada", el volumen escurrido total de un periodo de diez años, quedó calculado en ---- 106 340.7 miles de metros cubicos, y el volumen escurrido --

medio anual en 10 634 miles de m^3, (lámina 6.4.1.). Estas cantidades se expresan en miles de m^3.

UT = Volumen Escurrido Total

Um = Volumen Escurrido Medio Anual

UT = 106, 340.7

Um = 10, 634

CALCULO DE LOS ESCURRIMIENTOS MENSUALES

FECHA 1974	PREC. EST. BASE (P)	PRE EN LA CUENCA (P)	VOL. ESC EN LA CUENCA (V)
E	0.0	0.00	0.00
F	0.0	0.00	0.00
M	0.0	0.00	0.00
A	16.0	14.70	177.87
M	10.0	9.20	111.32
J	192.5	117.10	2,142.01
J	136.0	125.10	1,513.71
A	133.0	122.40	1,481.04
S	272.0	250.20	3,027.42
O	22.0	20.20	244.42
N	14.5	13.40	162.14
D	40.5	37.30	456.17
SUMAS	836.5	709.60	9,316.10

FECHA 1975	PRE EST. BASE (P)	PRE EN LA CUENCA (P)	VOL. ESC. EN LA CUENCA (V)
E	6.5	5.98	72.36
F	41.0	37.72	456.41
M	0.0	0.00	0.00
A	33.5	30.82	372.92
M	32.2	29.62	358.40
J	144.9	133.31	1,613.05
J	221.9	204.15	2,470.22
A	308.2	283.54	3,430.83
S	66.4	61.09	739.19
O	33.0	30.36	367.36
N	4.5	4.14	50.09
D	21.5	19.78	239.34
SUMAS	913.6	840.51	10,170.17

1976			
E	10.3	9.48	114.71
F	38.0	34.96	423.02
M	30.4	27.97	338.44
A	54.5	50.14	606.09
M	58.1	53.45	658.85
J	140.2	128.98	1,560.66
J	177.1	162.93	1,971.45
A	212.6	195.59	2,366.64
S	151.7	139.56	1,688.68
O	128.9	118.59	1,434.94
N	0.0	0.00	0.00
D	3.0	2.76	33.49
SUMAS	1,004.8	924.42	11,197.48

1977			
E	72.0	66.24	801.50
F	0.0	0.00	0.00
M	4.5	4.14	50.09
A	7.8	7.18	86.88
M	62.2	57.22	692.36
J	283.1	260.45	3,151.45
J	221.7	203.96	2,467.92
A	260.8	190.26	2,302.15
S	291.1	267.81	3,240.50
O	104.6	96.23	1,164.38
N	45.6	41.95	507.60
D	7.4	6.81	82.40
SUMAS	1,360.8	1,202.25	14,547.23

CALCULO DE LOS ESCURRIMIENTOS MENSUALES

FECHA 1978	PREC. EST. BASE (P)	PRE EN LA CUENCA (P)	VOL ESC. EN LA CUENCA (V)
E	5.1	4.69	56.75
F	41.6	38.27	463.07
M	77.2	71.02	859.34
A	4.3	3.96	47.92
M	34.6	31.83	385.14
J	117.5	108.10	1308.01
J	224.5	206.54	2,499.13
A	183.9	169.19	2,049.20
S	84.4	77.65	939.57
O	68.7	63.20	764.72
N	0.0	0.00	0.00
D	80.9	74.43	900.80
SUMAS	922.7	848.88	10,273.45

FECHA 1979	PRE. EST. BASE (P)	PRE EN LA CUENCA (P)	VOL. ESC. EN LA CUENCA (V)
E	11.0	10.12	122.45
F	0.8	0.74	8.95
M	0.0	0.00	0.00
A	0.0	0.00	0.00
M	16.0	14.72	178.11
J	84.0	77.28	935.09
J	140.5	128.28	1,554.05
A	238.7	217.76	2,634.90
S	164.7	151.52	1,833.39
O	53.5	49.22	595.58
N	0.0	0.00	0.00
D	9.8	9.02	109.14
SUMAS	717.0	659.64	7,981.64

1980			
E	0.0	0.00	0.00
F	38.3	35.24	426.40
M	0.0	0.00	0.00
A	0.0	0.00	0.00
M	0.0	0.00	0.00
J	344.5	316.94	3,834.97
J	235.2	216.38	2,618.20
A	128.6	118.31	1,431.55
S	218.3	200.84	2,429.68
O	12.5	11.50	139.15
N	18.0	16.56	200.38
D	0.0	0.00	0.00
SUMAS	995.4	925.77	11,080.33

1981			
E	11.5	10.58	128.02
F	0.0	0.00	0.00
M	1.3	1.20	14.52
A	0.0	0.00	0.00
M	42.0	38.64	467.54
J	174.9	160.91	1,947.01
J	239.3	220.18	2,663.94
A	222.1	204.33	2,472.39
S	228.8	210.50	2,547.05
O	47.9	44.07	533.25
N	0.0	0.00	0.00
D	5.0	4.60	55.66
SUMAS	922.8	894.99	10,829.38

CALCULO DE ESCURRIMIENTOS MENSUALES

	FECHA 1982	PREC. EST. BASE (P)	PREC. EN LA CUENCA (P)	VOL. ESC. EN LA CUECA (V)
	E	28.4	26.13	316.17
	F	0.0	0.00	0.00
	M	15.7	14.44	174.72
	A	0.0	0.00	0.00
	M	12.1	11.13	134.67
	J	206.4	189.89	2,297.67
	J	140.9	129.63	1,568.52
	A	169.5	155.94	1,866.87
	S	180.6	166.15	2,010.42
	O	7.6	6.99	84.58
	N	22.6	20.79	251.50
	D	0.0	0.00	0.00
	SUMAS	783.8	721.09	8,705.12

	FECHA 1983	PREC. EST. BASE (P)	PREC. EN LA CUENCA P	VOL. ESC EN LA CUENCA (V)
	E	19.7	18.12	219.25
	F	5.0	4.60	55.66
	M	0.0	0.00	0.00
	A	0.0	0.00	0.00
	M	30.2	27.78	336.14
	J	150.1	138.09	1,670.89
	J	271.5	249.78	3,022.34
	A	405.0	372.70	4,508.46
	S	138.3	127.24	1,539.60
	O	72.7	66.88	809.25
	N	0.0	0.00	0.00
	D	0.0	0.00	0.00
	SUMAS	1,092.5	1,005.19	12,161.59

	19			
	E			
	F			
	M			
	A			
	M			
	J			
	J			
	A			
	S			
	O			
	N			
	D			
	SUMAS			

	19			
	E			
	F			
	M			
	A			
	M			
	J			
	J			
	A			
	S			
	O			
	N			
	D			
	SUMAS			

C A P I T U L O

V I I

E V A P O R A C I O N

VII.- EVAPORACION

7.1- Evaporación:

La evaporación es el proceso por el cual las moleculas de agua en la superficie de un recipiente o en la tierra humeda adquiere suficiente energía cinética, debido a la relación solar y pasan de estado líquido a gaseoso.

7.2- Evaporación Media Anual:

La evaporación media anual, es el promedio de las evaporaciones anuales, en un periodo considerado, su valor se obtiene usando las evaporaciones diarias de cada año, éstas son recopiladas en las estaciones climatológicas y se divide ésta suma entre el número de años, que la estación ha registrado (lámina 7.2.1.).

7.3- Evaporación Neta:

Para poder realizar el cálculo de la evaporación neta hay que recabar los datos de evaporación de las estaciones más cercanas a la cuenca, teniendo en cuenta el periodo para el cual se va a realizar el estudio hidrológico. En caso de no contarse con datos de todos los años del periodo considerado se utilizaran los disponibles y en los años faltantes se consideraran la evaporación promedio para cada mes, deducida de los valores disponibles.

La evaporación neta enun vaso de almacenamiento, es la evaporación media anual observada en el periodo de estudio, afectada por un coeficiente reductor por magnitud de evaporometro y disminuida con la precipitación pluvial media anual deducida en la cuenca se puede indicar de la siguiente manera:

$$EN = (E.m) \ (C^2) - Pm \ (1-C)$$

EN = Evaporación Neta

E.M= Evaporación Media Anual Observada en mm.

C^2 = Coeficiente de Reducción del Evaporometro, para la República Mexicana es 0.77

Pm = Precipitación Media Anual Observada en mm.

C = Coeficiente de Escurrimiento.

