

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**ESCUELA DE AGRICULTURA**



**RECONSTRUCCION DE LA PRESA SAN ANDRES EN LA UNIDAD DE RIEGO  
MAGDALENA, JALISCO**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

JUAN JOSE GARCIA PADILLA

**GUADALAJARA, JALISCO 1974**

A MIS PADRES CON CARIÑO

A OMAR ALID Y CLAUDIA YAKABED

A LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
Y A MIS MAESTROS.

AGRADEZCO PROFUNDAMENTE AL PERSONAL  
DEL DISTRITO DE RIEGO No. 13 QUE EN  
UNA FORMA U OTRA COLABORO PARA LA -  
REALIZACION DEL PRESENTE.

AL ING. SEBASTIAN MCNTAÑO PINEDA JEFE DE  
LA UNIDAD DE RIEGO AUTLAN-EL GRULLO POR  
SUS INDICACIONES.

A MARIELENA RAMCS CORONA, POR LA DECIDIDA  
AYUDA EN LA TERMINACION DEL TRABAJO.

## I N D I C E

	<u>CAPITULO I</u>	Pág.
1.1	INTRODUCCION	1
1.2	OBJETIVO	2
	<u>CAPITULO II</u>	
2	DESCRIPCION GENERAL DE LA UNIDAD DE RIEGO	2
2.1	GENERALIDADES	2
2.1.1	SUPERFICIE CULTIVABLE	3
2.1.2	TENENCIA DE LA TIERRA Y NUMERO DE USUARIOS	3
2.1.3	VIAS DE COMUNICACION	4
2.1.4	LOCALIZACION DE LA OBRA	4
2.2	CLIMATOLOGIA	5
2.2.1	CLIMA	5
2.2.2	PRECIPITACION	6
2.2.3	TEMPERATURA	7
2.2.4	EVAPORACION	7
2.3	SUELOS	7
2.3.1	SUELOS DE PRIMERA CLASE	8
2.3.2	SUELOS DE SEGUNDA CLASE	9
2.3.3	SUELOS DE TERCERA CLASE	9
2.4	TIPO DE AGUA DISPONIBLE PARA RIEGO	9
2.5	CUENCA DE LA PRESA	11
2.6	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	11
2.7	AREA REGABLE ACTUALMENTE	11

		Pág.
	<u>CAPITULO III</u>	
3	RED DE DISTRIBUCION DE AGUAS	22
3.1	DESCRIPCION DE LA RED	22
3.2	EFICIENCIA DE LA RED	23
	<u>CAPITULO IV</u>	
4	LOS CULTIVOS Y SUS NECESIDADES HIDRICAS	24
4.1	RELACION AGUA-SUELO-PLANTA	24
4.2	USO CONSUNTIVO	31
4.3	AGUA APROVECHABLE	44
	<u>CAPITULO V</u>	
5	PROYECTO DE RECONSTRUCCION	48
5.1	CARACTERISTICAS ACTUALES DEL BORDO	48
5.2	ESTUDIOS TOPOGRAFICOS	49
5.2.1	LEVANTAMIENTO DE LA POLIGONAL	49
5.2.2	NIVELACION	50
5.2.3	SECCIONES TRANSVERSALES	50
5.2.4	CURVAS DE NIVEL	50
5.3	GRAFICA DE AREAS Y CAPACIDADES	50
5.4	PROYECTO DE SOBRE-ELEVACION	51
5.5	AREA DE ENROCAMIENTO	51
5.6	DATOS DE RECONSTRUCCION	51
5.7	RECONSTRUCCION DE UNA TOMA	64
5.8	PRUEBAS DE CONTROL	64

	<u>CAPITULO VI</u>	Pág.
6	ANALISIS ECONOMICO	66
6.1	COSTO DE LA OBRA	66
6.2	RELACION BENEFICIO-COSTO	68
	<u>CAPITULO VII</u>	
7	RESUMEN	69
7.1	BALANCE HIDROLOGICO	69
7.2	CONCLUSIONES	71
	BIBLIOGRAFIA	72

## CAPITULO I

### 1.1.- INTRODUCCION

El mejoramiento y ampliación de superficies de tierra para fines agrícolas es tan antiguo como la civilización humana. En el transcurso de muchos siglos, el hombre solo aprovechaba para el cultivo de las plantas que le eran útiles, aquellos terrenos que poseían riego en forma natural, ya fuera por la lluvia, el aniego de los ríos al desbordarse, la desecación temporal de lagos y lagunas ó por la humedad ascendente del sub-suelo.

Pero la existencia del hombre no podía depender de los caprichos de la naturaleza, ni éste podía resignarse pasivamente a que la naturaleza le otorgara sus dones; desde aquel entonces avivó su ingenio para someterla a su servicio, teniendo la necesidad de proteger sus campos agrícolas contra el exceso de agua ó escasez de ella, construyendo primitivos sistemas de riego y desagüe.

Hoy gracias a los avances de la ciencia, la técnica de la producción agrícola se ha venido perfeccionando hasta lograr cada vez más, el control de los principales factores que intervienen en la explotación agrícola.

La construcción de grandes y pequeñas obras de regulación y almacenamiento, las armoniosas redes de canales y drenes que conducen el agua a cientos de kilómetros de distancia, la planificada organización de los Distritos de Riego y Drenaje, han contribuido a transformar poco a poco los antiguos desiertos

y terrenos improductivos en verdaderos centros de abundancia y riqueza social como una prueba más de la paulatina conquista de la naturaleza por el hombre.

## 1.2.- OBJETIVO

El objeto del presente, es el de desarrollar una metodología que pueda servir en obras y estudios similares, ya que en el Estado de Jalisco, por su topografía, no son factibles grandes extensiones de riego y para mejorar la economía del agricultor temporalero, se debe pugnar por la construcción de pequeñas obras de irrigación, como la obra motivo del presente trabajo.

## CAPITULO II

### 2.- DESCRIPCION GENERAL DE LA UNIDAD DE RIEGO

#### 2.1.- GENERALIDADES.

La Unidad de Riego de Magdalena, es el vaso de una cuenca cerrada en la que descargan diferentes arroyos de carácter torrencial. Está localizada al Noroeste del Estado de Jalisco, a 80 kilómetros de la Ciudad de Guadalajara, entre los  $20^{\circ} 47'$  y  $20^{\circ} 48'$  de latitud norte y los  $103^{\circ} 58'$  a  $104^{\circ} 05'$  de longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Los terrenos son sensiblemente planos, su longitud mayor orientada de Norte a Sur, variando su altura entre los 1 349 a 1 356 metros sobre el nivel del mar.

### 2.1.1.- SUPERFICIE CULTIVABLE

La Unidad de Riego y Drenaje de Magdalena, cubre una-  
área de 6 986.15 hectáreas, de las cuales se benefician con rie-  
go superficial 3 106.35 y 3 879.80 hectáreas se riegan por el -  
sistema de sub-irrigación o humedad residual. Agrológicamente --  
clasificadas en la siguiente forma.

Suelos de Primera clase	55.7%
Suelos de Segunda clase	38.8%
Suelos de Tercera clase	5.5%

Los principales cultivos que se practican aprovechando  
la humedad del sub-suelo durante el verano, son el maíz y el sor-  
go, obteniéndose rendimientos medios de 3 a 5 toneladas por hectá  
rea.

En el invierno las siembras de trigo y garbanzo, se --  
auxilian con riegos superficiales, ó bien, por sub-irrigación por  
control del nivel del manto freático.

### 2.1.2.- TENENCIA DE LA TIERRA Y NUMERO DE USUARIOS

Número Total de Usuarios en el Distrito	2,008
Número de Usuarios Ejidales	1,922
Número de Usuarios Pequeña Propiedad	86

De los cuales 197 son Usuarios Ejidales que pertenecen al Ejido "Estancia de Ayllones", con una superficie de 731.50 hectáreas, localizadas en su mayoría dentro del área de riego de la Presa "San Andrés", tratándose de beneficiar a un promedio de 100 Ejidatarios con una relación tierra-hombre de 3.8 hectáreas riego.

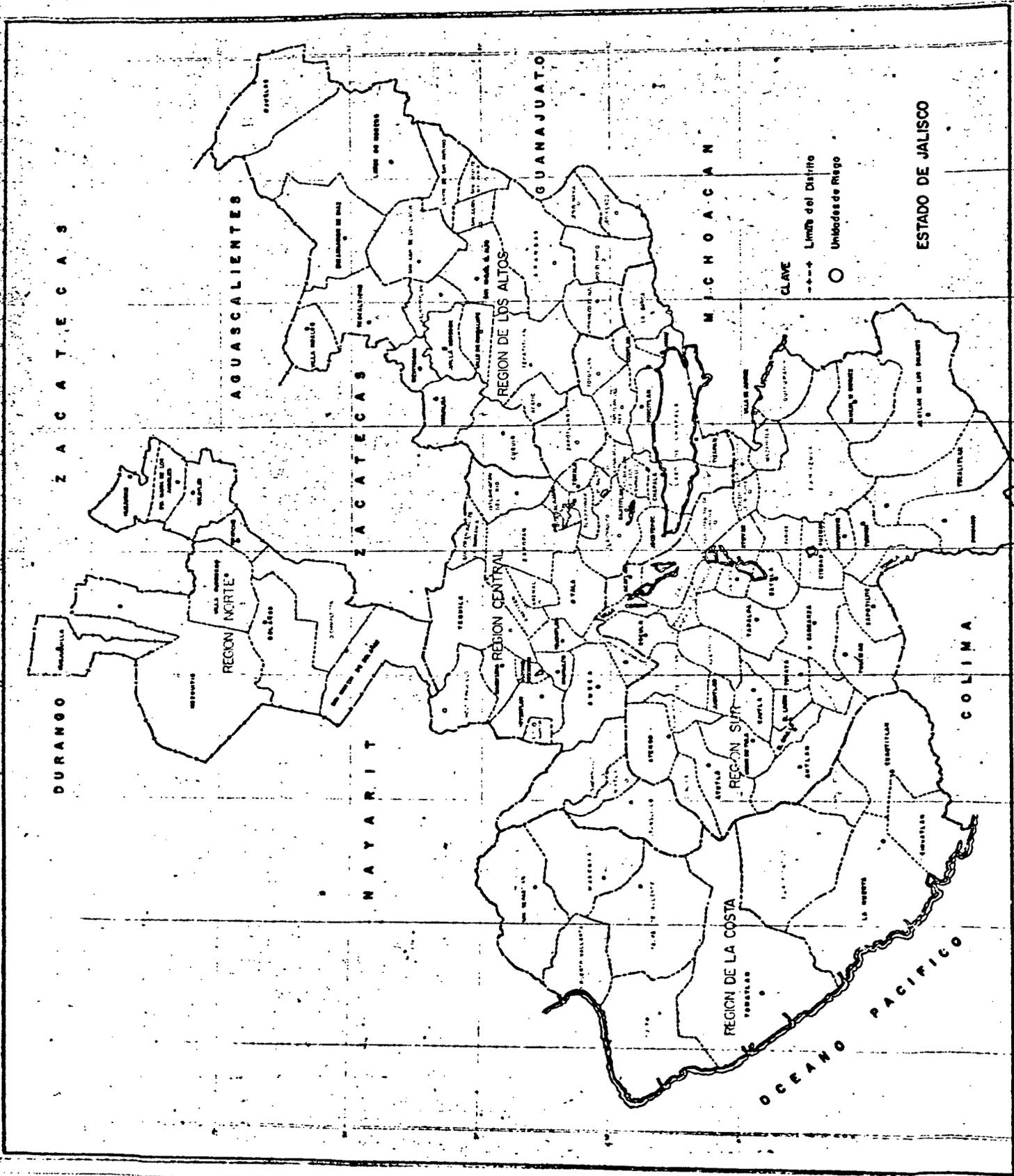
No existen en esta zona, Usuarios de Pequeña Propiedad.

#### 2.1.3.- VIAS DE COMUNICACION

Las principales vías de acceso a la Unidad, son las Carreteras Internacional Guadalajara-Nogales y Guadalajara-San Marcos, así como el Ferrocarril del Pacífico, que atraviesa la cuenca en su región norte. Existen los servicios de correos, telégrafos y teléfonos en las Poblaciones de Magdalena y Etzatlán, Jal., que se encuentran en la Periferia de la Unidad, así como Agencias Subsidiarias de Correos y Teléfonos en la Población de Antonio Escobedo, Jal., en donde se encuentran las Oficinas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, contando además con un Aeropuerto de corto alcance en Magdalena, Jal.

#### 2.1.4.- LOCALIZACION DE LA OBRA

La Presa "San Andrés", está localizada al Noroeste de la Población de Antonio Escobedo, Jal., a una distancia aproximada de 16 kilómetros, con las coordenadas geográficas 20° 55' latitud-norte y 104° 05' de longitud W.G.



## 2.2.- CLIMATOLOGIA

### 2.2.1.- CLIMA

El clima dominante de acuerdo con la clasificación de C. Warren Thornthwaite, es el que corresponde a la denominación CB' Wa', es decir, clima sub-húmedo, meso-termal con humedad deficiente en el Invierno y sin estación Invernal definida.

El período seco comprende los meses de Noviembre a Mayo, concentrándose el período lluvioso durante los meses de Junio a Octubre, siendo el mes de Julio el de mayor precipitación pluvial.

La temperatura en general es uniforme, sin grandes variaciones, no obstante, que comparando los registros actuales - con los de hace 25 años, se nota una tendencia de incremento en la oscilación térmica anual, sobre todo en los últimos años.

Las temperaturas máximas se registran en el mes de Mayo y las mínimas durante los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

La vegetación natural no es muy profusa, pero si es variada, la más importante entre los arbustos son: mezquite, - pino real, pinabete, guamuchil, fresno, guayabo y nogal silves-  
tre.

## CONDICIONES CLIMATICAS PERJUDICIALES (HELADAS)

No es común que se presenten heladas durante los meses de Marzo a Noviembre y en caso de ocurrir, no perjudica a los cultivos cuando tienen suficiente humedad, en cambio en los meses de Diciembre, Enero y Febrero, la presencia de heladas es frecuente, pero generalmente no afectan a los cultivos por encontrarse éstos en las primeras etapas de su desarrollo.

### 2.2.2.- PRECIPITACION

El cálculo de la precipitación media en la Cuenca de la Ex-Laguna de Magdalena, se efectuó por el Método de Thiessen, para lo cual se determinaron las áreas de influencia para cada estación pluviométrica, según se puede observar en el Anexo (S-13-F-125). Con este dato y con las precipitaciones medias de cada estación en particular para el período y registro especificado, se procedió al cálculo correspondiente cuyo detalle puede observarse en el Cuadro Anexo 2.2.1.-.

La precipitación media anual es de 1 112.31 mm. obtenida por este método, es más exacta que el simple promedio aritmético, no obstante, que la mayor limitación del procedimiento de Thiessen, consiste en no tomar en consideración las variaciones orográficas de la Cuenca y en atribuir una distribución lineal de la lluvia dentro de cada área de influencia.

2.2.3.- TEMPERATURA

La temperatura media anual varía entre los 25.6°C. y -15.1°C.

La temperatura máxima promedio es de 35.4°C. y la temperatura mínima promedio es 1.8°C.

El mes que ha registrado la más alta temperatura, es Mayo, con 38.0°C. y la más baja en el mes de Febrero, con -4.8°C. en el año de 1967.

2.2.4.- EVAPORACION

La evaporación media anual es de 1 897.2 mm., siendo el año de 1960 el de máxima evaporación anual con 2 332.2 mm. y correspondiendo al mes de Mayo del mismo año la máxima evaporación mensual con 341.2 mm., la mínima evaporación media mensual corresponde al mes de Diciembre de 1958 con 57.8 mm.