Para calcular la evaporación neta de nuestro proyecto - "Agua Colorada", tenemos nuestra tabla de evaporación media' anual (lámina 7.2.1.), los datos de evaporación para el pe-- riodo considerado.

Consideramos la evaporación media anual suponiendo que' la evaporación es constante durante todo el periodo de estudio, cometiendose un error de poca magnitud siendo aceptable para el cálculo, evitando con ello efectuar el estudio de -- las evaporaciones mensuales.

Em = 1871.8

C^2 = 0.77

Pm = 1871.8

C = .17

En = 648.47

En la lámina 7.3.1. vemos la tabla que nos facilita el' cálculo de la evaporación Neta.

7.4- Volumenes Evaporados:

El concepto de volumen evaporado es muy claro de entender si consideramos que el producto de la evaporación neta - por el área media del embalse.

VEV = (En) (An)

VEV = Volumen evaporados medio anual en m^3

En = Evaporación neta en m.

Am = Area media en m^2, localizada en la gráfica de --- areas y capacidades y correspondiente a una capacidad media dada por por la expresión.

$$CM = \frac{CT + CA2}{2}$$

CT = Capacidad Total

CA_2 = Capacidad de Azolvea.

Los volumenes evaporados los calcularemos en el capítulo de aprovechamiento puesto que antes debemos saber la capa

cidad total, ademas los volumenes derramados, los consideramos como pérdidas e interesan al tema de aprovechamientos.

DATOS DE EVAPORACION ESTACION CUQUIO

LAT. 20° 57' N. LONG. 103° 02' W.G. ALT. 1799 mts. ESTADO JALISCO

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1974	142.5	169.7	169.7	152.1	186.2	239.9	114.5	150.4	171.2	169.5	178.3	125.8	2029.8
1975	130.4	177.6	172.6	109.2	160.3	213.6	135.3	128.7	146.7	132.2	107.0	98.1	1711.7
1976	93.4	113.4	154.1	171.0	209.3	170.0	157.9	126.9	130.2	104.6	105.5	92.4	1630.7
1977	114.3	109.5	162.6	174.0	194.5	157.8	144.7	131.5	132.9	123.5	88.2	90.9	1624.4
1978	66.2	111.8	173.6	196.8	148.8	193.9	154.9	143.3	121.6	127.9	114.1	84.7	1632.6
1979	115.6	147.8	236.9	273.3	295.1	264.8	163.1	158.8	132.6	116.1	116.2	108.0	2126.3
1980	112.5	123.7	214.1	256.1	282.9	209.0	159.4	154.6	110.0	114.5	94.5	110.5	1941.9
1981	125.6	167.2	228.9	255.9	99.5	172.7	164.9	126.3	118.3	101.4	112.2	112.3	1786.2
1982	120.0	161.7	211.0	265.9	294.4	165.7	155.0	161.6	138.5	132.6	103.9	169.8	2020.1
1983	115.0	160.6	278.7	299.2	281.4	236.4	162.6	148.6	142.3	129.3	134.2	126.8	2215.1
SUMA	1,135.6	1,443.0	2,002.2	2,154.5	2,152.4	2023.8	1,512.3	1,430.7	1,344.3	1,251.6	1,154.1	1,117.3	18,718.8
PROMED	113.5	144.3	200.2	265.4	215.2	202.3	151.2	143.0	134.4	125.1	115.4	111.7	1871.8

NOTAS:

3-4-4

C A P I T U L O

V I I I

D E T E R M I N A C I O N D E L A S L A M I N A S D E R I E G O

VIII.- DETERMINACION DE LAS LAMINAS DE RIEGO

8.1- Uso Consuntivo:

El uso consuntivo es la cantidad de agua utilizada por las plantas para su traspiración y formación de los tejidos celulares así como aquella que se evapora por la superficie del suelo.

El uso consuntivo depende no sólo de la especie vegetal, clima y lugar, sino también de la forma de realizar los riegos. Para lo cual sería necesario realizar experimentos que influyan diferentes niveles de humedad, fertilidad y densidad de siembra.

Tales trabajos se han realizado sólo esporádicamente en México, por el INIA y por el Departamento de Ingeniería de Riego y Drenaje de la Dirección General de Distritos de Riego por lo que ha sido necesario valerse de métodos indirectos, para la estimación del uso consuntivo.

Sólo mencionaremos el método de Blaney y Criddle, modificado por ser el que aplicamos en la solución de nuestro problema.

Blaney y Criddle propusieron un método de tipo específico en el que se toman coeficientes globales (Kg) (tabla 8.1.1), de desarrollo para cada planta en función de su ciclo vegetativo.

UC = F Kg (del ciclo)

F = Σ f

f = PT

UC = fKc (mensual)

Donde

UC = Uso Consuntivo Anual

F = Sumatoria de los f

f = Factor de Luminosidad y Temperatura

P = Por ciento de Horas Luz cada Mes

T = Temperatura °F

Kg = Coeficiente Global de Desarrollo

Se llama método modificado porque nosotros tomaremos coeficientes mensuales (Kg) de la curva de desarrollo de cada -- planta.

$$Kg = F - J\,E\,(f - K\,c)$$

Se incluye "J", por ser éste una corrección que haga cumplir con igualdad. Su valor es:

$$J = \frac{Kg \times F}{E\,(F \times Kc)}$$

$$J = \frac{E\,f}{E\,(f - Kc)}\,Kg$$

$$J = \frac{E\,f}{E\,(UC)}\,Kg$$

En lo anunciado de éstas fórmulas hemos aclarado que la temperatura se dá °F y que el UC resultará en pulgadas.

Por lo que es necesario modificar en alguna forma para - que la temperatura se pueda proporcionar en °C, y el UC nos - será dado en cms.

Para facilitar los cálculos de cada cultivo, en especial se utiliza la tabla (8.1.2.), en donde se encuentran todos -- los conceptos ya anunciados.

A continuación explicaremos como se obtiene cada columna de la tabla (8.1.2.).

Columna 1.- Se enumeran los meses del año.

Columna 2.- En ésta columna se vacian los datos de Temperatura media mensual de la estación base.

Columna 3.- Por medio de las formas indicadas se transformen de °F a °C y al mismo tiempo transforma para que al multiplicar por f (columna 5) la lámina de UC mensual nos dé en cms. y no en pulgadas.

Columna 4.- Es "P" por ciento anual de horas diarias, -- mes de luminosidad. Esta "P" se obtiene en la tabla (8.1.3.).

Columna 5.- Es el factor (f) de evapotranspiración, ----

siendo diferente para cada mes, se obtiene' multiplicando las columnas 3 x 4.

Columna 6 y 7 .- En éstas columnas se habla de la precipitación media efectiva y su razón estriba en el hecho de que no toda la precipitación que recibe el cultivo es aprovechado - por la planta, y alguna parte se infiltra,' escurre o evapora.
Para ésto anotamos en la columna 6 la precipitación media anual (en cms), y haciendo - uso de la tabla que está en la forma ------ (8.1.2), anotamos la columna 7 precipitación efectiva (en cms.).

Columna 8.- En ésta columna se vacian los datos que se obtienen de las curvas de desarrollo de cada planta (fig. 8.1.4.), anotando exclusivamente las que corresponden a los meses del' ciclo vegetativo.

Columna 9.- Es realmente el uso consuntivo.

Columna 10.- El uso consuntivo debe ser afectado por - "J", como ya explicamos es la corrección -- necesaria.

Columna 11.- La lámina de riego que la planta requiere de nuestra obra hidráulica será el uso consuntivo, menos la precipitación efectiva, o sea columna 10 menos columna 7.

Columna 12.- Se considera que sólo un porcentaje de -- volumen que desaloja la obra de toma de la' obra de la presa llega a la planta, divide' a las pérdidas de conducción por lo que es' necesario conocer la magnitud de éstas pérdidas, por experiencia en operación de presas de éste tipo es aceptable un 60%, en -- términos generales (segun datos de riego),' la eficiencia (n) de riego. Por lo tanto - debemos dividir la lámina neta requerida -- entre la eficiencia para obtener la lámina' bruta.

$$L\ B \times n = L\ N \qquad\qquad L\ B = \frac{L\ N}{n}$$

Para el proyecto de "Agua Colorada", se calcula el uso consuntivo de los siguientes cultivos.

Avena, durazno, maíz, frijol, pastos, cereales, hortalizas.

8.2- Cálculo Demanda Anual:

La demanda anual es el producto de la lámina bruta por la superficie por regar.

DA = LB x SUP.

El cálculo de la demanda anual consiste en determinar el volumen promedio de agua por Ha., basado en un porcentaje de área para cultivo nos facilita el cálculo el uso de forma --- (8.2.1.).

En el segundo cuadro las láminas de riego para cada mes expresadas en mts., y multiplicadas por 10,000 por ser hectáreas.

Ejemplo: 6.36 cm.
.0636
(.0636) (10,000) = 636

El tercer cuadro será para anotar el volumen de agua en miles de mts. cúbicos mensuales de cultivo, sin olvidar que sólo debe de ir el volumen correspondiente al porciento de -- 100 has.

Ejemplo: 636 x 10%
(636) (10) = 6360

Para estar expresado en miles de m^3

$$\frac{6360}{1000} = 6.36$$

Del lado derecho del mismo tercer cuadro se anota la suma total de cada cultivo y al final la suma de todos.

Para obtener la demanda anual por Ha., basta convertir el volumen total expresado en miles de m^3 y dividirlos entre las 100 Ha. consideradas.

La demanda anual por Ha. para el proyecto "Agua Colorada" resultó de 3,531.6 m^3/ ha. (formato 8.2.1.).

$$Da \frac{3531600}{100} = 3531.6 \ m^3/ha.$$

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA

Cálculo de la Demanda Anual

Lámina 8.2.1

Proyecto "Agua Colorada"

Cultivo	% Area cultivada
Maíz	40
Frijol	20
Sorgo (f)	20
Hortaliza	10
Aguacate	10

VOLUMEN DE AGUA POR HA.

CULTIVO	Lámina de Riego en Cm.										VOL. TOTAL
	E	F	M	A	M	J	J	O	N	D	
Maíz		3.55	11.43	15.66	14.03						4,467
Frijol		4.28	10.63	12.85	9.00						3,676
Sorgo (f)	7.41	8.50								2.76	1,867
Hortaliza	3.86	5.48	6.76							1.46	1,756
Aguacate	1.16	2.78	8.20	11.78	13.76			1.74	5.01	2.17	4,660

VOLUMEN DE AGUA EN MILES DE M^3
PARA UNA SUPERFICIE DE 100 HA.

CULTIVO	E	F	M	A	M	J	J	O	N	D	VOL. TOTAL
Maíz	-	14.20	45.72	62.64	56.12						178.68
Frijol		8.56	20.72	25.70	18.00						72.98
Sorgo (f)	14.82	17.00								5.52	37.34
Hortaliza	3.86	5.48	6.76							1.46	17.56
Aguacate	1.16	2.78	8.20	11.78	13.76			1.74	5.01	2.17	46.60
TOTALES	19.84	18.02	81.40	100.12	87.88			1.74	5.01	9.15	353.16

PORCENTAJE DE HORAS LUZ EN EL DIA PARA CADA MES DEL AÑO
EN RELACION AL NUMERO TOTAL EN UN
AÑO.

LAT. NTE.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
15°	7.49	7.37	8.44	8.45	8.98	8.80	9.03	8.83	8.27	8.26	7.75	7.88
16°	7.93	7.35	8.44	8.46	9.01	8.83	9.07	8.85	8.27	8.24	7.72	7.83
17°	7.86	7.32	8.43	8.46	9.04	8.87	9.11	8.87	8.27	8.22	7.69	7.80
18°	7.83	7.30	8.42	8.50	9.09	8.92	9.16	8.90	8.27	8.21	7.66	7.64
19°	7.79	7.28	8.41	8.51	9.11	8.97	9.20	8.92	8.28	8.19	7.63	7.71
20°	7.74	7.26	8.41	8.53	9.14	9.00	9.23	8.95	8.29	8.17	7.59	7.66
21°	7.71	7.24	8.40	8.54	9.18	9.05	9.29	8.98	8.29	8.15	7.54	7.62
22°	7.66	7.21	8.40	8.56	9.22	9.09	9.33	9.00	8.30	8.13	7.50	7.55
23°	7.62	7.19	8.40	8.57	9.24	9.35	9.02	9.02	8.30	8.11	7.47	7.50
24°	7.58	7.17	8.40	8.60	9.30	9.30	9.41	9.05	8.31	8.09	7.43	7.46
25°	7.53	7.13	8.39	8.61	9.23	9.22	9.43	9.08	8.31	8.08	7.40	7.41
26°	7.49	7.12	8.40	8.64	9.48	9.30	9.49	9.10	8.32	8.06	7.36	7.35
27°	7.43	7.09	8.38	8.65	9.40	9.32	9.52	9.13	8.32	8.03	7.36	7.31
28°	7.40	7.07	8.39	8.68	9.46	9.38	9.58	9.16	8.32	8.02	7.22	7.27
29°	7.35	7.04	8.37	8.70	9.49	9.43	9.61	9.19	8.34	8.00	7.24	7.20
30°	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.34	7.99	7.19	7.14
31°	7.25	7.00	8.36	8.73	9.57	9.54	9.67	9.24	8.34	7.95	7.15	7.09
32°	7.20	6.97	8.37	8.75	9.63	9.60	9.77	9.28	8.43	7.95	7.11	7.05

S.R.H. SUBSECRETARIA DE CONSTRUCCION
DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS PARA EL DESARROLLO RURAL
DIRECCION REGIONAL REGION CENTRO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIFICOS

USO CONSUNTIVO

PROYECTO AGUA COLORADA MUNICIPIO YAHUALICA ESTADO JALISCO

MES	TEMP. °C	C 17.77 2°57 0.0457*C +0.813	P %e	f cm.	PRECIPITACION MEDIA cm	PRECIPITACION EFECT. cm	MAIZ kc	MAIZ UC cm	MAIZ Jx UC cm	MAIZ LAMINA DE RIEGO cm	MAIZ LAMINA DE RIEGO cm	FRIJOL kc	FRIJOL UC cm	FRIJOL Jx UC cm	FRIJOL LAMINA DE RIEGO cm	FRIJOL LAMINA DE RIEGO cm	SORGO (FORRAJERO) kc	SORGO (FORRAJERO) UC cm	SORGO (FORRAJERO) Jx UC cm	SORGO (FORRAJERO) LAMINA DE RIEGO cm	SORGO (FORRAJERO) LAMINA DE RIEGO cm	HORTALIZAS kc	HORTALIZAS UC cm	HORTALIZAS Jx UC cm	HORTALIZAS LAMINA DE RIEGO cm	HORTALIZAS LAMINA DE RIEGO cm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
—	—	—	—	4 x 5	—	—	—	5x8	—	10-7	(11/n)	—	(5x8)	—	10-7	(11/n)	—	(5x8)	—	(10-7)	(11/n)	—	(5x8)	—	(10-7)	
ENERO	12.9	1.40	1.74	10.63	1.64	1.57											.96	10.39	6.02	4.45	7.41	.75	8.12	3.89	2.32	3.86
FEBRER	13.6	1.44	7.26	10.45	1.64	1.57	.57	5.95	3.70	2.13	3.55	7.1	7.41	4.14	2.57	4.28	1.05	10.97	6.25	5.10	8.50	.97	10.13	4.86	3.29	5.45
MARZO	15.9	1.54	8.41	12.95	1.89	1.23	.92	11.91	8.02	6.66	11.43	1.05	13.55	7.61	6.38	10.63						.89	11.52	5.29	4.06	6.76
ABRIL	19.1	1.68	8.53	14.33	1.16	1.11	1.08	15.47	10.51	9.40	15.68	1.10	15.76	8.92	7.71	12.85										
MAYO	21.9	1.82	9.14	16.63	2.97	8.79	1.01	16.79	11.21	8.42	14.03	0.88	14.63	8.19	5.40	9.00										
JUNIO	21.6	1.80	9.00	16.20	18.38	12.36	.86	13.93	9.47																	
JULIO	20.0	1.73	9.23	15.96	20.68	13.51																				
AGOSTO	19.0	1.68	8.95	15.03	23.32	15.69																				
SEPTIEMBR	19.7	1.72	8.29	14.25	17.96	12.08																				
OCTUBRE	18.3	1.65	8.17	13.45	5.51	4.95																				
NOVIEMBRE	15.8	1.54	7.59	11.69	1.05	1.00																				
DICIEMBRE	13.5	1.42	7.66	10.87	1.68	1.61											.52	5.65	3.27	1.66	2.76	.50	5.43	2.49	0.88	1.46

P = PORCIENTO DE HORAS LUZ (TABLAS)
f = FACTOR DE EVAPOTRANSPIRACION
%e = COEFICIENTE DE DESARROLLO DE CADA CULTIVO
KC = COEFICIENTE GLOBAL DE DESARROLLO
J = FACTOR DE CORRECCION PARA EL U.C.
UC = USO CONSUNTIVO = KC = f
n = EFICIENCIA DE RIEGO
LA COLUMNA (3) TRANSFORMAR DEL SISTEMA INGLES AL SISTEMA METRICO DECIMAL (T. a c. ; pie a cm.)