(Mayores detalles se pueden observar en las formas anexas de Precipitación, Evaporación y Temperatura).

2.3.- SUELCOS

La clasificación de suelos del Distrito en superficie

y porcentos, es la siguiente:

Clases de -Suelos	Hectáreas	Porcentaje
Primera Clase	3 915	55.7
Segunda Clase	2 727	38.8
Tercera Clase	386	5.5
<b>S u m a s :</b>	<b>7 028</b>	<b>100.0</b>

2.3.1.- SUELOS DE PRIMERA CLASE

Comprenden la mayor parte del lecho lacustre, son suelos de color gris oscuro, de textura superficial, migajón arcilloso o arcilla. Alcanzan hasta una profundidad de dos metros, presentan fuertes variaciones en materia orgánica, la cual se concentra en una capa arcillo humífera localizada entre los 0.90 a 1.70 metros de profundidad, es de color negro, ligera y de aspecto semejante a la turba. Después de esta capa se encuentra una zona de color verdoso, constituida por una pizarra sedimentaria correspondiente al antiguo piso de la Laguna; estos suelos son típicos de acarreo, aunque ricos en materia orgánica debido a la descomposición de la primitiva vegetación acuática.

### 2.3.2.- SUELOS DE SEGUNDA CLASE

Son suelos de color blanquecino, ligeros, textura de migajones, localizados en la parte más alta de la Ex-Laguna, menos ricos en materia orgánica, de origen mixto, ya que se han formado por depósitos de material orgánico de la laguna y por el arrastre de minerales de las laderas y partes elevadas del terreno. Como a 0.50 metros en el sub-suelo, se localiza una capa de tepetate que continuamente se altera por la acción de la humedad.

### 2.3.3.- SUELOS DE TERCERA CLASE

Son suelos de color claro, delgados, poco fértiles, localizados hacia el Norte de la Laguna, en las partes correspondientes a las laderas de los cerros de la Magdalena y las Quemadas.

Los suelos del área de riego de la Presa "San Andrés", corresponden en una mayor parte a Suelos de Segunda Clase.

### 2.4.- TIPO DE AGUA DISPONIBLE PARA RIEGO

La calidad del agua, desde el punto de vista agrícola,

es un término que se utiliza para indicar la conveniencia o limitación de su empleo para fines de riego.

Sin embargo, la determinación a favor o en contra de la utilización de las aguas para fines de riego, requiere no solamente tener presentes las condiciones de carácter químico que presente el agua en el momento de analizarse, sino también las características físico-químicas de los suelos en que van a aplicarse, así como la susceptibilidad de las plantas de cultivo que se van a regar.

El problema de salinidad en la zona de riego, tanto en los suelos de cultivo, como en el agua empleada para riego, no presenta aún grados peligrosos y los diferentes análisis practicados periódicamente (Anexos 2.4.1.- y 2.4.2.-) en el vaso de almacenamiento, no acusan concentraciones altas de sales.

Igualmente ni los escurrimientos superficiales ni las infiltraciones de lluvia indican afloraciones o depósitos salinos en las capas superficiales del suelo por elevación del manto freático.

El agua para fines de riego de la Presa "San Andrés", es de primera clase, por lo cual su uso no es restringido.

2.5.- CUENCA DE LA PRESA

Tiene una cuenca de captación de 34 Km.<sup>2</sup>, su cauce principal es el Arroyo San Andrés, con un gasto de 1.0 M<sup>3</sup>/Seg.

2.6.- VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

Tiene un almacenamiento total de 3 500 000 M<sup>3</sup>, menos - 100 000 M<sup>3</sup> de volúmen muerto, quedando un almacenamiento útil de - 3 400 000 M<sup>3</sup>.

2.7.- AREA REGABLE ACTUALMENTE

Cuenta con una área regable de 300 hectáreas

UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENA

ANALISIS Y CLASIFICACION DE AGUA

Sitio del Muestreo	CLASIFICACION			ANALISIS DE AGUA CON FINES DE RIEGO							
	A Ñ O S			C.E. MILIMHOS CM A 25° C	MILIEQUIVALENTES POR LITRO				RELACION ADSORCION SODIO	p.H.	AÑO CON MAYOR VALOR
	1960	1968	1973		IONES Ca+Mg	SODIO SOLUBLE	IONES CO <sub>3</sub> +HCO <sub>3</sub>	Na CO <sub>3</sub> RESIDUAL			
Presa San Andrés	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	0.10	0.40	0.60	1.60	1.20	1.50	7.4	1960

( ANEXO 2.4.1.-)

NOTA: Análisis Año de 1960, fué practicado en el mes de Febrero  
 Análisis Año de 1968, fué practicado en el mes de Abril  
 Análisis Año de 1973, fué practicado en el mes de Julio.

## SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

DISTRITO DE RIEGO No. 13.- ESTADO DE JALISCO

I.D.R.Y.D.

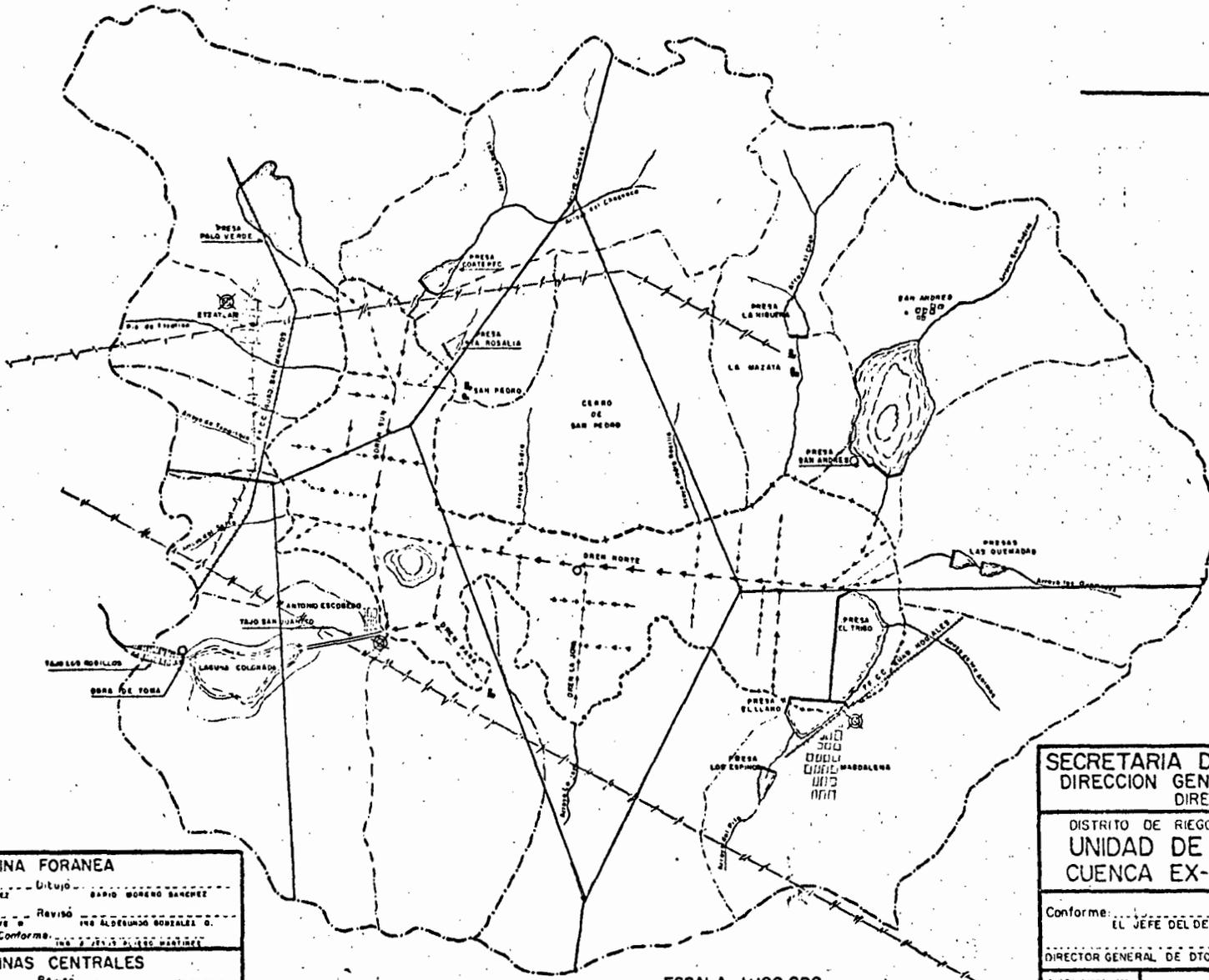
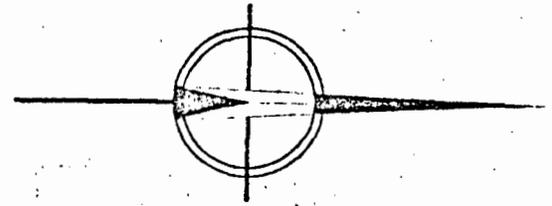
ANALISIS QUIMICO DE SUELO Y AGUA

"UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENA"

DESCRIPCION DE MUESTRA ZONA DE RIEGO	SALINIDAD TOTAL	C A T I O N E S			A N I O N E S				PH	CLASIFICACION
		CALCIO	MAGNESIO	SODIO + POTASIO	BICARBO- NATOS	CARBONA- TOS	CLORUROS	SULFATOS		
POZO # 4 PROF. 0-30	6.80	1.50	0.90	4.40	1.60	0.40	3.20	1.60	7.5	NORMAL
POZO # 4 PROF. 30-60	11.00	2.80	1.20	7.00	1.70	0.30	2.60	6.40	7.2	NORMAL
POZO # 4 PROF. 60-90	9.50	2.20	1.80	5.50	1.50	0.30	2.50	5.20	7.2	NORMAL
POZO # 2 PROF. 0-30	4.20	1.20	0.60	2.40	1.00	0.00	1.80	1.40	7.0	NORMAL
POZO # 2 PROF. 30-60	5.35	1.30	0.50	3.55	1.40	0.15	2.40	1.40	7.0	NORMAL
POZO # 2 PROF. 60-90	10.80	2.00	0.90	7.90	2.60	0.40	3.20	4.60	7.5	NORMAL
POZO # 3 PROF. 0-30	9.60	2.00	2.50	5.10	1.10	0.30	1.80	6.40	7.2	NORMAL
POZO # 3 PROF. 30-60	12.50	2.20	2.90	7.40	1.00	0.20	3.00	8.30	7.0	NORMAL
POZO # 3 PROF. 60-90	8.10	1.50	1.30	5.30	1.00	0.00	2.30	4.80	7.0	NORMAL

NOTA: CANTIDADES EN MILIEQUIVALENTES POR LITRO

( ANEXO 2.4.2.- )



**CLAVE**

- CUENCA
- - - SUB-CUENCA
- CANAL
- EST. PERMANENTE O TEMP.
- EST. TEMPORAL
- LIM. DE LA UNIDAD DE RIEGO

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO  
 DIRECCION DE OPERACION

DISTRITO DE RIEGO N° 13 EN EL ESTADO DE JALISCO  
 UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENA  
 CUENCA EX-LAGUNA DE MAGDALENA

Conforme: \_\_\_\_\_ V° B°  
 EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DIRECTOR DE OPERACION  
 DIRECTOR GENERAL DE DTOS DE RIEGO APROBO: \_\_\_\_\_ EL SECRETARIO

MAGDALENA, JALISCO  
 MAYO DE 1964

S-13-F-125

**OFICINA FORANEA**

Dibujó: \_\_\_\_\_  
 Revisó: \_\_\_\_\_  
 Conforme: \_\_\_\_\_

**OFICINAS CENTRALES**

Dibujó: \_\_\_\_\_  
 Revisó: \_\_\_\_\_

ESCALA 1:100 000

PROMEDIOS MENSUALES DE LA PRECIPITACION SOBRE LA CUENCA DE LA  
EX-LAGUNA DE MAGDALENA, JAL., POR EL METODO DE THIESSEN

No.	-ESTACION METEREOLOGICA	PERIODO DE OBSERVACION	AREA DE INFLUEN CIA KM <sup>2</sup>	PORCIENTO DEL AREA TOTAL	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1	Etzatlán	1948-1963	100.4	20.1	2.39	0.24	0.66	2.89	7.72	50.57	61.14	47.32	39.23	17.79	2.49	3.03	235.47
2	Santiaguito	1964-1967	76.0	15.2	3.97	3.12	0.45	4.38	11.93	26.67	37.83	39.81	27.60	11.20	2.73	5.35	175.04
3	San Andrés	1964-1967	143.0	28.7	8.32	6.48	2.38	6.40	35.58	47.64	80.27	76.48	49.51	19.86	3.87	4.59	341.38
4	Magdalena	1946-1967	79.5	16.0	2.77	0.54	0.69	1.58	5.71	33.22	42.14	37.57	25.84	9.54	1.84	2.74	164.18
5	A. Escobedo	1944-1972	70.9	14.2	2.03	0.90	1.02	1.24	4.40	28.52	36.85	29.36	22.66	8.71	1.91	2.30	139.90
6	Los Rosillos	1964-1967	29.0	5.8	1.45	1.40	0.09	1.89	2.15	11.27	12.18	10.55	9.10	4.39	0.31	1.56	56.34
Sumas y Promedios			498.8	100.0	20.93	12.68	5.29	18.38	67.49	197.89	270.41	241.09	173.94	71.49	13.15	19.57	1 112.31

( ANEXO 2.2.1.- )

Precipitación media anual en la Cuenca, 1 112.31 mm.

## DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO

## DISTRITOS DE RIEGO EN EL ESTADO DE JALISCO.

PRECIPITACION EN MM.LATITUD 20° 46' N.UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENALONGITUD 103° 57' W.G.ESTACION ANTONIO ESCOBEDOALTITUD 1 360 MTS.ESTADO JALISCO

AÑOS	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1944	14.0	20.5	14.0	0.0	25.5	213.8	200.6	254.9	186.5	11.2	30.8	0.0	971.8
1945	6.0	0.0	0.0	5.5	0.5	29.5	228.6	202.6	163.0	30.0	0.0	0.0	665.7
1946	20.0	4.0	0.0	2.0	3.5	231.1	196.0	224.0	99.0	78.0	45.0	39.0	941.6
1947	75.0	0.0	0.0	0.0	10.5	162.5	207.0	170.5	121.0	42.0	1.0	12.0	801.5
1948	20.0	0.0	80.0	19.0	15.0	248.0	165.0	219.0	98.0	45.0	42.0	12.0	891.0
1949	5.0	0.0	0.0	0.0	8.0	136.0	233.0	119.0	94.0	69.0	0.0	0.0	664.0
1950	0.0	0.0	2.0	0.0	23.0	250.0	206.0	151.0	320.0	17.0	5.0	0.0	974.0
1951	1.0	0.0	9.0	0.0	1.0	114.0	192.0	201.0	223.0	66.0	4.0	0.0	811.0
1952	2.0	0.0	0.0	30.0	40.5	285.0	356.0	187.0	180.0	9.0	63.0	2.0	1 154.5
1953	0.0	0.0	2.5	0.0	17.5	133.5	364.0	183.0	47.5	95.7	5.5	59.5	908.7
1954	0.0	2.0	0.0	1.0	0.0	305.0	254.5	152.0	170.0	78.0	0.0	1.0	963.5
1955	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	44.5	332.5	306.0	287.5	53.0	0.0	0.0	1 046.5
1956	0.0	0.0	0.0	0.0	224.0	264.5	275.5	284.0	100.5	14.0	1.0	0.0	1 163.5
1957	10.0	3.0	0.0	0.0	25.0	89.5	289.0	211.5	103.0	76.5	0.0	0.0	807.5
1958	52.0	8.0	26.0	0.0	14.0	396.0	219.0	169.0	292.0	137.5	54.0	18.0	1 385.5
MEDIA													

CONTINUA EN LA HOJA # 2.---

## DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO

## DISTRITOS DE RIEGO EN EL ESTADO DE JALISCO.

PRECIPITACION EN MM.LATITUD 20° 46' N.UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENALONGITUD 103° 57' W.G.ESTACION ANTONIO ESCOBEDOALTITUD 1 360 MTS.ESTADO JALISCO

AÑOS	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1959	13.0	0.0	0.0	101.0	30.0	345.5	286.5	164.0	127.0	96.0	0.0	0.0	1 163.0
1960	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	222.5	366.5	273.0	82.0	36.5	0.0	48.0	1 032.5
1961	45.5	0.0	1.0	0.0	47.0	236.0	283.0	186.0	168.5	79.5	0.0	0.0	1 046.5
1962	10.3	8.8	0.0	8.0	8.8	251.8	326.0	152.0	353.0	94.0	25.0	20.0	1 257.7
1963	0.0	0.0	9.0	23.0	83.5	231.0	297.0	238.0	77.0	94.0	1.0	62.0	1 115.5
1964	35.0	1.0	2.0	0.0	65.0	222.5	338.0	230.0	194.0	57.0	83.0	35.0	1 262.5
1965	11.0	27.0	0.0	7.0	5.0	142.0	274.0	347.0	203.0	68.0	0.0	73.0	1 157.0
1966	19.5	28.0	8.5	58.5	55.5	220.5	209.0	197.5	146.0	51.5	0.0	7.0	1,001.5
1967	36.0	0.0	2.0	0.0	120.0	177.0	175.0	238.0	210.0	131.5	0.0	20.0	1 109.5
1968	2.0	26.0	125.0	1.5	4.0	164.5	333.0	280.5	105.0	26.0	1.0	32.5	1 101.0
1969	2.0	0.0	0.0	0.0	14.0	183.5	120.5	137.0	119.5	40.5	0.0	26.5	643.5
1970	7.5	57.5	0.0	0.0	0.0	154.5	221.5	196.5	133.0	61.0	27.0	0.0	858.5
1971	19.0	0.0	0.0	0.0	24.0	214.0	408.5	142.0	140.5	104.0	4.0	3.0	1 059.0
1972	4.0	0.0	0.0	0.0	15.0	158.5	171.0	182.0	87.5	22.0	0.0	0.0	640.0
SUMA	416.8	185.8	209.0	256.5	899.8	5 826.7	7 528.2	5 998.0	4 631.0	1 783.4	392.3	470.5	28 598.0
MEDIA	14.3	6.4	7.2	8.8	31.0	200.9	259.5	206.8	159.6	61.4	13.5	16.2	986.1

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO  
DISTRITO DE RIEGO No. 13.- ESTADO DE JALISCO

EVAPORACION EN MM.

LATITUD 20° 46' N.  
LONGITUD 103° 57' G.W.  
ALTITUD 1 360 MTS.

UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENA  
ESTACION ANTONIO ESCOBEDO  
ESTADO JALISCO

AÑOS	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1944	88.1	109.2	163.9	223.6	241.8	222.2	152.4	210.7	111.7	113.6	72.8	81.6	1 791.8
1945	92.5	124.2	195.3	252.7	253.4	256.4	151.3	129.8	129.9	100.1	88.3	91.1	1 865.0
1946	98.3	115.3	208.3	242.7	256.7	180.6	139.5	137.0	125.5	99.0	86.0	82.0	1 770.9
1947	75.3	110.7	172.0	218.5	217.0	181.0	157.0	123.5	113.5	113.0	85.5	80.0	1 647.0
1948	83.0	126.0	201.5	236.0	268.0	145.0	114.5	132.0	115.0	113.5	83.5	89.0	1 707.0
1949	100.0	124.0	194.0	244.0	269.0	202.0	140.5	139.0	115.0	104.5	104.0	101.5	1 837.5
1950	118.9	133.5	212.8	263.2	273.0	160.2	105.9	126.8	117.8	113.0	84.5	80.0	1 788.7
1951	101.0	129.0	183.5	250.5	263.0	233.0	125.0	125.0	111.5	100.0	88.0	89.0	1 798.5
1952	94.0	111.0	181.4	203.7	232.5	138.2	135.7	135.7	101.7	97.7	95.8	88.0	1 615.4
1953	110.1	128.3	201.7	240.4	261.7	202.9	139.6	115.3	108.6	110.2	86.9	70.6	1 776.2
1954	101.0	118.9	199.5	231.6	265.9	175.8	124.3	116.4	120.8	96.3	83.9	82.7	1 717.1
1955	96.5	142.5	216.7	254.3	252.5	203.4	138.4	121.1	101.8	92.9	86.2	82.8	1 789.1
1956	109.7	139.8	207.8	234.2	206.1	155.3	133.3	135.5	115.4	122.0	109.0	102.0	1 770.1
1957	111.3	142.1	211.2	265.6	292.0	252.2	169.2	150.8	120.0	105.2	105.6	104.1	2 029.3
1958	82.7	124.9	186.5	254.6	261.6	184.4	123.3	135.5	116.3	92.3	64.8	57.8	1 684.7
1959	88.9	123.5	190.2	170.2	219.8	158.6	127.5	125.2	128.3	109.2	110.1	118.5	1 670.0
1960	137.1	180.1	264.4	284.9	341.2	289.8	184.4	156.8	131.8	131.4	133.0	97.3	2 332.2

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO  
DISTRITO DE RIEGO No. 13.- ESTADO DE JALISCO

EVAPORACION EN MM.

LATITUD 20° 46' N.  
LONGITUD 103° 57' G.W.  
ALTITUD 1 360 MTS.

UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENA  
ESTACION ANTONIO ESCOBEDO  
ESTADO JALISCO

AÑOS	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1961	110.3	160.7	211.7	282.3	328.0	193.8	147.4	149.8	143.6	149.4	128.0	119.2	2 124.2
1962	142.8	164.3	259.5	287.8	326.0	263.5	164.6	147.3	133.7	117.7	106.4	92.4	2 206.0
1963	132.8	156.1	229.6	262.7	268.1	198.7	129.7	155.0	125.1	120.6	121.8	87.6	1 987.8
1964	92.3	163.5	214.0	305.7	315.1	219.1	161.2	172.0	131.7	127.5	122.4	96.8	2 121.3
1965	115.0	130.5	223.8	247.8	306.7	290.5	164.0	128.7	130.0	118.7	123.5	97.0	2 076.2
1966	104.9	126.9	188.9	102.6	285.9	184.3	161.3	149.4	132.2	124.1	135.3	110.0	1 905.8
1967	122.9	168.9	234.4	298.4	269.1	191.4	156.3	145.4	120.0	123.6	116.3	96.5	2 043.2
1968	126.7	133.4	173.6	217.1	278.3	205.1	144.9	150.3	131.0	142.8	114.5	89.6	1 909.3
1969	123.6	150.1	225.2	274.4	320.2	256.0	154.6	135.7	128.2	121.9	112.5	100.9	2 103.3
1970	112.1	122.3	203.4	289.0	315.6	187.6	148.0	144.0	117.3	137.3	102.4	113.2	1 992.2
1971	118.7	166.9	242.1	259.3	302.6	190.5	142.5	134.9	114.3	109.4	124.4	110.3	2 015.9
1972	120.7	161.6	214.2	268.8	335.0	226.8	163.8	154.4	159.4	138.6	-	-	1 943.3
SUMA	3 110.3	3 988.2	6 011.1	7 268.6	8 025.8	5 948.3	4 200.1	4 083.0	3 551.1	3 345.4	2 875.4	2 611.5	55 018.8
MEDIA	107.2	137.5	207.2	250.6	276.7	205.1	144.8	140.7	122.4	115.3	99.1	90.0	1 897.2

TEMPERATURAS EN °C. EN LA ESTACION ANTONIO ESCOBEDO

AÑOS		ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1951	Máxima	28.1	30.0	29.2	33.1	33.1	32.6	26.5	27.2	27.1	28.1	29.1	28.9
	Mínima	2.1	3.1	6.0	8.3	10.5	15.4	16.0	16.0	15.7	13.1	8.5	6.1
	Media	15.1	16.5	17.6	20.7	21.8	24.0	21.2	21.6	21.4	20.6	18.8	17.5
1952	Máxima	29.7	28.8	31.5	31.1	32.1	28.0	26.4	26.7	26.9	28.1	28.0	26.5
	Mínima	4.7	3.8	4.5	9.0	9.4	16.3	15.7	15.9	15.5	9.3	9.2	6.2
	Media	17.2	16.3	18.0	20.0	20.7	22.1	21.0	21.3	21.2	18.7	18.6	16.3
1953	Máxima	28.2	28.9	31.1	32.5	33.6	30.8	26.9	27.6	27.5	29.0	27.9	25.5
	Mínima	1.8	4.7	7.5	7.3	8.1	16.5	16.1	15.7	13.9	13.9	6.3	4.6
	Media	15.0	16.8	19.3	19.9	20.8	23.6	21.5	21.6	20.7	21.4	17.1	15.1
1954	Máxima	28.9	29.9	32.9	32.8	34.6	29.9	26.2	27.4	28.0	27.9	28.9	28.1
	Mínima	5.6	6.2	6.1	9.7	11.0	16.5	15.6	15.4	15.5	14.3	6.4	5.1
	Media	17.3	18.1	19.5	21.8	22.8	23.2	20.9	21.4	21.7	21.1	17.6	16.6
1955	Máxima	25.6	29.5	32.9	34.6	35.0	32.2	26.9	26.7	26.9	27.1	29.2	28.1
	Mínima	4.0	2.7	6.3	7.6	12.2	16.1	16.6	16.1	15.9	12.2	8.3	2.7
	Media	14.8	16.1	19.6	21.1	23.6	24.1	21.7	21.4	21.4	19.6	18.7	15.4
1956	Máxima	27.6	30.6	33.1	33.7	31.1	27.6	26.5	27.2	27.7	29.5	29.2	29.0
	Mínima	0.8	2.8	4.8	7.4	14.0	16.0	15.0	14.9	15.0	12.3	9.6	5.3
	Media	14.2	16.7	18.9	20.5	22.5	21.8	20.8	21.1	21.3	20.9	19.4	17.1
1957	Máxima	30.4	30.8	30.0	33.2	33.8	32.9	28.0	27.6	28.1	27.8	29.3	28.8
	Mínima	4.6	5.6	4.1	7.1	8.7	14.9	16.2	15.5	16.1	12.1	10.2	6.2
	Media	17.5	18.2	17.0	20.1	21.3	23.9	22.1	21.5	22.2	20.0	19.7	17.5
1958	Máxima	23.6	27.2	29.2	33.9	33.9	30.1	26.7	27.8	28.0	27.9	26.6	25.1
	Mínima	3.8	3.4	5.8	8.8	12.7	17.1	16.4	15.8	16.5	15.1	11.7	8.8
	Media	13.7	15.3	17.5	21.4	23.3	23.6	21.6	21.8	22.2	21.5	19.1	16.9
1959	Máxima	27.1	28.9	30.1	29.6	31.7	28.2	26.7	27.3	28.1	28.2	28.5	27.2
	Mínima	4.9	7.0	6.4	10.8	12.5	16.7	15.9	15.8	15.2	3.3	8.7	3.4
	Media	16.0	17.9	18.3	20.2	22.1	22.5	21.3	21.6	21.6	15.7	18.6	15.3
1960	Máxima	28.0	27.6	32.5	33.1	35.1	34.1	28.8	28.3	28.4	29.4	29.6	25.4
	Mínima	4.6	1.0	4.8	7.1	10.3	15.2	16.0	16.2	15.0	13.9	9.2	7.3
	Media	16.3	13.3	18.7	20.1	22.7	24.9	22.4	22.2	21.7	21.7	19.4	16.3

CONTINUA EN LAHOJA # 2.—

TEMPERATURAS EN °C. EN LA ESTACION ANTONIO ESCOBEDO

AÑOS		ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1961	Máxima	25.6	27.6	29.6	32.2	30.9	25.5	27.6	28.2	28.2	28.3	28.5	26.7
	Mínima	5.2	13.3	6.0	7.6	16.6	12.8	15.9	16.1	15.8	13.1	8.4	4.8
	Media	15.4	20.5	17.8	19.9	23.8	24.2	21.8	22.2	22.0	20.7	18.5	15.8
1962	Máxima	27.2	29.2	31.1	32.4	34.1	32.7	28.3	28.0	27.5	27.5	26.3	25.1
	Mínima	2.6	4.5	4.7	7.2	11.5	15.3	15.9	16.0	16.2	14.8	8.1	8.3
	Media	14.9	16.9	17.9	19.8	22.8	24.0	22.1	22.0	21.9	21.2	17.2	17.7
1963	Máxima	26.9	27.4	31.3	33.2	33.9	30.8	27.1	28.2	27.7	26.7	25.5	24.3
	Mínima	5.4	3.6	6.7	10.3	13.0	15.5	16.0	13.5	15.6	11.8	7.1	6.7
	Media	16.2	15.5	19.0	21.8	23.5	23.2	21.6	21.8	21.7	19.3	17.3	15.5
1964	Máxima	28.0	31.1	34.0	36.0	36.7	36.1	32.0	31.0	29.4	29.8	28.6	26.8
	Mínima	1.0	2.0	0.3	5.0	7.6	9.3	13.0	13.0	14.0	8.1	5.8	1.0
	Media	14.0	15.1	19.9	20.7	23.0	22.7	21.8	21.8	21.5	19.3	18.1	14.7
1965	Máxima	27.2	29.5	33.6	35.0	37.0	37.0	31.1	29.0	29.6	29.9	31.8	29.0
	Mínima	-1.0	0.0	0.0	5.0	8.2	9.3	12.0	14.0	13.2	7.2	5.0	2.2
	Media	14.9	14.7	17.1	20.6	22.6	23.3	21.5	21.1	21.6	19.6	19.1	16.8
1966	Máxima	29.0	27.8	31.8	33.6	36.1	35.6	31.2	30.6	31.4	30.0	31.0	28.0
	Mínima	-0.5	-0.6	-0.5	5.4	6.8	15.0	12.0	12.0	11.0	5.7	1.4	-1.6
	Media	14.8	15.4	17.1	18.8	23.2	23.6	22.4	21.6	21.3	19.9	16.5	14.6
1967	Máxima	29.2	31.5	34.5	35.2	38.0	34.0	30.0	30.0	29.6	29.5	29.6	29.2
	Mínima	-4.0	-4.8	1.5	4.0	6.8	11.0	13.0	13.0	12.8	8.0	3.0	-1.5
	Media	14.4	16.0	18.3	21.1	22.4	22.8	21.5	21.6	21.5	19.7	17.6	15.2
SUMA	Máxima	650.9	693.4	751.8	794.5	814.8	761.0	663.9	694.3	691.8	705.0	708.6	673.7
	Mínima	79.2	94.8	114.5	181.4	259.7	360.1	373.2	382.2	375.0	295.8	205.9	123.3
	Media	368.2	397.8	437.9	489.4	539.7	559.2	517.1	538.1	535.6	504.7	360.2	403.2
MEDIA	Máxima	27.1	28.9	31.4	33.1	34.0	32.0	26.5	27.8	27.7	28.2	28.4	27.0
	Mínima	3.3	4.0	4.7	7.5	10.8	15.0	15.0	15.3	15.0	11.9	8.2	4.9
	Media	15.3	16.5	18.3	20.4	22.5	23.3	20.6	21.5	21.4	20.1	14.4	16.1