PRECIPITACION MEDIA Cm. / EFECTIVA Cm.
00—05 Pm x 100
05—25 Pm x 0.90
25—50 Pm x 0.84
50—75 Pm x 0.80
75—100 Pm x 0.80
00—125 Pm x 0.75
25 < Pm Pm x 0.873

η = 60 kg = .75 | η = 60 kg = .60 | η = 60 kg = .70 | η = 60 kg = .80

$J = \frac{64-05 \times .75}{70.56} = .68$ $J = \frac{51.39 \div .60}{54.36} = .56$ $J = \frac{27.01 \div .58}{32.15} = .58$ $J = \frac{35.20 \div .60}{45.10} = .46$

$C = \frac{\Sigma UC}{\Sigma f}$; $J = \frac{kg}{C}$ %e $J = \frac{\Sigma f}{UC}$ kg

FECHA
CALCULO

S.R.H. SUBSECRETARIA DE CONSTRUCCION
DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS PARA EL DESARROLLO RURAL
DIRECCION REGIONAL REGION CENTRO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIFICOS

USO CONSUNTIVO

PROYECTO AGUA COLORADA MUNICIPIO YAHUALICA ESTADO JALISCO

MES	TEMPERATURA °C	°C 17.77 21.67 00457°C +0813	P	f	PRECIPITACION MEDIA	PRECIPITACION EFECT.	AGUACATE																				
					cm.	cm.	Kc	UC cm	JxUC cm.	LAMINA DRIEGO cm.	LAMINA DRIEGO cm.	kc	UC cm	JxUC cm	LAMINA DRIEGO cm	LAMINA DRIEGO cm	kc	UC cm	JxUC cm	LAMINA DRIEGO cm	LAMINA DRIEGO cm	kc	UC cm	JxUC cm	LAMINA DRIEGO cm	LAMINA DRIEGO cm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
—	—	—	—	4x3	—	—	—	5x8	—	(10-7)	(11/n)	—	(5x8)	—	(10-7)	(11/n)	—	(5x8)	—	(10-7)	(11/n)	—	(5x8)	—	(10-7)	(11/n)
ENERO							1.89	2.70	2.26	.69	1.16															
FEBRERO							.37	3.86	3.24	1.67	2.78															
MARZO							.57	7.38	6.19	4.96	8.20															
ABRIL							.68	9.74	8.19	7.07	11.78															
MAYO							.77	12.80	10.75	7.95	13.78															
JUNIO							.80	12.96	10.88																	
JULIO							.77	12.88	10.31																	
AGOSTO							.69	10.22	8.58																	
SEPTIEMB							.62	8.83	10.14																	
OCTUBRE							.53	7.14	5.99	1.04	1.74															
NOVIEMB							.41	4.78	4.01	3.01	5.01															
DICIEMBRE							.32	3.47	2.91	1.30	2.17															

P = PORCIENTO DE HORAS LUZ (TABLAS)
f = FACTOR DE EVAPOTRANSPIRACION
%C = COEFICIENTE DE DESARROLLO DE CADA CULTIVO
XC = COEFICIENTE GLOBAL DE DESARROLLO
J = FACTOR DE CORRECCION PARA EL U.C.
UC = USO CONSUNTIVO = kc = f
η = EFICIENCIA DE RIEGO

PRECIPITACION MEDIA	PRECIPITACION EFECTIVA
00-05	Pm x 100
.05-25	Pm x 0.96
25-50	Pm x 0.94
50-75	Pm x 0.90
75-100	Pm x 0.80
00-125	Pm x 0.76
25 Pm	Pm x 0.673

kg = .50

$J = \frac{162.6}{96.16} = .50 = .84$

$C = \frac{\Sigma UC}{\Sigma f}$; $J = \frac{kg}{c}$ ∴ $J = \frac{\Sigma f}{\Sigma uc}$ kg

η = η = η =

kg = kg = kg =

J = _____ = J = _____ = J = _____ =

LA COLUGNA (3) TRANSFORMAR DEL SISTEMA INGLES AL SISTEMA METRICO DECIMAL (°F a °C y plg. a cm)

FECHA _____

CALCULO _____

COEFICIENTES GLOBALES DE EVAPO-TRANSPIRACION ESTACIONAL (KG), PARA DIVERSOS CULTIVOS, EN DONDE LOS VALORES MAXIMOS - CORRESPONDEN A LAS ZONAS DE CLIMAS ARIDOS Y SEMIARIDOS Y LOS VALORES MINIMOS A ZONAS HUMEDAS Y SEMIHUMEDAS.

CULTIVO	PERIODO VEGETATIVO	COEFICIENTE GLOBAL KG.
Aguacate	Perenne	0.50 - 0.55
Ajonjolí	3 a 4 meses	0.80
Alfalfa	Entre heladas	0.80 - 0.85
	En invierno	0.60
Algodón	6 a 7 meses	0.60 - 0.65
Arroz	3 a 5 meses	1.00 - 1.20
Cacahuate	5 meses	0.60 - 0.65
Cacao	Perenne	0.75 - 0.80
Café	Perenne	0.75 - 0.80
Camote	5 a 6 meses	0.60
Caña de azúcar	Perenne	0.75 - 0.90
Cártamo	5 a 8 meses	0.55 - 0.65
Cereales de grano pequeño (alpiste' avena, cebada, -- centeno, trigo).	3 a 6 meses	0.75 - 0.85
Cítricos	7 a 8 meses	0.50 - 0.65
Chile	3 a 4 meses	0.60
Espárrago	6 a 7 meses	0.60
Fresa	Perenne	0.45 - 0.60
Frijol	3 a 4 meses	0.60 - 0.70
Frutales de hueso y pepita (hoja caduca)	Entre heladas	0.60 - 0.70
Garbanzo	4 a 5 meses	0.60 - 0.70

CULTIVO	PERIODO VEGETATIVO	COEFICIENTE GLOBAL KG.
Girazol	4 meses	0.50 - 0.65
Gladiolo	3 a 4 meses	0.60
Haba	4 a 5 meses	0.60 - 0.70
Hortalizas	2 a 4 meses	0.60
Jitomate	4 meses	0.70
Lechuga y Col	3 meses	0.70
Lenteja	4 meses	0.60 - 0.70
Maíz	4 meses	0.60 - 0.70
Maíz	4 a 7 meses	0.75 - 0.80
Mango	Perenne	0.75 - 0.80
Melón	3 a 4 meses	0.60
Nogal	Entre heladas	0.70
Papa	3 a 5 meses	0.65 - 0.75
Palma datilera	Perenne	0.65 - 0.80
Palma cocotera	Perenne	0.80 - 0.90
Papaya	Perenne	0.60 - 0.80
Plátano	Perenne	0.80 - 1.00
Pastos de gramíneas	Perenne	0.75
Remolacha	6 meses	0.65 - 0.75
Sandía	3 a 4 meses	0.60
Sorgo	3 a 5 meses	0.70
Soya	3 a 5 meses	0.60 - 0.70
Tabaco	4 a 5 meses	0.70 - 0.80

CULTIVO	PERIODO VEGETATIVO	COEFICIENTE GLOBAL KG.
Tomate	4 a 5 meses	0.70 - 0.80
Trébol ladino	Perenne	0.80 - 0.85
Zanahoria	2 a 4 meses	0.60

VALORES DE LA EXPRESION $\frac{17.8}{21.8}$ EN RELACION CON TEMPERATURAS MEDIAS EN °C PARA USARSE EN LA FORMULA DE BLANEY Y CRIDDLES