CONTINUA EN LA HOJA No. 3.—

TEMPERATURAS EN °C. EN LA ESTACION ANTONIO ESCOBEDO

AÑOS		ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1968		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969	Máxima	30.8	30.6	32.8	35.6	37.0	37.0	32.5	31.5	29.4	31.0	31.6	30.6
	Mínima	-1.0	-2.0	1.5	0.8	7.0	10.0	13.4	13.8	11.0	3.0	1.5	-1.2
	Media	15.3	16.6	17.9	20.4	24.2	24.5	23.0	22.2	21.5	20.3	17.6	15.6
1970	Máxima	29.5	30.2	33.3	36.4	36.8	32.9	32.5	29.9	30.0	30.6	30.0	30.6
	Mínima	1.8	2.0	0.0	3.3	8.8	13.0	13.0	12.0	12.6	5.8	1.0	1.4
	Media	14.7	16.8	17.3	21.3	23.2	23.2	22.1	21.8	21.5	19.6	15.5	15.7
1971		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUMA 69-70	Máxima	60.3	60.8	66.1	72.0	73.8	69.9	65.0	61.4	59.4	61.6	61.6	61.2
	Mínima	0.8	0.0	1.5	4.1	15.8	23.0	26.4	26.0	23.6	8.8	2.5	0.2
	Media	30.0	33.4	35.2	41.7	47.4	47.7	45.1	44.0	43.0	39.0	33.1	31.3
MEDIA	Máxima	30.1	30.4	33.0	36.0	36.9	34.9	32.5	30.7	29.7	30.8	30.8	30.6
	Mínima	0.4	0.0	0.7	2.0	7.9	11.5	13.2	13.0	11.8	4.4	1.2	0.1
	Media	15.0	16.7	17.6	20.8	23.7	23.8	22.5	22.0	21.5	19.9	16.5	15.6
MEDIA 43-72	Máxima	28.6	29.6	32.2	34.5	35.4	33.4	25.9	29.2	28.7	29.5	29.6	28.8
	Mínima	1.8	2.0	2.7	3.7	9.3	13.2	14.1	14.1	13.4	12.1	4.7	2.5
	Media	15.1	16.6	17.9	25.6	23.1	23.5	21.5	21.7	21.4	20.0	15.4	16.3

### CAPITULO III

#### 3.- RED DE DISTRIBUCION DE AGUAS

##### 3.1.- DESCRIPCION DE LA RED

Consiste en el Canal Principal "San Andrés", de 5.6 kilómetros de longitud, con sección trapezoidal. La capacidad del Canal Principal es de:

$$Q = 8.308 \text{ M}^3/\text{Seg.}$$

Taludes de 1.5:1

Ancho de plantilla = 2.00 Mts.

Tirante normal = 1.50 Mts.

Pendiente general de la razante:  $S = 0.0013$ , con un coeficiente  $n = 0.025$

contando además con las siguientes estructuras:

Kilometraje:

1+800 Toma-Represa: Compuerta deslizante de 18"  $\phi$  y claro de 2.00 X 2.00 Mts.

2+600 Represa-Puente: Claro de 2.00 X 2.00 Mts., con losa de 0.20 Mts. de espesor.

4+600 Toma-Represa: Compuerta tipo Miller de 30"  $\phi$  y claro de 2.00 X 2.00 Mts.

Además el Canal Principal "Blanco", de 4.5 kilómetros de longitud con sección trapezoidal, la capacidad es:

$$Q = 0.823 \text{ M}^3/\text{Seg.}$$

Taludes de 1.5:1

Ancho de plantilla = 1.50 Mts.

Tirante normal  $d = 0.75$  Mts.

Pendiente general:  $S = 0.0003$ , con un coeficiente - -  
 $n = 0.025$

3.2.-

EFICIENCIA DE LA RED

En el Distrito para Riego =  $\frac{\text{Agua entregada a los Usuarios}}{\text{Extracciones más aportaciones}} = 75\%$   
aguas abajo de la presa.

## CAPITULO IV

### 4.- LOS CULTIVOS Y SUS NECESIDADES HIDRICAS

#### 4.1.- RELACION AGUA-SUELO-PLANTA

Durante muchos años se ha venido regando en forma empírica en la mayoría de nuestras Zonas de Riego; El agricultor proporciona las láminas de agua según su costumbre y criterio, con la tendencia a dar un máximo de riegos, basada en la creencia de que en esa forma obtendrá mayores rendimientos unitarios.

Las consecuencias de este modo de regar, son desperdicios de agua debidos a sobrerriego, cuyos efectos perjudiciales son varios; sin embargo, debido a su importancia en la Economía Nacional, debemos señalar dos:

1o.- Disminución de la superficie total bajo riego, ya que el agua desperdiciada generalmente vá a los drenes sin posibilidad de volver a aprovecharla.

2o.- La salinización progresiva de los suelos.

De lo anterior podemos deducir que el sobrerriego - que produce a dar láminas mayores que las necesarias a intérva los inadecuados, tiene consecuencias funestas para los suelos, por tanto hay que evitarlo por medio del uso racional del agua de riego.

Para poder administrar el agua necesaria a la planta, es necesario conocer la Relación Agua-Suelo-Planta, además de contar con las características físicas de los suelos, como son:

- a).- Textura
- b).- Estructura
- c).- Densidad Real
- d).- Densidad Aparente
- e).- Color
- f).- Permeabilidad
- g).- Porosidad

**TEXTURA.-** La textura, es la relación entre los diferentes tamaños de partículas que componen un suelo determinado, - éstas son: arenas, limos y arcillas. Las arcillas son de gran importancia porque retienen los nutrientes que la planta necesita para su desarrollo, estos nutrientes son tomados por la planta siempre y cuando no formen parte de la arcilla. Además la ca pacidad de las arcillas al contacto con el agua, proporciona al suelo características tales como una mayor absorción del agua y mayor duración de la misma en el suelo.

Las arenas tienen mayor aereación, mejor drenaje, pero retienen en menor cantidad el agua.

Los diferentes diámetros de la fracción mineral que - constituyen la textura, son:

Arenas	2.0	-	0.05	mm.
Limos	0.05	-	0.002	mm.
Arcillas Menor de			0.002	mm.

Existen varias maneras de estimar y determinar la textura, las mas comunes son:

- a).- Estimación de la textura al tacto.
- b).- El Método de la Pipeta o Internacional y el del Hidrómetro de Bouyoucos.

**ESTRUCTURA.**- La estructura de un suelo, se expresa - por la forma de agruparse de sus partículas, ejemplo:

Estructura Granular, cuando se agrupan formando gránulos; Estructura Columnar, cuando tiende a la formación de columnas; además es posible encontrar suelos amorfos, es decir, sin ninguna estructura, por ejemplo, en los suelos coloidales defloculados.

**DENSIDAD REAL.**- La densidad real de un suelo, es la relación que existe entre el volumen real, ó sea, el volumen de sus partículas y su peso en seco. Si se considera que:

Dr = Densidad real  
PSS = Peso de suelo seco  
Vp = Volúmen de las partículas.

$$\text{Entonces: } Dr = \frac{PSS}{Vp}$$

esta densidad real no es afectada por el grado de compactación -- del suelo, ó sea, que no considera los espacios porosos. El valor mas frecuente de la Dr, es de 2.65 gr/cc.

DENSIDAD APARENTE.- Se llama densidad aparente de un suelo, a la relación que existe entre el peso del suelo seco y el volúmen total, (incluyendo poros).

Por tanto si:

Da = Densidad aparente

Vt = Volúmen total

Por lo que:

$$Da = \frac{PSS}{Vt}$$

Los valores de la densidad aparente varían en función de las características de los suelos, principalmente con su textura y su contenido de materia orgánica; sin embargo, como valores medios tenemos:

Arenas	-----	1.6
Francos	-----	1.3
Arcillas	-----	1.0
Suelos orgánicos menos de	-----	1.0

COLOR.- El color de los suelos se determina en una -- suspensión en agua por comparación con una escala de colores, indicando primero el color predominante y en seguida el tono o matiz de otro color, ejemplo: café grisáceo. Esta característica física -- es importante, debido a que con base en el color de un suelo es fá -- cil hacer indicaciones a los agricultores, relativas a todas las -- demás características.

PERMEABILIDAD.- La permeabilidad de un suelo es la ca -- pacidad que tiene éste para absorber o transmitir el agua.

La infiltración es el fenómeno por el cual penetra el agua en el suelo y su velocidad es un equivalente del concepto de permeabilidad.

POROSIDAD.- Se define como porosidad, al porcentaje - del volúmen total del suelo ocupado por poros; por tanto la porosidad se expresa en porcentaje.

Si consideramos que:

Pr = Porosidad

Entonces:

$$Pr = \frac{\text{Volúmen de poros}}{V_t} \times 100$$

$$Pr = \frac{Dr - Da}{Dr} \times 100$$

#### SISTEMA AGUA-SUELO

Contenido de la humedad.- Se dice que un suelo está saturado cuando todos los poros están llenos de agua y ésta escurre libremente entre ellos, debido a la acción de la gravedad, ó bien, de otras fuerzas al formarse un gradiente de energía. Entre un suelo saturado y un suelo seco, existe una variación muy considerable en su contenido de humedad, este contenido se expresa generalmente en porcentaje respecto al peso del suelo seco; - por tanto si:

PSS = Peso de suelo seco

PSH = Peso del suelo húmedo

Pa = Peso del agua contenida

Ps = Porcentaje de humedad respecto al peso del - - suelo seco

$$Ps = \frac{PSH - PSS}{PSS} \times 100 = \frac{Pa}{PSS} \times 100$$

También se puede expresar el contenido de agua en el -  
suelo en forma de volumen de agua respecto al volumen total de -  
suelo, de la siguiente manera:

$$Pv = Ps \times Da$$

En donde puede verse: que el contenido de agua de un-  
suelo expresado en por ciento de volumen respecto al volumen total  
del suelo, es igual al producto del porcentaje de humedad respec-  
to al peso del suelo seco por su densidad aparente. Si este por-  
centaje en volumen lo multiplicamos por la profundidad hasta donde  
llegan las raíces de las plantas, tendremos la lámina de agua ne-  
cesaria para humedecer un suelo en un porcentaje de humedad cual-  
quiera por tanto:

$$L = Pa \times Da \times Pr$$

$$L = \text{Lámina de agua en cms.}$$

Ahora se presenta el problema de conocer hasta que por-  
centaje humedece el suelo. Desde luego que este porcentaje depen-  
derá de la humedad aprovechable por la planta.

La humedad aprovechable depende a su vez, de los valo-  
res del Ps en condiciones de capacidad de campo y del porcentaje-  
de marchitamiento permanente.

La capacidad de campo.- Es el contenido de humedad de-  
un suelo expresado en por ciento (Ps), después de un riego pesado,

una vez que se ha eliminado el exceso de agua por acción de la -- fuerza de gravedad. Condición que se obtiene entre los 2 y 5 días después del riego.

Por definición, el porcentaje de marchitamiento perma-- nente es el contenido de humedad de un suelo en que se marchitan -- permanentemente plantas indicadoras de girasol con cuatro hojas, a menos que se les agregue agua.

La humedad aprovechable por las plantas es la diferen-- cia entre la capacidad de campo y el porcentaje de marchitamiento-- permanente, es decir, a capacidad de campo la humedad aprovechable es de 100% y a punto de marchitamiento permanente será 0%.

Por tanto, la lámina máxima que podemos aplicar para hu medecer un suelo a una profundidad Pr, sin desperdiciar agua será:

$$L = \left( \frac{P_s - P_s}{cc} \right) \times Da \times Pr$$

Pmp

#### 4.2.- USO CONSUNTIVO

El uso consuntivo puede definirse como la cantidad de agua consumida, sin posibilidad de recuperación, para que las plantas desarrollen su ciclo completo hasta la maduración de su cosecha, ya sea en funciones de transpiración ó formación de tejidos en diversas combinaciones, suspensiones ó soluciones y el agua evaporada a la atmósfera directamente del suelo y de la superficie de las hojas.

El uso consuntivo es esencialmente variable, debido a los diversos factores que influyen en el desarrollo vegetativo - de las plantas, modificando por lo tanto el consumo de agua por las mismas.

Entre los factores que tienen más influencia sobre la cantidad de agua que pueden consumir las plantas, podemos anotar:

La cantidad de calor aprovechable durante el ciclo vegetativo.

El fotoperíodo durante dicho ciclo.

La evaporación.

La capacidad de retención del agua por el suelo.

La naturaleza del suelo considerada en todos sus aspectos.

La especie cultivable y la variedad dentro de ella.

El rendimiento efectivo de la cosecha, como consecuencia de los factores ecológicos donde se desarrollan las plantas.

Los usos consuntivos para los cultivos de riego usua--

les en la Zona de la Unidad de Riego de Magdalena, se calcularon por el método racional.

- a).- Se toma como base que el criterio racional más práctico es aquel que considera un coeficiente de la planta aplicado a un factor climático que representa esencialmente al potencial de evaporación.
- b).- Las plantas cultivadas presentan diversas etapas a través de su ciclo vegetativo; crecimiento, floración y fructificación, (con sub-etapas de fruto fresco y maduro).
- c).- Las etapas de desarrollos de los cultivos están relacionadas con las demandas de agua, más aún que la edad misma de cada uno de ellos.
- d).- Para el cálculo, se inicia obteniendo para cada uno de los meses, el factor de temperatura y luminosidad de Blaney-Criddle (f), como el producto de los factores: por ciento teórico de luz como función de la latitud y el mes (p), y la relación  $\frac{(T+17.8)}{21.8}$ , donde (t), es temperatura media mensual en grados centígrados. (Anexos 4.2.1.- y 4.2.2.-).
- e).- Después se calcula el coeficiente de la etapa del desarrollo del cultivo propuesto por V.E. Hansen, (Kd), para lo cual es necesario:
- lo.- Precisar en décimos el tramo de curva correspondiente al período vegetativo real del cultivo y dividirlo entre el número de meses que dura su ciclo. Para obtener la porción en décimos de pe-

ríodo vegetativo que corresponde a cada mes.

( Anexo 4.2.3.- ).

2o.- Calcular sobre la curva para cada mes, una ordenada media, (promedio de 3 ó 4 ordenadas del intervalo), la cual representa el valor mensual de Kd.

3o.- El uso consuntivo mensual será el producto de:

$$U.C. = f \times Kd$$

f).- Se ajustan los valores de uso consuntivo obtenidos, de la siguiente manera:

1o.- Obteniendo la suma de U.C. mensuales calculados en la forma indicada anteriormente y la suma de las (f) correspondientes, se calcula el cociente.

$$C = \frac{U.C.}{f}$$

2o.- Tomando de la tabla de coeficientes de U.C. ó de alguna referencia experimental, el valor propuesto del coeficiente global al Kg y obteniendo el factor de corrección:

$$J = \frac{Kg}{C}$$

3o.- Aplicar a los U.C. mensuales obtenidos, el coeficiente J y obtener así el ajustado (U.C.'):

$$U.C.' = U.C. \times J$$

NOTA: En zonas húmedas y semi-húmedas, es conveniente utilizar el dato de evaporación en tanque, en lugar del factor (f), de Blaney-Criddle.

Cálculo del factor de luminosidad y temperatura para -  
la Unidad de Riego de Magdalena, Jalisco:

LATITUD NORTE: 20° 46'

M E S	T	$\frac{T+17.8}{21.8}$	P	" f "
ENERO	15.1	1.509	7.74	11.68
FEBRERO	16.6	1.578	7.26	11.45
MARZO	17.9	1.638	8.41	13.77
ABRIL	25.6	1.991	8.53	16.98
MAYO	23.1	1.876	9.14	17.14
JUNIO	23.5	1.894	9.00	17.04
JULIO	21.5	1.803	9.23	16.64
AGOSTO	21.7	1.812	8.95	16.21
SEPTIEMBRE	21.4	1.798	8.29	14.90
OCTUBRE	20.0	1.734	8.17	14.16
NOVIEMBRE	15.4	1.523	7.59	11.55
DICIEMBRE	16.3	1.564	7.66	11.98

Cálculo del uso consuntivo del trigo

U.C. = f X Kg = 71.02 X 0.80 = 56.81 cms.- Cálculo de Kd.

$$Kd_e = \frac{0.20 + 0.30 + 0.55}{3} = \frac{1.05}{3} = 0.35$$

$$Kd_f = \frac{0.55 + 0.75 + 0.92}{3} = \frac{2.22}{3} = 0.74$$

$$Kd_m = \frac{0.92 + 1.00 + 0.92}{3} = \frac{2.84}{3} = 0.94$$

$$Kd_a = \frac{0.92 + 0.82 + 0.60}{3} = \frac{2.34}{3} = 0.78$$

$$Kd_m = \frac{0.60 + 0.32 + 0.00}{3} = \frac{0.92}{3} = 0.30$$

M E S	f	Kd	U.C.
ENERO	11.68	0.35	4.08
FEBRERO	11.45	0.74	8.47
MARZO	13.77	0.94	12.94
ABRIL	16.98	0.78	13.24
MAYO	17.14	0.30	5.14
TOTAL	71.02		43.87

Cálculo de C:

$$C = \frac{U.C.}{f} = \frac{43.87}{71.02} = 0.61$$

Cálculo de J:

$$J = \frac{Kg}{C} = \frac{0.80}{0.61} = 1.31$$

Usos consuntivos ajustados:

M E S	U.C.	J	U.C.†
ENERO	4.08	1.31	5.34
FEBRERO	8.47	1.31	11.09
MARZO	12.94	1.31	16.95
ABRIL	13.24	1.31	17.34
MAYO	5.14	1.31	6.73
U.C. TOTAL			57.45

Cálculo del uso consuntivo del garbanzo

$$U.C. = f \times Kg = 77.41 \times 0.65 = 50.31 \text{ cms.}$$

M E S	T	$\frac{T+17.8}{21.8}$	P	" f "
NOVIEMBRE	15.4	1.523	7.59	11.55
DICIEMBRE	16.3	1.564	7.66	11.98
ENERO	15.1	1.509	7.74	11.68
FEBRERO	16.6	1.578	7.26	11.45
MARZO	17.9	1.638	8.41	13.77
ABRIL	25.6	1.991	8.53	16.98

Cálculo de Kd:

$$Kd_n = \frac{0.20 + 0.27 + 0.46}{3} = 0.31$$

$$Kd_d = \frac{0.46 + 0.65 + 0.82}{3} = 0.64$$

$$Kd_e = \frac{0.82 + 0.94 + 1.00}{3} = 0.92$$

$$Kd_f = \frac{1.00 + 0.97 + 0.87}{3} = 0.95$$

$$Kd_m = \frac{0.87 + 0.74 + 0.53}{3} = 0.71$$

$$Kd_a = \frac{0.53 + 0.30 + 0.00}{3} = 0.27$$

Cálculo del U.C. mensual:

M E S	f	Kd	U.C.
NOVIEMBRE	11.55	0.31	3.58
DICIEMBRE	11.98	0.64	7.66
ENERO	11.68	0.92	10.74
FEBRERO	11.45	0.95	10.87
MARZO	13.77	0.71	9.77
ABRIL	16.98	0.27	4.58

Cálculo de C:

$$C = \frac{U.C.}{f} = \frac{47.20}{77.41} = 0.60$$

Cálculo de J:

$$J = \frac{Kg}{C} = \frac{0.65}{0.60} = 1.08$$

Usos consuntivos ajustados:

M E S	U.C.	J	U.C.¹
NOVIEMBRE	3.58	1.08	3.86
DICIEMBRE	7.66	1.08	8.27
ENERO	10.74	1.08	11.59
FEBRERO	10.87	1.08	11.73
MARZO	9.77	1.08	10.55
ABRIL	4.58	1.08	4.94
U.C. TOTAL			50.94

Cálculo del uso consuntivo del sorgo

$$U.C. = f \times Kg = 96.09 \times 0.70 = 67.26 \text{ cms.}$$

M E S	T	$\frac{T+17.8}{21.8}$	P	" f "
MAYO	23.1	1.876	9.14	17.14
JUNIO	23.5	1.894	9.00	17.04
JULIO	21.5	1.803	9.23	16.64
AGOSTO	21.7	1.812	8.95	16.21
SEPTIEMBRE	21.4	1.798	8.29	14.90
OCTUBRE	20.0	1.734	8.17	14.16

Cálculo de Kd:

$$Kd_m = \frac{0.20 + 0.27 + 0.46}{3} = 0.31$$

$$Kd_j = \frac{0.46 + 0.65 + 0.82}{3} = 0.64$$

$$Kd_j = \frac{0.82 + 0.94 + 1.00}{3} = 0.92$$

$$Kd_a = \frac{1.00 + 0.97 + 0.87}{3} = 0.95$$

$$Kd_s = \frac{0.87 + 0.74 + 0.53}{3} = 0.71$$

$$Kd_o = \frac{0.53 + 0.30 + 0.00}{3} = 0.27$$

Cálculo del U.C. mensual:

M E S	f	Kd	U.C.
MAYO	17.14	0.31	5.31
JUNIO	17.04	0.64	10.90
JULIO	16.64	0.92	15.30
AGOSTO	16.21	0.95	15.39
SEPTIEMBRE	14.90	0.71	10.57
OCTUBRE	14.16	0.27	3.82

Cálculo de C:

$$C = \frac{U.C.}{f} = \frac{61.29}{96.09} = 0.63$$

Cálculo de J:

$$J = \frac{Kg}{C} = \frac{0.70}{0.63} = 1.11$$

Usos consuntivos ajustados:

M E S	U.C.	J	U.C.²
MAYO	5.31	1.11	5.89
JUNIO	10.90	1.11	12.09
JULIO	15.30	1.11	16.98
AGOSTO	15.39	1.11	17.08
SEPTIEMBRE	10.57	1.11	11.73
OCTUBRE	3.82	1.11	4.24
U.C. TOTAL			68.01

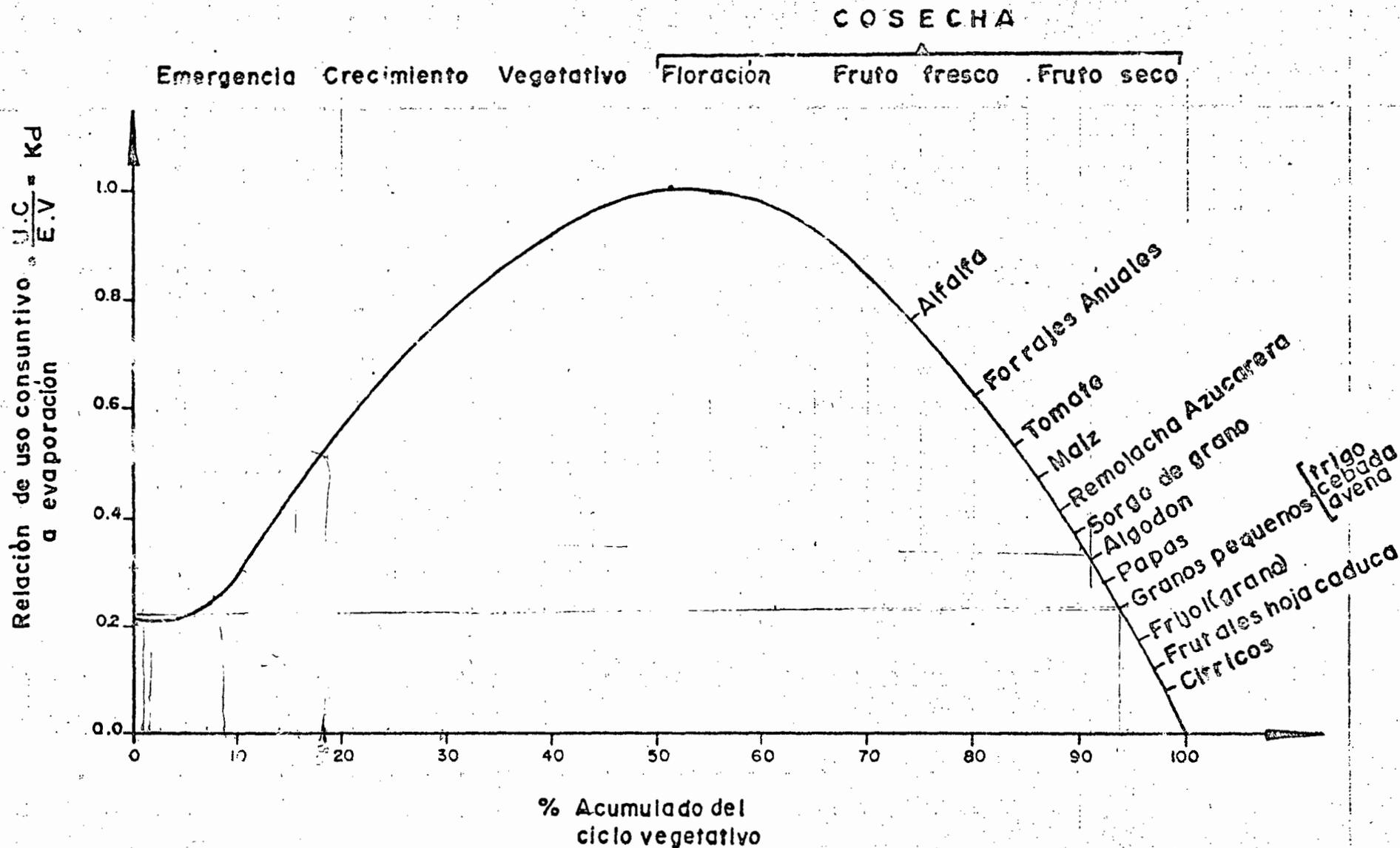
## VALOR DE "P" SEGUN LA LATITUD Y EL MES.

Lat. Norte	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
15°	7.94	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	8.48	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	7.74
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	9.92	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	9.12	9.35	9.02	8.30	8.11	7.47	7.50
24°	7.58	7.17	8.40	8.60	9.30	9.20	9.41	9.05	8.31	8.09	7.43	7.46
25°	7.53	7.13	8.30	8.61	9.32	9.22	9.43	9.08	8.30	8.08	7.40	7.41
26°	7.49	7.12	8.40	8.64	9.38	9.30	9.49	9.10	8.31	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	8.30	9.68	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	8.32	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	9.72	9.24	8.33	7.95	7.15	7.09
32°	7.20	6.97	8.37	8.75	9.63	9.60	9.77	9.28	8.34	7.95	7.11	7.05

Tomada de BLANNEY Y CRIDDLE S.C.S.-P-96. U.S.D.A. Soil Conservation Service.

VALORES DE LA EXPRESION  $\left( \frac{T + 17.8}{21.8} \right)$ , EN RELACION  
 CON TEMPERATURAS MEDIAS EN °C PARA USARSE EN LA --  
 FORMULA DE BLANEY Y CRIDDLE.

°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	1.074	1.078	1.083	1.087
6..	1.092	1.096	1.101	1.106	1.110	1.115	1.119	1.124	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	1.334	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	1.693	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..	1.780	1.784	1.789	1.794	1.798	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	2.037	2.041	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..	2.239	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	2.344	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



CURVA GENERAL QUE COMPARA LA RELACION DE USO CONSUNTIVO A EVAPORACION  $\left(\frac{U.C.}{E.V.}\right)$  CON EL PORCIENTO ACUMULADO DEL CICLO VEGETATIVO.

#### 4.3.- AGUA APROVECHABLE

Para poder conocer la necesidad de riego de los cultivos, primero debe de estimarse la lámina de lluvia aprovechable, lo cual hasta la fecha ha presentado un serio problema, pues son muchos los factores que influyen en el aprovechamiento de la lluvia por los cultivos; entre éstos pueden mencionarse las características de los terrenos, de la cubierta vegetal y de la forma como se presente la lluvia.

Tomando en cuenta algunas investigaciones efectuadas por el Ing. Luis Zierold Reyes, para estimar la lámina de lluvia aprovechable a la lámina precipitada, es necesario restarle la lámina que se desperdicie por escurrimiento superficial, por evaporación y por percolación abajo de la zona radicular, por tanto, puede establecerse la siguiente ecuación:

$$La = Lp - (Ls + Li + Le)$$

(a) Aprovechada, (p) Precipitada, (s) Escurrida, (i) Infiltrada, -  
abajo de la zona radicular y (e) Evaporada.

La lámina evaporada durante la lluvia y antes de que se infiltre o escurra, puede desprejarse sin cometer un error considerable.

En un Distrito de Riego, el problema básico suele ser conocer anticipadamente el volumen de lluvia aprovechable que puede esperarse en un ciclo agrícola determinado con fines de planeación de riego; para resolver este problema, debe recurrirse a la

estimación de la probabilidad de lluvia. Por lo tanto, se requiere que en los Distritos de Riego se cuente con datos suficientes de estaciones pluviométricas, con estos datos y siguiendo las estimaciones de los Investigadores Prescott y Anderson, se puede calcular la precipitación efectiva que viene, dada por la siguiente ecuación:

$$P = 0.9E^{0.75}$$

donde

P = Precipitación

E = Evaporación

Para la solución de esta ecuación, se requiere conocer los promedios de los datos registrados en las estadísticas de precipitación y evaporación, ya que los Autores, después de una serie de experiencias, estimaron que puede considerarse como lluvia efectiva el 80% de los valores mensuales de precipitación probable, siempre y cuando estas precipitaciones sean superiores al valor obtenido por la ecuación anterior. Si los valores son menores que los datos por la ecuación, se considera que la lluvia no es significativa en el proceso de evotranspiración.

Para nuestro cálculo de probabilidades de lluvia en la Unidad de Riego de Magdalena, se emplearon los datos de precipitación y evaporación de la Estación Termopluviométrica de Antonio Escobedo, Jalisco., en el período 1962-1972, (mayores detalles se pueden apreciar en los Anexos 4.3.1.- y 4.3.2.-).