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3...	0.954	0.959	0.963	0.968	0.972	0.977	0.982	0.986	0.991	0.995
4....	1.000	1.005	1.009	1.014	1.018	1.023	1.028	1.032	1.037	1.041
5....	1.046	1.050	1.055	1.060	1.064	1.069	1.073	1.078	1.083	1.087
6....	1.092	1.096	1.101	1.106	1.110	1.115	1.119	1.114	1.128	1.133
7...	1.138	1.142	1.147	1.151	1.156	1.161	1.165	1.170	1.174	1.179
8...	1.183	1.188	1.193	1.197	1.202	1.206	1.211	1.216	1.220	1.225
9...	1.229	1.234	1.239	1.243	1.248	1.252	1.257	1.261	1.266	1.271
10...	1.275	1.279	1.284	1.289	1.294	1.298	1.304	1.307	1.312	1.317
11...	1.321	1.326	1.330	1.335	1.339	1.344	1.349	1.354	1.358	1.362
12...	1.367	1.372	1.376	1.381	1.385	1.390	1.394	1.400	1.404	1.408
13...	1.413	1.417	1.422	1.427	1.431	1.436	1.440	1.445	1.450	1.454
14...	1.459	1.463	1.468	1.472	1.477	1.482	1.486	1.491	1.495	1.500
15...	1.505	1.509	1.514	1.518	1.523	1.528	1.532	1.537	1.541	1.546
16...	1.550	1.555	1.560	1.564	1.569	1.573	1.578	1.583	1.587	1.592
17...	1.596	1.601	1.606	1.610	1.615	1.619	1.624	1.628	1.633	1.638
18...	1.642	1.647	1.651	1.656	1.661	1.665	1.670	1.674	1.679	1.683
19...	1.688	1.698	1.697	1.702	1.706	1.711	1.716	1.720	1.725	1.729
20...	1.734	1.739	1.743	1.748	1.752	1.757	1.761	1.766	1.771	1.775
21...	1.870	1.884	1.889	1.894	1.898	1.803	1.807	1.812	1.817	1.821
22...	1.826	1.830	1.835	1.839	1.844	1.849	1.853	1.858	1.862	1.867
23...	1.872	1.876	1.881	1.885	1.890	1.894	1.899	1.904	1.908	1.913
24...	1.917	1.922	1.927	1.931	1.936	1.940	1.945	1.950	1.954	1.959
25...	1.963	1.968	1.972	1.977	1.982	1.986	1.991	1.995	2.000	2.004
26...	2.009	2.014	2.018	2.023	2.028	2.032	2.041	2.046	2.046	2.050
27...	2.055	2.060	2.064	2.069	2.073	2.078	2.083	2.087	2.092	2.096
28...	2.101	2.106	2.110	2.115	2.119	2.124	2.128	2.133	2.138	2.142
29...	2.147	2.151	2.156	2.161	2.165	2.170	2.174	2.179	2.183	2.188
30...	2.193	2.197	2.202	2.206	2.211	2.216	2.220	2.225	2.229	2.234
31...	2239	2.243	2.248	2.252	2.257	2.261	2.266	2.271	2.275	2.280
32...	2.284	2.289	2.294	2.298	2.303	2.307	2.312	2.317	2.321	2.326
33...	2.330	2.335	2.339	2.341	2.349	2.353	2.358	2.362	2.367	2.372
34...	2.376	2.381	2.385	2.390	2.394	2.399	2.404	2.408	2.413	2.417
35...	2.422	2.427	2.431	2.436	2.440	2.445	2.450	2.454	2.459	2.463

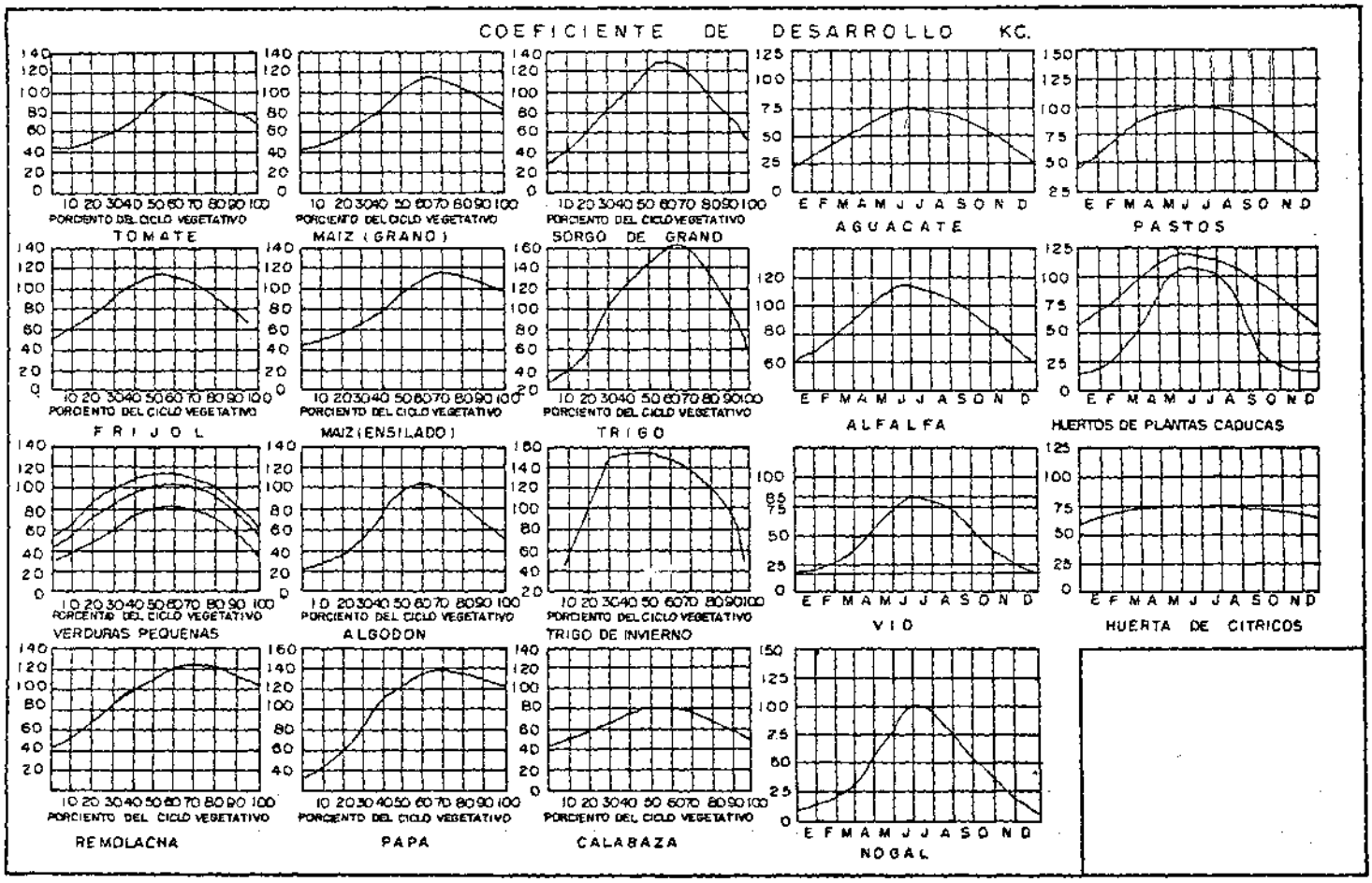
DATOS DE TEMPERATURA ESTACION CUQUIO

LAT. 20° 57' N. LONG. 103° 02' W.G. ALT. 1799 mts. ESTADO JALISCO

AÑOS	ENERO	FEBRER.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1974	11.6	13.4	13.4	19.9	21.7	21.0	19.8	19.9	19.2	17.0	13.7	9.9	
1975	9.8	7.6	13.6	17.9	20.5	22.0	19.8	20.0	20.8	19.0	17.2	15.2	
1976	11.5	13.6	15.8	17.7	22.2	21.5	20.6	20.2	20.3	18.7	16.1	13.4	
1977	12.8	14.0	16.0	19.8	22.5	21.5	20.1	20.2	19.5	17.5	15.6	13.2	
1978	14.3	14.0	14.8	19.0	21.8	23.5	19.6	19.7	19.4	18.8	15.8	14.4	
1979	13.6	15.1	17.2	19.7	22.0	21.5	21.0	20.7	20.1	18.4	15.9	14.3	
1980	13.2	15.5	16.2	20.1	22.0	21.6	20.3	20.4	19.4	18.2	15.0	15.2	
1981	15.0	14.1	18.0	19.0	21.7	21.0	19.8	19.1	19.6	18.6	15.9	15.0	
1982	14.6	13.6	16.6	21.0	22.5	21.2	20.2	19.8	19.8	19.3	17.4	14.6	
1983	13.5	15.7	17.4	19.3	22.5	21.8	19.7	19.2	19.7	18.3	15.5	12.4	
SUMA	129.9	136.6	159.0	193.4	219.4	216.6	200.9	199.2	197.8	183.8	158.1	137.6	
PROMD	12.9	13.6	15.9	19.3	21.9	21.6	20.0	19.9	19.7	18.3	15.8	13.7	

NOTAS.