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO  
DISTRITO DE RIEGO No. 13.- ESTADO DE JALISCO.  
INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE

CALCULO DE PROBABILIDADES DE LLUVIA

UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENA

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	PROBABILIDAD Pb (%)
36.0	57.5	125.0	58.5	120.0	251.8	408.5	347.0	353.0	131.5	83.0	73.0	8.3
35.0	28.0	9.0	23.0	83.5	231.0	338.0	280.5	210.0	104.0	27.0	62.0	16.6
19.5	27.0	8.5	8.0	65.0	222.5	333.0	238.0	203.0	94.0	25.0	35.0	25.0
19.0	26.0	2.0	7.0	55.5	220.5	326.0	238.0	194.0	94.0	4.0	32.5	33.3
11.0	8.8	2.0	1.5	24.0	214.0	297.0	230.0	146.0	68.0	1.0	26.5	41.6
10.3	1.0	0.0	0.0	15.0	183.5	274.0	197.5	140.5	61.0	1.0	20.0	50.0
7.5	0.0	0.0	0.0	14.0	177.0	221.5	196.5	133.0	57.0	0.0	7.0	58.3
2.0	0.0	0.0	0.0	8.8	164.5	209.0	182.0	119.5	51.5	0.0	3.0	66.6
2.0	0.0	0.0	0.0	5.0	158.5	175.0	152.0	105.0	40.5	0.0	0.0	75.0
4.0	0.0	0.0	0.0	4.0	154.5	171.0	142.0	87.5	26.0	0.0	0.0	83.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	142.0	120.5	137.0	77.0	22.0	0.0	0.0	91.6

CALCULO DE PROBABILIDADES DE EVAPORACION

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	PROBABILIDAD Pb (%)
142.8	168.9	259.5	305.7	335.0	290.5	164.6	172.0	159.4	142.8	135.3	113.2	8.3
132.8	166.9	242.1	198.4	326.0	263.5	164.0	155.0	133.7	138.6	124.4	110.3	16.6
126.7	164.3	234.4	289.0	320.2	256.0	163.8	154.4	132.4	137.3	123.5	110.0	25.0
123.6	163.8	229.6	287.0	315.6	226.8	161.3	150.3	131.7	127.5	122.4	100.9	33.3
122.9	161.6	225.2	274.4	315.1	219.1	161.2	149.4	131.0	124.1	121.8	99.4	41.6
120.7	156.1	223.8	268.8	306.7	205.1	156.3	147.3	130.0	123.6	117.9	97.0	50.0
118.7	150.1	214.2	262.7	302.6	198.7	154.6	145.4	128.2	121.9	116.3	96.8	58.3
115.0	133.4	214.0	259.3	285.9	191.4	148.0	144.0	125.1	120.6	114.5	96.5	66.6
112.1	130.5	203.4	247.8	278.3	190.5	144.9	135.7	120.0	118.7	112.5	92.4	75.0
104.9	126.9	188.9	217.1	269.1	187.6	142.5	134.9	117.3	117.7	106.4	89.6	83.3
92.3	122.3	173.6	102.6	268.1	184.3	129.7	128.7	114.3	109.4	102.4	87.6	91.6

( ANEXO 4.3.1.- )

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO.  
 DISTRITO DE RIEGO No. 13.- ESTADO DE JALISCO  
 INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE

CALCULO DE LLUVIA EFECTIVA  
 UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENA

M E S	EVAPORACION (E) (50% Pb)	0.75 0.9E	PRECIPITACION (P) (50% Pb)	LLUVIA EFECTIVA (0.50 P)	LLUVIA EFECTIVA (0.80 P)
ENERO	120.7	33.1	10.3	0.0	0.0
FEBRERO	156.1	38.0	1.0	0.0	0.0
MARZO	223.8	51.8	0.0	0.0	0.0
ABRIL	268.8	59.9	0.0	0.0	0.0
MAYO	306.7	65.6	15.0	0.0	0.0
JUNIO	205.1	47.9	183.5	91.75	146.8
JULIO	156.3	39.2	274.0	137.00	219.20
AGOSTO	147.3	37.8	197.5	98.75	158.00
SEPTIEMBRE	130.0	33.2	140.5	70.25	112.40
OCTUBRE	123.6	32.5	61.0	30.50	48.80
NOVIEMBRE	117.9	31.8	1.0	0.0	0.0
DICIEMBRE	97.0	26.0	20.0	0.0	0.0

( ANEXO 4.3.2.-)

## CAPITULO V

### 5.- PROYECTO DE RECONSTRUCCION

#### 5.1.- CARACTERISTICAS ACTUALES DEL BORDO

El bordo de la Presa San Andrés, data desde 1924, fecha en que fué construido con el objeto de regularizar las avenidas del arroyo del mismo nombre tributario de la Cuenca y proteger de inundaciones a las áreas desecadas de la Ex-Laguna de Magdalena, empleándolo a su vez para proporcionar riegos de auxilio.

Presa San Andrés:

Cortina en tierra: Longitud = 3 600  
                          Altura    = 4.40 Mts.  
                          Corona     = 4.00 Mts.

Vertedor de demasías: Longitud = 30.00 Mts.  
  Localización = Km. 3+033.20

Capacidad:  $Q = 12.0 \text{ M}^3/\text{Seg.}$

Obra de Toma: Estructura con control de agujas de --  
  0.60 X 3.90 m.  
  Localización = Km. 1+689.65  
  Compuerta deslizante de 0.84 X 1.12 --  
  Mts.  
  Localización = Km. 1+745.40  
  Compuerta deslizante de 14"  $\phi$   
  Localización = Km. 2+586.00

Capacidad:  $Q \text{ Total} = 8.460 \text{ M}^3/\text{Seg.}$

Se encuentra en su mayor parte destruido por la erosión y el tránsito de ganado, presenta fisuras tanto transversales como longitudinales, razón por la cual se controla su almacenamiento, con el objeto de prevenir que ceda a la presión del agua por alguna parte débil y pueda ocasionar pérdidas económicas.

## 5.2.- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

El levantamiento topográfico de un vaso de almacenamiento, se efectúa generalmente para determinar su capacidad; para conocer las diferentes áreas de embalse a diversas elevaciones, con objeto de poder estimar las pérdidas por evaporación; para obtener el plano topográfico que sirva de apoyo a los estudios geológicos que se efectúan para conocer el grado de impermeabilidad del vaso, y por último, para determinar la superficie de las propiedades inundadas.

En nuestro caso se realizaron con el fin de obtener los datos necesarios para la reconstrucción del bordo.

### 5.2.1.- LEVANTAMIENTO DE LA POLIGONAL

El levantamiento se inició centrando el aparato en el Km. 0+000 del bordo y orientando la línea que corresponde al eje probable, a la línea de dirección fija o meridiano astronómico. Una vez orientada esta línea, se prosiguió el trazo de la poligonal, utilizando el Método de "Conservación de Azimut", cerrándola en el punto de partida.

Se monumentaron 2 tangentes en cada kilómetro, con el objeto de reconstruir el trazo si fuera necesario.

#### 5.2.2.- NIVELACION

Con el objeto de establecer el control vertical del levantamiento, se niveló con nivel montado, a cada 20 Mts., tomando como punto de partida la cota del banco de nivel existente en la obra de toma principal y apoyándose en el trazo de la poligonal, comprobándola cada kilómetro, regresando al banco de partida.

#### 5.2.3.- SECCIONES TRANSVERSALES

Con apoyo en el trazo de la poligonal y basándonos en la nivelación, se levantaron secciones transversales, a cada 20 Mts., en toda su longitud del bordo.

#### 5.2.4.- CURVAS DE NIVEL

Se llevaron a efecto con plancheta y estadia a equidistancias de 1 metro, apoyándose en los vértices de la poligonal trazada.

#### 5.3.- GRAFICAS DE AREAS Y CAPACIDADES

Primeramente se limitó el vaso trazando el bordo que cerrará desde el fondo del cauce hasta la curva correspondiente al nivel de aguas máximas.

El área de cada una de las curvas de nivel limitada hasta el bordo, se obtuvo por medio de un integrador mecánico (Planímetro).

El volumen entre dos curvas de nivel consecutivas, se obtendrá multiplicando la semi-suma de las dos áreas por la diferencia de elevación de dichas curvas. Por ejemplo, en el Anexo S-13-F-275, el volumen comprendido entre las curvas 62 y 63, es

igual a:

$$\frac{S_{62} + S_{63}}{2} \times 1 = \frac{18.1 + 77.7}{2} \times 1 = 479 \text{ 000 M}^3$$

La suma de los volúmenes acumulados dará la capacidad del vaso. Con estos datos se forma una tabla y posteriormente se construye la gráfica. (Anexo S-13-F-275).

#### 5.4.- PROYECTO DE SOBRE-ELEVACION

Con los datos obtenidos en los estudios topográficos, se dibujó el perfil actual de la corona; en base a lo anterior se proyectó la sobre-elevación del bordo hasta la cota 1 366.30 m.s.n.m., rematando aguas arriba con talud 2.5:1, con una corona de 4.00 Mts. de ancho y revestimiento de balasto con un espesor de 0.15 Mts.; en el talud mojado se colocará un filtro de grava de 0.15 Mts. y sobre éste irá un enrocamiento acomodado a mano de 0.40 Mts. de espesor. Además se proyectó la elevación del vertedor hasta la cota 1 365.00, mediante la colocación de viguetas tipo "H" para el uso de agujas. (Anexos S-13-F-268, S-13-F-277).

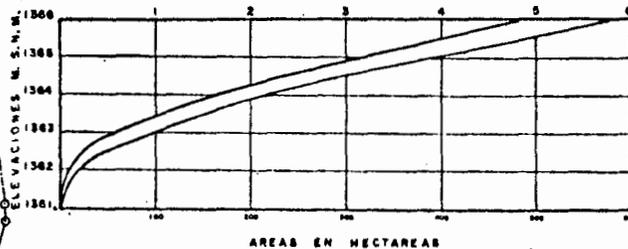
#### 5.5.- AREA DE ENROCAMIENTO

Area Total	=	32 436	M <sup>2</sup>	
Espesor	=	0.40	M	
Volúmen Total	=	12 974	M <sup>3</sup>	(Piedra)

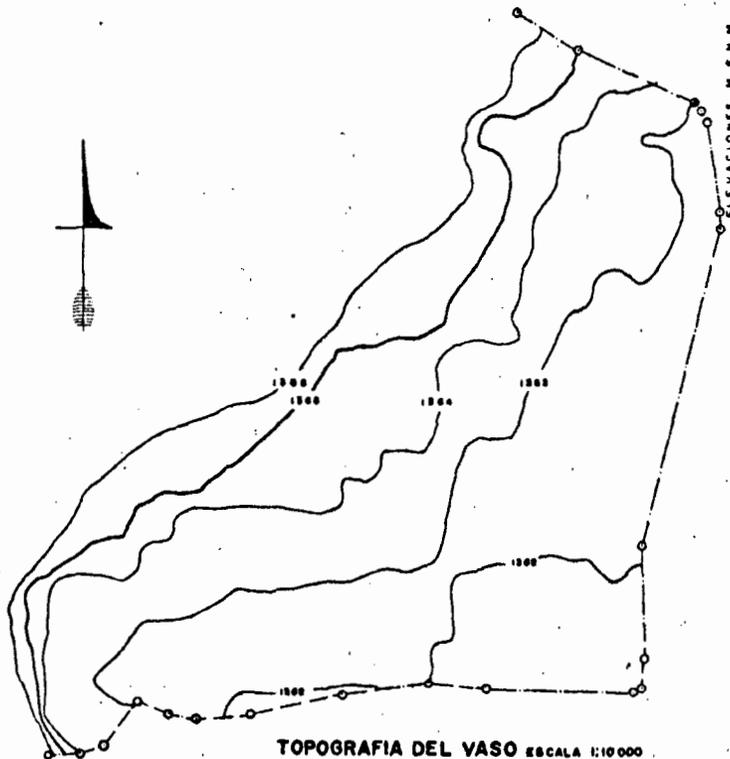
(Mayores detalles se pueden apreciar en el Anexo 5.5.1.-)

#### 5.6.- DATOS DE RECONSTRUCCION (Anexos 5.6.1.-, S-F-13-273)

GRAFICA DE AREAS Y CAPACIDADES (VRSO SAN ANDRES)  
CAPACIDAD EN MILLONES DE M<sup>3</sup>



ELEVACION N. S. N. M.	AREAS (HAS)	ALMACENAMIENTO	
		PARCIAL (M <sup>3</sup> )	ACUMULADO (M <sup>3</sup> )
1361	0.0	0	0
1362	18.1	90500	90500
1363	77.7	479000	569500
1364	130.7	1042000	1611500
1365	182.5	1468000	3077500
1366	186.8	1746500	4824000



TOPOGRAFIA DEL VASO ESCALA 1:10000



SECCION TIPO ESCALA 1:200

OFICINA	FORANEA
DIBUJO	ING. JUAN JOSÉ BARRERA
REVISO	ING. A. GONZÁLEZ S.
APROBO	ING. BERNARDO SEVILLA A.
OFICINAS CENTRALES	
REVISO	

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS	
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO	
DIRECCION DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	
DISTRITO DE RIEGO N° 13 - ESTADO DE JALISCO	
UNIDAD DE RIEGO MARSDALENA - PRESA DE SAN ANDRES	
TOPOGRAFIA DEL VASO	
Conforme: ING. MICHAEL BARRERA BARRERA	
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS DE AGUA Aprobó: SECRETARIA	
GUAD. JAL. MAYO 1973	S-13-F-2/5

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO ( ANEXO 5.5.1.- )  
 DISTRITO DE RIEGO No. 13 EN EL ESTADO DE JALISCO

UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENA

PRESA SAN ANDRES-RECONSTRUCCION  
CALCULO DEL ENROCAMIENTO EN EL TALUD MOJADO

SOBRE UNA BASE DE GRAVA

ESTACION	LONGITUD TALUD MOJADO m	A R E A	
		PARCIAL m <sup>2</sup>	ACUMULADA m <sup>2</sup>
0+000	0.00		
0+020	2.70	27	27
0+040	6.20	89	116
0+060	7.40	136	252
0+080	5.90	133	385
0+100	6.40	123	508
0+120	6.15	125	633
0+140	4.30	104	737
0+160	6.30	106	843
0+180	6.30	126	969
0+200	3.90	102	1 071
0+220	7.50	114	1 185
0+240	7.40	149	1 334
0+260	7.50	149	1 483
0+280	7.40	149	1 632
0+300	8.40	158	1 790
0+320	8.00	164	1 954
0+340	8.40	164	2 118
0+360	7.50	159	2,277
0+380	7.10	146	2 423
0+400	10.00	171	2 594
0+420	10.20	202	2 796
0+440	8.20	184	2 980
0+460	10.80	190	3 170
0+480	11.50	223	3 393
0+500	10.40	219	3 612
0+520	9.90	203	3,815
0+540	9.60	195	4 010
0+560	10.20	198	4 208

ESTACION	LONGITUD TALUD MOJADO m	A R E A	
		PARCIAL m <sup>2</sup>	ACUMULADA m <sup>2</sup>
0+580	10.30	205	4 413
0+600	10.40	207	4 620
0+620	9.40	198	4 818
0+640	9.40	188	5 006
0+660	11.90	213	5 219
0+680	10.50	224	5 443
0+700	12.40	229	5 672
0+720	10.90	233	5 905
0+740	11.10	220	6 125
0+760	8.40	195	6 320
0+780	11.00	194	6 514
0+800	10.70	217	6 731
0+820	13.90	246	6 977
0+840	11.00	249	7 226
0+860	10.40	214	7 440
0+880	10.70	211	7 651
0+900	10.70	214	7 865
0+920	10.90	216	8 081
0+940	10.50	214	8 295
0+960	10.40	209	8 504
0+980	10.20	206	8 710
1+000	9.70	199	8 909
1+020	10.20	199	9,108
1+040	10.40	206	9 314
1+060	10.50	209	9 523
1+080	10.70	212	9 735
1+100	9.70	204	9 939
1+120	11.40	211	10 150
1+140	10.90	223	10 373
1+160	11.00	219	10 592
1+180	9.30	203	10 795
1+200	11.30	206	11 001
1+220	10.40	217	11 218

ESTACION	LONGITUD TALUD MOJADO m	A R E A	
		PARCIAL m <sup>2</sup>	ACUMULADA m <sup>2</sup>
1+240	12.30	227	11 445
1+260	12.30	246	11 691
1+280	13.30	256	11 947
1+300	12.20	255	12 202
1+320	11.30	235	12 437
1+340	11.70	230	12 667
1+360	11.30	230	12 897
1+380	11.90	232	13 129
1+400	11.40	233	13 562
1+420	12.40	238	13 600
1+440	9.60	220	13 820
1+460	11.40	210	14 030
1+480	11.50	229	14 259
1+500	11.60	231	14 490
1+520	10.80	224	14 714
1+540	11.20	220	14 934
1+560	10.20	214	15 148
1+580	9.60	198	15 346
1+600	10.10	197	15 543
1+620	9.60	197	15 740
1+640	11.50	211	15 951
1+660	12.50	240	16 191
1+680	11.70	242	16 433
1+700	10.00	217	16 650
1+720	10.20	202	16 852
1+740	10.20	204	17 056
1+760	10.40	206	17 262
1+780	10.10	205	17 467
1+800	10.50	206	17 673
1+820	7.90	184	17 857
1+840	10.30	182	18 039
1+860	10.20	205	18 244
1+880	10.00	202	18 446

ESTACION	LONGITUD TALUD MOJADO m	A R E A	
		PARCIAL m <sup>2</sup>	ACUMULADA m <sup>2</sup>
1+900	9.80	198	18 644
1+920	10.20	200	18 844
1+940	9.60	198	19 042
1+960	9.60	192	19 234
1+980	8.50	181	19 415
2+000	10.50	190	19 605
2+020	10.70	212	19 817
2+040	10.20	209	20 026
2+060	10.20	204	20 230
2+080	10.20	204	20 434
2+100	10.10	203	20 637
2+120	12.20	223	20 860
2+140	9.90	221	21 081
2+160	10.00	199	21 280
2+180	9.70	197	21 477
2+200	10.10	198	21 675
2+220	11.90	220	21 895
2+240	9.70	216	22 111
2+260	12.00	217	22 328
2+280	9.70	217	22 545
2+300	10.20	199	22 744
2+320	7.90	181	22 925
2+340	11.90	198	23 123
2+360	10.70	226	23 349
2+380	11.40	221	23 570
2+400	10.90	223	23 793
2+420	11.40	223	24 016
2+440	10.20	216	24 232
2+460	10.80	210	24 442
2+480	10.40	212	24 654
2+500	10.00	204	24 858
2+520	10.50	205	25 063
2+540	10.90	214	25 277

ESTACION	LONGITUD TALUD MOJADO m	A R E A	
		PARCIAL m <sup>2</sup>	ACUMULADA m <sup>2</sup>
2+560	9.90	208	25 485
2+580	9.40	193	25 678
2+600	9.40	188	25 866
2+620	9.70	191	26 057
2+640	10.00	197	26 254
2+660	9.80	198	26 452
2+680	10.20	200	26 652
2+700	9.80	200	26 852
2+720	10.10	199	27 051
2+740	10.10	202	27 253
2+760	10.20	203	27 456
2+780	10.10	203	27 659
2+800	9.70	198	27 857
2+820	10.20	199	28 056
2+840	9.80	200	28 256
2+860	9.70	195	28 451
2+880	9.10	188	28 639
2+900	9.00	181	28 820
2+920	9.20	182	29 002
2+940	8.70	179	29 181
2+960	8.50	172	29 353
2+980	8.70	172	29 525
3+000	8.40	171	29 696
3+020	7.90	163	29 859
3+033.20	6.90	98	29 957
3+040			
3+060	<u>VERTEDOR</u>		
3+063.60	6.70		
3+080	7.40	116	30 073
3+100	7.40	148	30 221
3+120	7.20	146	30 367
3+140	6.90	141	30 508
3+160	6.40	133	30 641

ESTACION	LONGITUD TALUD MOJADO m	A R E A	
		PARCIAL m <sup>2</sup>	ACUMILADA m <sup>2</sup>
3+180	6.40	128	30 769
3+200	8.80	152	30 921
3+220	6.00	148	31 069
3+240	6.00	120	31 189
3+260	6.00	120	31 309
3+280	5.50	115	31 424
3+300	4.90	104	31 528
3+320	4.60	95	31 623
3+340	4.70	93	31 716
3+360	4.50	92	31 808
3+380	3.20	77	31 885
3+400	4.20	74	31 959
3+420	2.80	70	32 029
3+440	2.70	55	32 029
3+460	3.90	66	32 150
3+480	3.20	71	32 221
3+500	2.50	57	32 278
3+520	2.20	47	32 325
3+540	1.90	41	32 366
3+560	1.40	33	32 399
3+580	1.00	24	32 423
3+600	0.30	13	32 436

Area Total = 32 436 m<sup>2</sup>  
 Espesor = 0.40 m  
 Volúmen Total = 12 974 m<sup>3</sup> (Piedra)  
 Espesor = 0.15 m  
 Volúmen Total = 4 865.4 m<sup>3</sup> (Grava)

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO  
 DISTRITO DE RIEGO No. 13, ESTADO DE JALISCO

( ANEXO 5.6.1.- )

DESPALME PRESA SAN ANDRES

ESTACION	LONGITUD	A R E A	
		PARCIAL	ACUMULADA
0+000	0.0	0	0
0+020	7.4	74	74
0+040	12.5	125	199
0+060	13.9	139	338
0+080	11.2	112	450
0+100	11.9	119	569
0+120	11.6	116	685
0+140	10.1	101	786
0+160	12.0	120	906
0+180	12.4	124	1 030
0+200	9.3	93	1 123
0+220	12.8	128	1 251
0+240	14.2	142	1 393
0+260	13.7	137	1 530
0+280	12.1	121	1 651
0+300	14.5	145	1 796
0+320	13.4	134	1 930
0+340	13.2	132	2 062
0+360	12.4	124	2 186
0+380	12.0	120	2 306
0+400	14.9	149	2 455
0+420	15.1	151	2 606
0+440	13.2	132	2 738
0+460	15.9	159	2 897
0+480	16.7	167	3 064
0+500	15.4	154	3 218
0+520	15.2	152	3 370
0+540	14.6	146	3 516
0+560	15.2	152	3 668

ESTACION	LONGITUD	A R E A	
		PARCIAL	ACUMULADA
0+580	15.4	154	3 822
0+600	15.5	155	3 977
0+620	14.7	147	4 124
0+640	14.5	145	4 269
0+660	17.0	170	4 439
0+680	15.8	158	4 597
0+700	17.8	178	4,775
0+720	16.2	162	4 937
0+740	16.1	161	5 098
0+760	13.6	136	5 234
0+780	17.7	177	5 411
0+800	18.7	187	5 598
0+820	24.0	240	5 838
0+840	16.2	162	6 000
0+860	15.4	154	6 154
0+880	15.9	159	6 313
0+900	15.7	157	6 470
0+920	16.0	160	6,630
0+940	19.3	193	6 823
0+960	19.2	192	7 015
0+980	19.4	194	7 209
1+000	18.8	188	7 397
1+020	21.3	213	7 610
1+040	15.7	157	7 767
1+060	15.2	152	7 919
1+080	15.6	156	8 075
1+100	14.6	146	8 221
1+120	16.3	163	8 384
1+140	15.8	158	8 542
1+160	15.9	159	8 701
1+180	14.1	141	8 842
1+200	16.0	160	9 002
1+220	15.3	153	9 155
1+240	18.0	180	9 335

ESTACION	LONGITUD	A R E A	
		PARCIAL	ACUMULADA
1+260	18.3	183	9 518
1+280	18.9	189	9 707
1+300	17.1	171	9 878
1+320	16.2	162	10 040
1+340	16.4	164	10 204
1+360	16.2	162	10 366
1+380	16.4	164	10 530
1+400	16.3	163	10 693
1+420	17.0	170	10 863
1+440	14.6	146	11 009
1+460	16.1	161	11 170
1+480	16.3	163	11 333
1+500	16.6	166	11 499
1+520	15.5	155	11 654
1+540	15.8	158	11 812
1+560	15.1	151	11 963
1+580	14.5	145	12 108
1+600	15.0	150	12 258
1+620	14.2	142	12 400
1+640	16.3	163	12 563
1+660	17.4	174	12 737
1+680	17.2	172	12 909
1+700	17.8	178	13 087
1+720	18.2	182	13 269
1+740	18.8	188	14 457
1+760	18.0	180	13 637
1+780	17.7	177	13 814
1+800	19.5	195	14 009
1+820	16.9	169	14 178
1+840	18.9	189	14 367
1+860	19.3	193	14 560
1+880	19.4	194	14 754

ESTACION	LONGITUD	A R E A	
		PARCIAL	ACUMULADA
1+900	17.9	179	14 933
1+920	19.6	196	15 129
1+940	18.0	180	15 309
1+960	18.0	180	15 489
1+980	14.0	140	15 629
2+000	15.5	155	15 784
2+020	17.2	172	15 956
2+040	17.0	170	16 126
2+060	15.7	157	16 283
2+080	15.8	158	16 441
2+100	17.2	172	16 613
2+120	18.0	180	16 793
2+140	16.2	162	16 955
2+160	16.4	164	17 119
2+180	16.0	160	17 279
2+200	15.8	158	17 437
2+220	17.2	172	17 609
2+240	15.1	151	17 760
2+260	19.0	190	17 950
2+280	12.8	128	18 078
2+300	14.2	142	18 220
2+320	12.9	129	18 349
2+340	17.2	172	18 521
2+360	16.2	162	18 683
2+380	16.8	168	18 851
2+400	16.2	162	19 013
2+420	16.7	167	19 180
2+440	16.1	161	19 341
2+460	16.7	167	19 508
2+480	15.9	159	19 667
2+500	15.3	153	19 820
2+520	16.0	160	19 980
2+540	16.4	164	20 144
2+560	16.6	166	20 310

ESTACION	LONGITUD	A R E A	
		PARCIAL	ACUMULADA
2+580	17.0	170	20 480
2+600	15.0	150	20 630
2+620	15.4	154	20 784
2+640	15.3	153	20 937
2+660	15.7	157	21 094
2+680	15.9	159	21 253
2+700	15.3	153	21 406
2+720	15.8	158	21 564
2+740	16.0	160	21 724
2+760	15.8	158	21 882
2+780	15.7	157	22 039
2+800	15.0	150	22 189
2+820	17.6	176	22 365
2+840	15.0	150	22 515
2+860	15.0	150	22 665
2+880	16.5	165	22 830
2+900	16.0	160	22 990
2+920	15.4	154	23 144
2+940	13.4	134	23 278
2+960	15.3	153	23 431
2+980	13.7	137	23 568
3+000	15.2	152	23 720
3+020	13.8	138	23 858
3+033	12.0	79	23 937
3+040	0.0	0	23 937
3+060	0.0	0	23 937
3+080	24.6	202	24 139
3+100	12.8	128	24 267
3+120	14.1	141	24 408
3+140	12.3	123	24 531
3+160	12.9	129	24 660
3+180	14.5	145	24 805
3+200	14.5	145	24 950
3+220	11.3	113	25 063

ESTACION	LONGITUD	A R E A	
		PARCIAL	ACUMULADA
3+240	10.8	108	25 171
3+260	10.6	106	25 277
3+280	10.7	107	25 384
3+300	9.7	97	25 481
3+320	10.1	101	25 582
3+340	10.9	109	25 691
3+360	10.0	100	25 791
3+380	8.4	84	25 875
3+400	10.4	104	25 979
3+420	8.4	84	26 063
3+440	8.2	82	26 145
3+460	9.2	92	26 237
3+480	8.4	84	26 321
3+500	7.6	76	26 397
3+520	7.3	73	26 470
3+540	6.5	65	26 535
3+560	6.0	60	26 595
3+580	5.5	55	26 650
3+600	4.5	45	26 695
3+620	0.0	0	26 695
3+640	0.0	0	
3+660	0.0	0	
3+680	0.0	0	
3+700	0.0	0	26 695

Area Total de Despalse	=	26 095	m <sup>2</sup>
Espesor de Despalse	=	0.10	m
Volúmen de Despalse en Area de Construcción	=	2 669.5	m <sup>3</sup>
Volúmen de Despalse en Banco de préstamo	=	<u>1 400.0</u>	
Volúmen Despalse TOTAL	=	<u>4 069.5</u>	m <sup>3</sup>
		=====	

5.7.-

#### RECONSTRUCCION DE UNA TOMA

La obra de toma principal, se operaba anteriormente mediante un control de agujas de madera de 0.60 X 3.90 Mts., con el proyecto de sobre-elevación resultaría inoperante dicho control, para lo cual, sobre la estructura vieja se modificó dicha obra de toma, colocando una compuerta de deslizamiento de 610 X 610 mm. con mecanismo elevador tipo pedestal y cargas de 0.0 a 4.6 Mts. (Mayores detalles en el Anexo S-F-13-276).

5.8.-

#### PRUEBAS DE CONTROL

Para garantizar una compactación correcta, se deberá vigilar el espesor de las capas (tendidas con moto-escrepa), la humedad que se dé al material, el número de pasadas en cada faja rodillada (rodillo pata de cabra) y que estas fajas cubran toda la superficie del terraplén, en todas y cada una de las capas tendidas.

Se deberán hacer pruebas durante la construcción para determinar las características mecánicas de la terracería y poder controlar que dichas características sean, dentro de ciertos límites, las de diseño.

Si no se obtienen en la obra los pesos óptimos determinados para los materiales que se han fijado como utilizables en la misma, se tendrán diferentes valores para la relación de vacíos de dichos materiales, y por tanto, distintos valores de la permeabilidad y de la resistencia al esfuerzo cortante, disminuyendo el factor de seguridad con que se haya diseñado la estructura.

Una de las mas importantes pruebas de control, es la determinación del peso volumétrico seco o "peso-seco" del terraplén, la cual debe efectuarse diariamente.

Se le llama "peso-seco", al peso de las partículas só-

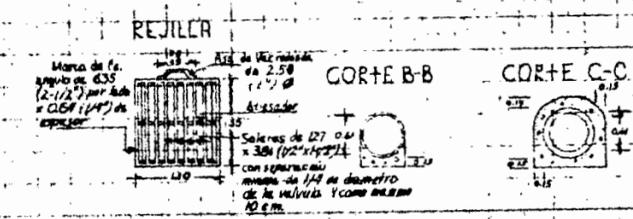
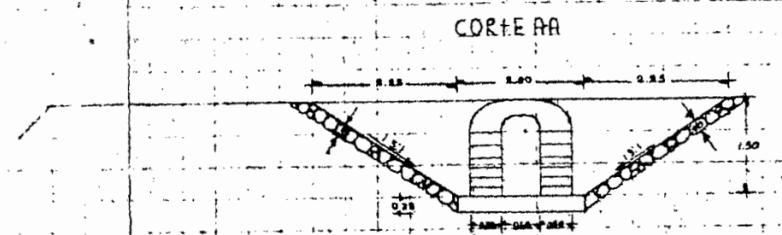
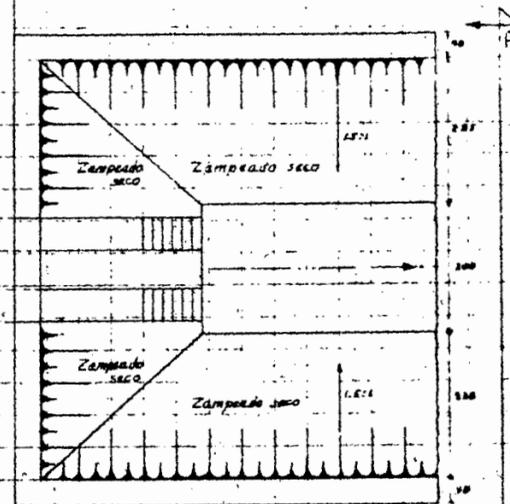
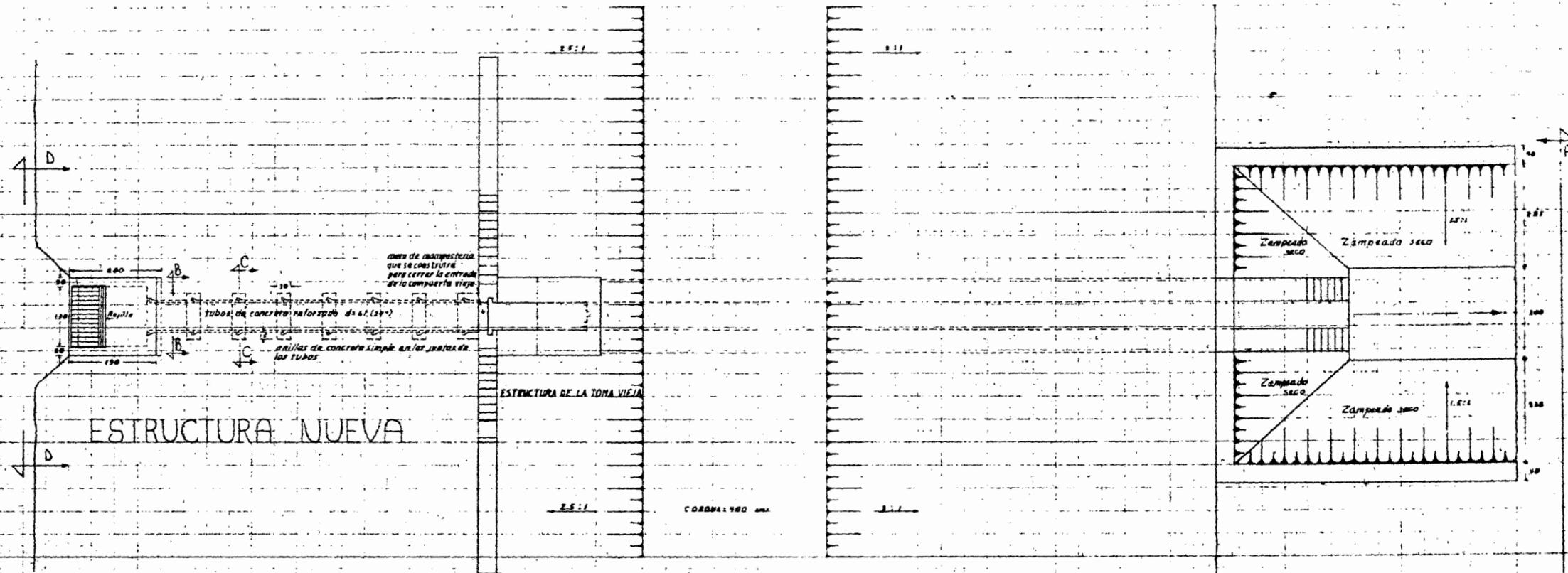
lidas y secas contenidas en la unidad de volúmen. El "peso-seco" óptimo de un material, para un procedimiento de compactación dado, es el mayor peso obtenible de partículas sólidas y secas, por unidad de volúmen, compactadas con un porcentaje de humedad que recibe el nombre de "Humedad Optima".