3-4-4


COEFICIENTE DE DESARROLLO KC.
PORCIENTO DEL CICLO VEGETATIVO
TOMATE
MAIZ (GRANO)
SORGO DE GRANO
E F M A M J J A S O N D
AGUACATE
PASTOS
FRIJOL
MAIZ (ENSILADO)
TRIGO
ALFALFA
HUERTOS DE PLANTAS CADUCAS
VERDURAS PEQUEÑAS
ALGODON
TRIGO DE INVIERNO
VID
HUERTA DE CITRICOS
REMOLACHA
PAPA
CALABAZA
NOGAL

C A P I T U L O

I X

A P R O V E C H A M I E N T O

IX.- APROVECHAMIENTO

9.1- Capacidad Optima:

Esta capacidad es la máxima que alcanzaría un almacenamiento de superficie capacidad, permitiendo el máximo aprovechamiento sin producir derrames en un periodo de tiempo determinado y sujeta a una ley de extracciones fijas. Esta capacidad solamente llega a presentarse una vez dentro del periodo estudiado y por tal motivo será la máxima que el régimen de una corriente permite segun el tiempo y las extracciones consideradas.

9.2- Capacidad de Azolves:

La capacidad de azolves de una presa de almacenamiento es aquella que se destina a recibir el volumen de material de acarreo que durante la vida útil de la presa, depositará la corriente en el vaso, ésta capacidad se dispone por abajo del nivel de entrada a la obra de toma. La vida útil para un pequeño almacenamiento se ha fijado en 25 años (segun SARH).

Para estudios efectuados en la SARH, se ha aceptado considerar un porsentaje promedio anual de sedimentación del 0.15% (0.0015), del escurrimiento medio anual. El producto de éste porcentaje de sedimentación por la vida útil de la presa nos da un coeficiente de azolves de 0.037.

$$(0.0015)\ (25) = 0.037$$

La capacidad de azolves para una vida útil de 25 años queda expresada como sigue:

$$C.Az = (0.037)\ (Vm)$$

$C.Az$ = Capacidad de Azolves m^3
Vm = Volumen escurrido Medio Anual en m^3

La capacidad de azolves del proyecto "Agua Colorada" queda calculado:

$C.Az = (0.37)\ (10,634.07) = 393.46\ MM^3$

9.3- Capacidad Total:

La capacidad total es un concepto que está en función de la superficie de la zona de riego y es el volumen de agua con que debe contar nuestro almacenamiento para su correcto funcionamiento. Esta capacidad la determinamos en el punto 9.6 (cálculo de volumenes aprovechados y la superficie beneficiada), que para el proyecto "Agua Colorada", hay una superficie de 1,900 has. atractivas.

La capacidad total, está también dada por la suma del volumen de la capacidad útil mas el volumen de la capacidad de azolves.

$CT = cv + C.Az$

9.4- Capacidad Util:

La capacidad útil es el volumen de agua con que podemos contar para el riego.

La capacidad útil del proyecto "Agua Colorada", quedó determinada en 8,100, segun la siguiente expresión.

$CU = CT - C\ Az$

$CU = 8,500 - 393.46 = 8,106$ expresado en miles de M^3.

9.5- Cálculo de las Pérdidas:

A.- Volumenes Derramados:

Conocidos los escurrimientos medio anuales y la capacidad de azolves se dispone de varias alternativas para la capacidad total del vaso.

Estas alternativas se determinan a criterio, conociendo la superficie que se pretende regar (dato tomado del estudio agrológico), y conociendo cuanta agua es necesaria para regar dicha superficie.

Segun el cálculo de la demanda anual (el punto 8.2.), se estimó para regar una hectárea, es necesario un volumen de 3,531.6 m^3 agua.

Segun el estudio agrológico sabemos que la superficie de la zona de riego de dicho proyecto es de 1.900 ha., entonces la capacidad total aproximada resulta ser de:

(3,531.6) (1,900) = 6'710,000

Más capacidad de Azolves 393.43

CT = 7'103,470

Teniendo el dato anterior determinamos a criterio la mayor alternativa en 6'000,000 M^3, y la menor en 10'000,000 M^3.

Ya determinadas dichas alternativas calculamos los volumenes derramados medios anual durante el periodo de estudio.

Conviene anotar los porcentajes de los volumenes derramados con respecto al escurrimiento total medio anual.

CT = V - D
D = V - CT

$$Dm = \frac{E\ (Vm - CT)}{n}$$

CT = Capacidad Total Propuesta
V = Volumen Escurrido Medio Anual
D = Volumen Derramado Anual
n = Número de años del Periodo Estudiado
Dm = Volumen Derramado Medio Anual en el Periodo

La tabla de la 9.5.1. facilita los cálculos respectivos.

B = Volumenes Evaporados.

Como analizamos en el punto 7.4., el volumen evaporado es el producto de la evaporación neta por el área media embalse.

V. Ev = (En) (Am)

V. Ev = Volumen Evaporado Medio Anual en M^3

EN = Evaporación Neta en M

AM = Area Media en M^2, localizada en la gráfica de areas y capacidades y correspondiente a una capacidad media dada por la expresión.

$$Cm = \frac{CT + C.\ Az}{z}$$

CT = Capacidad Total

C. Az = Capacidad Azolves.

Las pérdidas por evaporación aumentan al incrementarse el área de almacenamiento y si éste no se efectuan extracciones para riego, aquellas seran mayores.

Para lo anterior usamos la tabla 9.5.8.1

9.6- Cálculo de Volumenes Aprovechados y Superficie Beneficiada:

Volumenes Aprovechables: es aquel que se utiliza para el riego.

Para determinar los volumenes aprovechables correspondientes a cada una de las capacidades totales propuestas, partiremos de la siguiente igualdad:

Vol. Esc Med. Anual = Vol. Aprov. + Vol. Derram. Med. Anual + Vol Evaporado.

V.A. = Vm - (Dm + V. Ev).

Expresión que se aplicará a cada capacidad propuesta cuyos (Dm) y (V Ev), son ya conocidos.

Para lo anterior utilizamos la tabla 9.6.1.

Superficie Derramada: para conocer la superficie neta bastará dividir el volumen aprovechable ya conocido entre la demanda anual de riego por hectárea, facilitando los cálculos con la tabla 9.6.2.

$$\text{Beneficio } \frac{\text{Vol. Apro.}}{\text{Derram. por Ha.}}$$

De la superficie de la zona de riego de que nos propone el proyecto "Agua Colorada", es necesario restar las superficies no aprovechadas, como son las ocupadas por los canales, arroyos y aquellas superficies que por sus pendientes y calidad agrológica, no son aptas para el cultivo.

Tomando en consideración lo anterior, vemos en el cálculo de los volumenes aprovechables y la superficie beneficiada que para regar 1,900 ha. es necesario una capacidad total de 8'000,000 M^3, capacidad que se considera como definitiva para nuestro proyecto.

9.7- Cálculo de la Ley de Demanda:

El cálculo de la ley de demanda se efectua multiplicando

la superficie probable beneficiada por la demanda mensual por Ha. en miles de M^3.

En la forma de la tabla 8.2.1., se determina la cantidad de agua necesaria para el riego de 100 Ha., pudiendose encontrar directamente la demanda mensual por Ha., la que multiplicada por la superficie neta que se va a beneficiar, nos proporciona las demandas mensuales que posteriormente seran las extracciones para nuestro funcionamiento del vas. Nos facilita el cálculo de la ley de demanda la tabla 9.7.1.

Para el proyecto "Agua Colorada", la demanda mensual total en miles de M^3, resultó ser de 5'130,880 M^3.

9.8- Otros Beneficios:

Con la realización del proyecto "Agua Colorada", seran beneficiados los campesinos en asegurar sus cultivos para obtener óptimos rendimientos, aumentando el beneficio por Ha. incrementando así su economía.

También la presa beneficiará como control de avenidas evitando inundaciones a los colindantes del rio Colorado, aguas abajo.

Ley de Demanda para 1,900 Has. Netas.

Mes	Sup. Benef.	Demanda Mensual Por Ha. Miles M^3	Demanda Mensual Total Miles M^3
E	900	.1984	178.56
F	2100	.4802	1008.42
M	1700	.8140	1383.80
A	1300	1.0012	1301.56
M	1300	.8788	1142.44
J			
J			
A			
S			
O	500	.0174	8.70
N	500	.0501	25.05
D	900	.0915	82.35
S U M A		3.5316	5130.88

CALCULOS DE LOS VOLUMENES EVAPORADOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Cuacuala

VOLUMEN ESCURRIDO MEDIO ANUAL Vm = 10 634.07

CAPACIDAD DE AZOLVES C.AZ. = 393.46

CAPACIDAD MEDIA C.M. = $\frac{C.T. + C.AZ.}{2}$

EVAPORACION NETA E.n. = .648

% DE EVAPORACION = $\frac{V.E.V.}{V.m.}$

C.T. MILES m³	C.M. MILES m³	A.m. m²	E.N. m	V.E.V. MILES m³	%
6000	3196.73	870.000	.648	563.760	5.3 %
7000	3696.73	935.000	.648	605.880	5.6 %
8000	4196.73	1032.000	.648	668.736	6.2 %
9000	4696.73	1114.000	.648	721.872	6.7 %
10.000	5196.73	1235.000	.648	800.280	7.5 %

CALCULOS DE LOS VOLUMENES APROVECHABLE-S Y LA SUPERFICIE BENEFICIADA

V. APROV. = Vm.− (D.m.+ V.E.V.) 10 634.07

DEMANDA BRUTA DE RIEGO 3 531.6 m³/HA

C.T. MILES m³	D. m. MILES m³	V.E.V. MILES m³	V APROV. MILES m³	BENEFICIO Ha. NETAS
6000	4634.0	563.7	5434.3	1538.6
7000	3634.0	605.8	6394.2	1810.5
8000	2635.9	668.7	7331.3	2075.9
9000	1823.3	721.8	8278.2	2344.0
10.000	1101.8	800.2	9199.8	2604.9

3-4-7

CALCULO DE DERRAMES

$D. = V - C.T.$

$D.m = \frac{(Vm - CT)}{A}$

Si $V < C.T.$, $D. = 0$

$\% D.m. = \frac{D.m.}{V.m.}$, $D.m. = \frac{D.}{n.}$

NOMBRE DEL PROYECTO

Cuacuala

D. = Volumen derramado anual

V. = Volumen escurrido anual

C.T. = Capacidad total propuesto

D.m. = Volumen derramado medio anual

V.m. = Volumen escurrido medio anual

AÑOS	V	DERRAMES = D EN MILES DE m^3						
	MILES m^3	CT=6000 MILES m	CT=7000 MILES m^3	CT=8000 MILES m^3	CT=9000 MILES m^3	CT=10000 MILES m^3	CT=11000 MILES m^3	CT=12000 MILES m^3
1974	9311.9	3911.9	1911.9	911.9				
1975	10,971.6	4,971.6	3,971.6	2,971.6	1,971.6	971.6		
1976	11,185.4	5,185.4	4,185.4	3,185.4	2,185.4	1,185.4	185.4	
1977	15,037.1	9,037.1	8,037.1	7,037.1	6,037.1	5,037.1	4,037.1	3,037.1
1978	9,603.5	3,603.5	2,603.5	1,603.5	603.5			
1979	7,981.6	1,981.6	981.6					
1980	11,080.8	5,080.8	4,080.8	3,080.8	2,080.8	1,080.8	80.8	
1981	10,281.4	4,281.4	3,281.4	2,281.4	1,281.4	281.4		
1982	8,725.3	2,725.3	1,725.3	725.3				
1983	12,161.7	6,161.7	5,161.7	4,161.7	3,161.7	2,161.7	1,161.7	161.7
	105,800.3	46,940.3	36,930.3	26,958.7	18,233.4	10,718.0	5,465.0	3,198.8
D.m	10,580.0	4,694.0	3,693.0	2,695.8	1,823.3	1,071.8	546.5	319.8
% D.m	[illegible]	43%	34%	24%	17%	10%	5%	3%

C A P I T U L O

X

F U N C I O N A M I E N T O

A N A L I T I C O

D E L

V A S O

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA

X.- FUNCIONAMIENTO ANALITICO DEL VASO

10.1- Funcionamiento del Vaso (mensual):

La finalidad primordial del funcionamiento analítico del vaso es determinar cual es la combinación más adecuada del -- caudal disponible de agua, capacidad útil de almacenamiento, calendario de riegos y superficie beneficiada.

Cuando el % de deficiencia con respecto al volumen teórico de demanda de riego se encuentra entre el 1% y el 5%, se - considera que el funcionamiento del vaso está correcto.

$$\% \text{ Def.} = \frac{\text{Deficiencia}}{\text{(años) (demanda)}}$$

El funcionamiento mensual del vaso consiste en analizar las aportaciones o entradas y las extracciones o pérdidas en cada año, dividiendo éste en dos periodos: Epoca de sequía y Epoca de lluvias, determinados éstos a su vez por la precipitación mensual y su relación con la demanda también mensual - de cada año en especial.

Analizaremos cada columna del cuadro de la lámina 10.1., que nos servirá para llevar un cierto orden del presente estudio.

Epoca de Sequías:

Columna 1.- Se anota los años que le corresponde a la -- época.

Columna 2.- Se anotan los meses que limita la época.

Columna 3.- Se anota el total de las entradas de agua al vaso en ésta época.

Columna 4.- El almacenamiento inicial útil que es el que es estado final de los volumenes almacenados durante la época de lluvias inmediatas anterior.

Columna 5.- Va la suma 4 y 5.

Columna 6.- Estaran los volumenes de agua que se extraen durante la época (del cuadro de la ley de demanda).

Columna 7.- Los volumenes que se supone evaporan.

Columna 8.- Contiene la columna 6 y 7.

Columna 9.- Contiene la diferencia de entradas y salidas columna 5 menos columna 8.

Cuando es mayor el volumen de demanda (8), que el volumen disponible (5), se tendrá diferencia que se anotan en la columna 10.

Epoca de lluvias:

Columna 11, 12 y 13.- Se obtiene igual que las columnas 1, 2 y 3.

Columna 14.- Es el almacenamiento mínimo útil que es el mismo al que tenemos anotado en la columna 9 del mismo renglón.

Columna 15.- Es la suma de las columnas 13 y 14.

Columna 16.- Se obtiene igual que la 7 (volumenes evaporados).

Columna 17.- La sacamos igual a la 6.

Columna 18.- Es el volumen disponible final, se calcula restando 16 y 17 de 15.

Columna 19.- Siempre irá la capacidad útil, cuando el valor de la columna 18 es mayor que la capacidad útil, la resta igual a los derrames columna 20 y la columna 21 igual a la 19.

Cuando el valor de la columna 18 es menor que la capacidad útil en la columna 20 no anotamos nada y en la columna 21 se indica el mismo valor que la columna 18.

El terminado el funcionamiento del vaso se procede a hacer la suma de deficiencias y su porcentaje correspondiente, si éste está dentro de las especificaciones se dá por concluido y a continuación elaboramos la regularización de

la avenida máxima.

En los casos en que el porciento de deficiencias sea superior al 5% se debe corregir el funcionamiento del vaso, para lo cual elevaremos la capacidad de la obra si se nos permite o disminuiremos la cantidad de Has. beneficiadas y se repite todo el proceso.

Cuando no existan deficiencias se deberá aumentar la superficie por regar o se disminuirá la capacidad del aprovechamiento para realizar nuevamente el funcionamiento del vaso -- hasta lograr del 1% al 5% de deficiencias.

Normalmente la superficie así obtenida es mayor a la que se obtiene dividiendo la capacidad útil entre la demanda ---- anual por Ha., la razón está en que el vaso tiene poder regularizador.

ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO DEL VASO:

PROYECTO: AGUA COLORADA MPIO: YAHUALICA ESTADO: JALISCO CALCULO: _____

EPOCA DE SEQUIAS										EPOCA DE LLUVIAS										
AÑOS	MESES	ENTRADA	ALM. INIC. UTIL	VOLUMEN DISPONIBLE	DEMANDA	VOL. EVAP.	VOLUMEN TOTAL	ALM. MIN. UTIL	DEFICIENCIAS	AÑOS	MESES	ENTRADAS	ALM. MIN. UTIL	VOL. DISP. INICIAL	VOL. EVAP.	DEMANDA	VOL. DISP. FINAL		DERRAM. MES.	ALMA. FINAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
—	—	—	(19, 21)	(3+4)	—	—	(6+7)	(5+8)	(6-5)	—	—	—								
1974	ENE.— MAY	2891.8	8100.0	10,991.8	5130.5	2524	5383.2	5608.6		1974	JUN.- SEP.	8,165.0	5608.6	13,773.6	201.9	—	13,571.7	8,100.0	5417.7	8,100.0
1975	OCT.— MAY	2122.8	8100.0	10,222.8	5130.8	1403.9	5534.7	4688.1		1975	JUN.- SEP.	8,253.2	4,688.1	12,941.3	201.9	—	12,739.4	8,100.0	4,639.4	8,100.0
1976	OCT.— MAY	2193.5	8100.0	10,293.5	5130.8	1403.9	5534.7	4758.8		1976	JUN.- SEP.	9,022.3	4,758.8	13,781.1	201.9	—	13,579.2	8,100.0	5479.2	8,100.0
1977	OCT.—MAY	1664.2	8100.0	9,764.2	5130.8	1403.9	5534.7	4229.5		1977	JUN.—SEP.	9,326.4	4,229.5	13,555.9	201.9	—	13,354.0	8,100.0	5,254.0	8,100.0
1978	OCT.—MAY	2102.2	8100.0	10,112.2	5130.8	1403.9	5534.7	4577.5		1978	JUN.-SEP.	7,558.6	4,577.5	12,136.1	201.9	—	11,934.2	8,100.0	3,834.2	8,100.0
1979	OCT.— MAY	1210.1	8100.0	9,301.1	5130.8	1403.9	5534.7	3766.4		1979	JUN.-SEP.	7,562.9	3,766.4	11,329.3	201.9	—	11,127.4	8,100.0	3,027.4	8,100.0
1980	OCT.— MAY	535.5	8100.0	8,635.5	5130.8	1403.9	5534.7	3100.8		1980	JUN.-SEP.	9,314.4	3,100.8	12,415.2	201.9	—	12,213.3	8,100.0	4,113.3	8,100.0
1981	OCT.— MAY	949.6	8100.0	9,049.5	5130.8	1403.9	5534.7	3514.8		1981	JUN.-SEP.	9,630.3	3,514.8	13,145.1	201.9	—	12,943.2	8,100.0	4843.2	8,100.0
1982	OCT.—MAY	1214.4	8100.0	9,314.4	5130.8	1403.9	5534.7	3779.7		1982	JUN.-SEP.	7,763.4	3,779.7	11,543.1	201.9	—	11,341.2	8,100.0	3,241.2	8,100.0
1983	OCT.—MAY	947.1	8100.0	9,047.1	5130.8	1403.9	5534.7	3512.4		1983	JUN.—SEP.	7,550.5	3,512.4	11,062.9	201.9	—	10,861.0	8,100.0	2,761.0	8,100.0
1984	OCT.—DIC.	0.0	8100.0	8,100	1116.1	100.9	217.0	7883.0												

CT= 8500 m^3

CA= 400 m^3

CU= 8100 m^3

Evaporacion Mensual = $\frac{\text{Volumen Evaporado}}{12} = \frac{608}{12} = _____\ m^3$

n = numero de meses en que se reparte la evaporacion

% DEF. = $\frac{\text{DEFICIENCIAS}}{(\text{AÑOS})(\text{DEMANDA})} = \frac{0}{(10)(5130.8)} = \frac{0}{51308} = 0\ \%$

C A P I T U L O

X I

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

D E L A A V E N I D A

M A X I M A

XI.- REGULARIZACION DE LA AVENIDA MAXIMA

11.1- Definición de la Avenida Máxima:

Cuando una presa se encuentra llena y recibe el caudal de una avenida ésta comenzara a desalojar ese caudal por el vertedor de demasias, la magnitud del agua desalojada estará en función directa de la carga "H", sobre el vertedor y del tipo y longitud del mismo.

Si la avenida máxima es la de mayor magnitud, que se supone podrá existir se dice que se trata de una avenida máxima. Al hecho de que exista una diferencia entre la capacidad de agua que entra y la que sale en unidad de tiempo se le denomina efecto regularizador del vaso.

El agua que entra producirá un aumento de la carga "H" sobre el vertedor y la cantidad de agua que sale estará en función de ésa "H" por lo que se hace necesario conocer la carga mas crítica, ésto sería muy sencillo si el vertedor comenzara a desalojar agua hasta que la avenida hubiera terminado, pero nuestro problema se torna un poco complicado en virtud de que la entrada y salida del agua es un acto simultaneo.

11.2- Factores que Efectuan la Magnitud de la Avenida Máxima:

* Intensidad y Duración de la tormenta
* Trayectoria de la tormenta
* Area y forma de la cuenca de captación
* Topografía de la cuenca
* Geología de la cuenca
* Vegetación de la cuenca
* Estado de situación de la cuenca

Una gran cantiad del porcentaje de los fracasos de las obras hidráulicas se ha debido a la sub-estimación de la magnitud de la Avenida Máxima de la corriente, y por lo tanto a la deficiente capacidad de la obra de excedencias para dar paso a ésa avenida.

C A P I T U L O

X I I

R E S U M E N D E L

E S T U D I O

H I D R O L O G I C O

XII.- RESUMEN DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

12.1- Resumen del Estudio Hidrológico:

Proyecto - Agua Colorada

Municipio - Yahualica

Estado - Jalisco

Area Cuenca

Precipitación Media Anual de la Cuenca	935mm
Porcentaje de Variación de la Precipitación	28.11%
Coeficiente de Escurrimiento	.17
Volumen Escurrido Medio Anual	10'634,070 M^3
Volumen Aprovechado Medio Anual	6'710,000 M^3
Porcentaje de Aprovechamiento	5.6 %
% Aprov. $\frac{\text{Vol Aprovechable}}{\text{Val. Esc. M. Anual}}$	63.09%
Capacidad Total	8'000,000 M^3
Capacidad Util	7'600,000 M^3
Capacidad Azolves	400,000
Volumen Evaporado Medio Anual	605,880 M^3
Porcentaje de Evaporación	5.6%
Volumen Derramado Medio Anual	3'634,073 M^3
Porcentaje de Derrames	34%
Demanda Anual por Ha.	3,531.6M^3

Beneficio (Has.)	1,900
Porcentaje de Deficiencias	0%
Periodo de Estudio	10 años'
Gasto de la Avenida Máxima	86.166M^3/seg
Tiempo de Concentración	28.06'
Tiempo de Receso	1 hora 10' 15''

C A P I T U L O

X I I I

C O N C L U S I O N E S

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

Y B I B L I O G R A F I A

XIII.- CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA

13.1- Conclusiones:

Como podemos darnos cuenta, muchos de los conceptos enumerados en el presente trabajo estan eslabonados donde unos se derivan de otros, también se comprenderá que los resultados de estudio hidrológico no son determinantes para que se construya una obra puesto que está supeditada a los resultados de otros estudios, como el geológico y el agrológico. Podemos afirmar sin embargo que de todos ellos el estudio hidrológico es el más importante y el que nos da una idea clara de la potencialidad hidrológica en determinada región.

Ya que se cuenta con un clima apropiado y se tiene un suelo con buena fertilidad, lo único faltante es agua, y ésto lo podemos aplicar por medios artificiales, construyendo una presa con un vaso natural apropiado y una red de canales donde se haría llegar el agua a los predios o parcelas, por lo anterior se desglosa que se cuenta con suelos de 1ra. y 2da. clase con buena topografía, poca o nula pedregosidad y suelos delgados a gruesos, lo que nos dan buenas características para la implantación de cultivos, contamos con clima apropiado donde solo se presentan heladas entre los meses de Noviembre, Diciembre y Enero, que son las que nos pueden alterar nuestros rendimientos en cultivos implantados, lo que hace posible con solo la aplicación de agua por medio artificial, tener un buen desarrollo fenológico de los cultivos a implantar en la zona de estudio.

Recomendando solamente para la programación de los cultivos sean éstos anuales y que se llevan a cabo en los meses que no se presentan las heladas, que nos pueden traer desde la pérdida, hasta la reducción de producción.

Como los usuarios productores de la zona son temporaleros se tiene la necesidad de que sean apoyados en capacitación de uso de método de aplicación de agua apropiados a la zona, como a sus cultivos. Para que en la operación de la obra no se tengan problemas fuertes y sea usada con eficiencia.

78 pag

13.2- Bibliografía:

* Instructivo para riego por superficie
  SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS.

* Apuntes de la Clase de Hidráulica
  DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

* Boletin Metereológico
  SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.

* Pequeños Almacenamientos
  DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS 1989.