La prueba consiste en excavar un pozo o cala en el terraplén y obtener el peso de los sólidos secos contenidos en ella, determinándose al mismo tiempo la humedad del material.

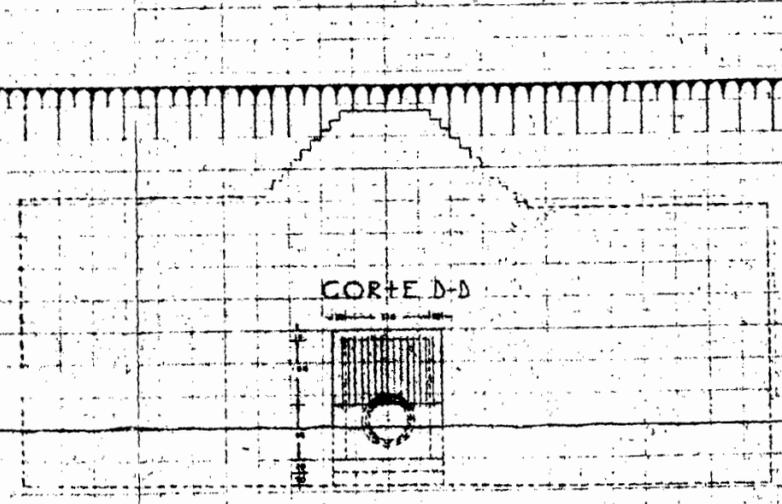
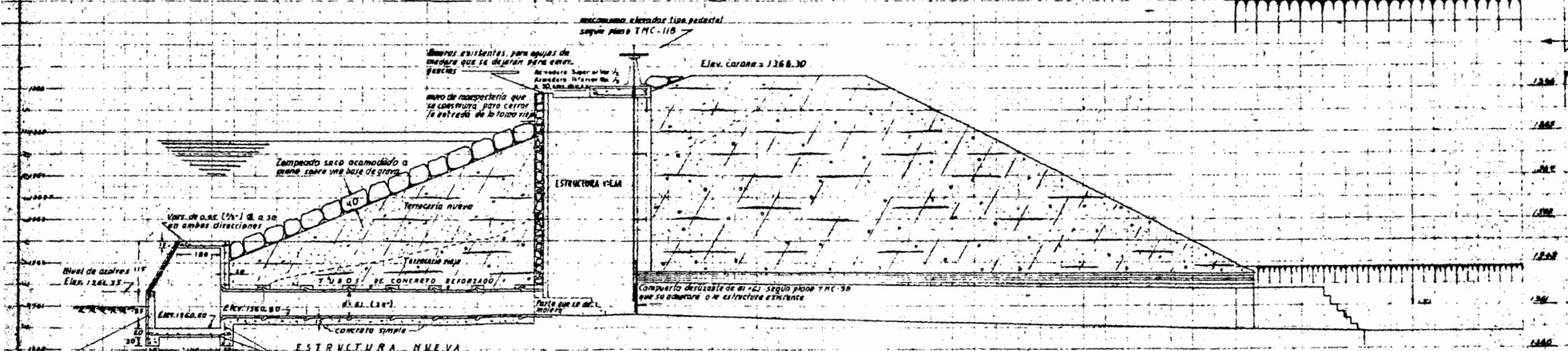
El peso-seco se obtiene dividiendo el peso de los sólidos secos contenidos en la cala entre el volúmen de la misma.

El volúmen del pozo se obtiene dividiendo el peso de la arena que puede contener, entre el peso volumétrico de la misma arena determinado de antemano en el laboratorio.

La arena es preparada lavándola y secándola muy bien, debiendo quedar comprendida su granulometría entre las mayas número 8 y número 50, es decir, deberá pasar por la maya número 8 y ser retenida en la maya número 50.



# PLANTA



# ELEVACION

ESCALA 1:50

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO  
 DIRECCION DE CONSERVACION Y MEJORAMIENTO DEPARTAMENTO HIDROLOGICO

DISTRITO DE RIEGO N°13-ESTADO DE JALISCO  
 UNIDAD DE RIEGO MADALENA - PRESA SAN ANDRES  
 MODIFICACION DE OBRA DE TOMA

Conforme: [Signature]

DIRECTOR GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO Aprobado SECRETARIA

QUAD. JUL. 1972 9-3-F-276

CAPITULO VI

6.- ANALISIS ECONOMICO

6.1.- COSTO DE LA OBRA

UNIDAD MAGDALENA

PRESA SAN ANDRES

C O N C E P T O	LONGITUD EN KM.	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNI TARIO	IMPORTE DEL PROGRAMA-	
					PARCIAL	TOTAL
a) Estudios y supervisión por administración.					60,703.20	60,703.20
b) Reconstrucción de una toma por Administración.					25,000.00	25,000.00
c) Despalme banco de préstamo y zona de construcción.	3.950	15 800.0	M <sup>3</sup>	2.79	44,082.00	
d) Formación de bordos compactados con rodillo pata de cabra. Material transportado y tendido con moto-escrepa, movimiento menor de 200 m.	3.950	82 950.0	M <sup>3</sup>	3.77	312,721.50	
e) Sobre-acarreo de material con moto-escrepa, a una distancia mayor de 200 m. y menor o igual a 500 m., para formación de bordos.	3.950	82 950.0	M <sup>3</sup>	0.72	59,724.00	
f) Formación de enrocamiento a volteo, incluyendo el primer Km. de acarreo, la piedra y su colocación, tramo en medio, talud mojado.	2.850	12 540.0	M <sup>3</sup>	31.44	394,257.60	

CAPITULO VI

6.- ANALISIS ECONOMICO

6.1.- COSTO DE LA OBRA

UNIDAD MAGDALENA

PRESA SAN ANDRES

C O N C E P T O	LONGITUD EN KM.	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNI TARIO	IMPORTE DEL PROGRAMA-	
					PARCIAL	TOTAL
g) Sobre-acarreo de piedra a una distancia mayor de -- 1 Km. por cada Km. adicional. Por M <sup>3</sup> -Km. medido en el relleno tramo en medio, talud mojado.	2.850	25 080.0	M <sup>3</sup> -Km.	1.59	39,877.20	
h) Suministro de material de banco de préstamo para revestimiento de corona	3.950	2 370.0	M <sup>3</sup>	7.47	17,703.90	
i) Acarreo de material para revestimiento de la corona 1 Km.	3.950	2 370.0	M <sup>3</sup>	4.48	10,617.60	
j) Sobre-acarreo de material para revestimiento de la corona, 10 Km. subsecuentes.	3.950	23 700.0	M <sup>3</sup> -Km.	1.49	35,313.00	914,296.80

RESUMEN UNIDAD MAGDALENA:

Estudios y Supervisión por Administración	60,703.20
Reconstrucción de una Obra de Toma por Administración	25,000.00
Convenios	<u>914,296.80</u>
- 67 -	TOTAL: 1*000,000.00 =====

6.2.- RELACION BENEFICIO-COSTO

Considerando un funcionamiento y una operación adecuada de la presa, se podrá llevar a efecto el Plan de Cultivos propuesto, en la forma que a continuación se indica:

Cultivo	Area Cultivada Ha./Riego	Rendim. Medio Ton/Ha.	Producción Total Ton.	Precio Medio Rural Pesos/Ton.	Valor de la Cosecha Miles de Pesos
Trigo	200	4.5	900	930	837
Garbanzo	150	2.0	300	1 200	360
Sorgo	200	4.5	900	1 000	900
S u m a	550		2 100		2 097

Tomando en cuenta los costos de producción por hectárea para los cultivos de trigo, garbanzo y sorgo, es posible calcular el valor del ingreso neto de los agricultores.

Cultivo	Area Cultivada Ha./Riego	Costo de la producción en pesos	
		Por Ha.	T o t a l
Trigo	200	1 540	308,000
Garbanzo	150	350	52,500
Sorgo	200	1 250	250,000
S u m a	550		610,500

Costo total de la producción	610,500
Valor de las cosechas	2'097,000
Ingreso neto total de los agricultores	1'486,500

Cálculo de la relación beneficio-costos:

Beneficio medio anual	1'486,500
Costo total	1'000.000

Relación Beneficio-Costo: ===== 1.48

## CAPITULO VII

### 7.- RESUMEN

#### 7.1.- BALANCE HIDROLOGICO

**Balance Hidrológico:** Es la relación que existe entre la cantidad de agua disponible en la fuente de abastecimiento y la demanda de la superficie bajo riego. Por demanda entenderemos los volúmenes mensuales o anuales que es necesario obtener de la presa, para satisfacer las necesidades de agua de los cultivos de toda el área bajo riego. A continuación se presenta una secuencia para el cálculo de la demanda:

- 1.- Formación de la lista de cultivos.
  - 2.- Formación del plan de cultivos típico.
  - 3.- Cálculo del uso consuntivo y corrección por lluvia efectiva calculada, con un 50% de probabilidad de ocurrencia. La lámina así obtenida, será el uso-consuntivo neto medio mensual de cada cultivo. - La suma de dichas láminas para un mismo mes, dará el uso consuntivo neto de toda el área de riego para tal mes.
- a).- Para el cálculo de la demanda de riego, los cultivos representativos son como sigue:

- I Trigo
- II Garbanzo
- III Sorgo

b).- Plan de cultivos:

	Superficie Ha/Riego	% del Total
I Trigo Invierno	200	36.36
II Garbanzo Invierno	150	27.28
III Sorgo Verano	200	36.36
TOTAL:	750	100

Superficie física, 350 Ha. Para ilustrar este caso, - en el Anexo 7.1.1, se reportan los cálculos para la Zona de Riego de la Presa San Andrés.

DETERMINACION DE LA DEMANDA MENSUAL CORREGIDA POR LLUVIA, DE ACUERDO CON EL PLAN DE CULTIVOS

	<u>DEMANDA NETA DE LOS CULTIVOS</u>				<u>DEMANDA NETA CORREGIDA POR LLUVIA</u>			<u>DEMANDA NETA</u>
	I	II	III		I	II	III	<u>A LA PRESA</u>
	.36	.27	.36					
ENERO	5.34	11.59	0	0	5.34 1.92	11.59 3.12	0 0	5.04
FEBRERO	11.09	11.73	0	0	11.09 3.99	11.73 3.16	0 0	7.15
MARZO	16.95	10.55	0	0	16.95 6.10	10.55 2.84	0 0	8.94
ABRIL	17.34	4.94	0	0	17.34 6.24	4.94 1.33	0 0	7.57
MAYO	6.73	0	5.89	0	6.73 2.42	0 0	5.89 2.12	4.54
JUNIO	0	0	12.09	9.17	0 0	0 0	2.92 1.05	1.05
JULIO	0	0	16.98	13.70	0 0	0 0	3.28 1.18	1.18
AGOSTO	0	0	17.08	9.87	0 0	0 0	7.21 2.59	2.59
SEPTIEMBRE	0	0	11.73	7.02	0 0	0 0	4.71 1.69	1.69
OCTUBRE	0	0	4.24	3.05	0 0	0 0	1.19 0.42	0.42
NOVIEMBRE	0	3.86	0	0	0 0	3.86 1.04	0 0	1.04
DICIEMBRE	0	8.27	0	0	0 0	8.27 2.23	0 0	2.23
	57.45	50.94	68.01	42.81	57.45 20.67	50.94 13.72	25.11 9.05	43.44

El desarrollo acelerado de la Población Mundial y de Nuestro País en particular, impone a las presentes generaciones, la ineludible tarea no solo de elevar la producción agrícola, sino de mejorar su calidad. Los avances logrados por la tecnología actual, hacen posible no solamente realizar las labores agrícolas con menor esfuerzo, sino que permiten un eficiente aprovechamiento de los recursos naturales. La relación beneficio-costos calculada en el presente trabajo, justifica la inversión para la reconstrucción de la obra.

BENEFICIOS.- Se podrá asegurar las cosechas de Invierno en el área regable de la presa, lo cual se demuestra con el Balance Hidrológico, anteriormente calculado.

RECOMENDACIONES.- Para lograr el mejor aprovechamiento de la obra, se sugiere la conservación de la misma. Promover entre los agricultores la necesidad del uso mas eficiente del agua.

## BIBLIOGRAFIA

- 1).- Borrego, R.R. 1969. Tesis Profesional. Proyecto de Desagüe de la Ex-Laguna de Magdalena, Jal. Chapingo, Méx.
- 2).- Brambila, A. 1968. Topografía. 8a. Edición. "Tesis Resendiz". México.
- 3).- De la Peña, I. 1972. Calidad de las aguas de riego. Comité Directivo Agrícola del Distrito de Riego del Río Yaqui. Boletín Técnico No 5. Sonora, Son.
- 4).- Espinoza, H.J. 1970. Física y Química de Suelos. Escuela de Agricultura. Guadalajara, Jal. No Publicado.
- 5).- Espinoza, H.J. 1967. Química Agrícola. Escuela de Agricultura. Guadalajara, Jal. No Publicado.
- 6).- Maldonado, A. 1968. Aplicación del "Método Racional" para el cálculo del Uso Consuntivo. S.R.H. Instructivo No. 8. México.
- 7).- Martínez, S. y Hailú, Y. 1961. Topografía Aplicada. Ediciones Departamento de Irrigación. Chapingo, Méx.

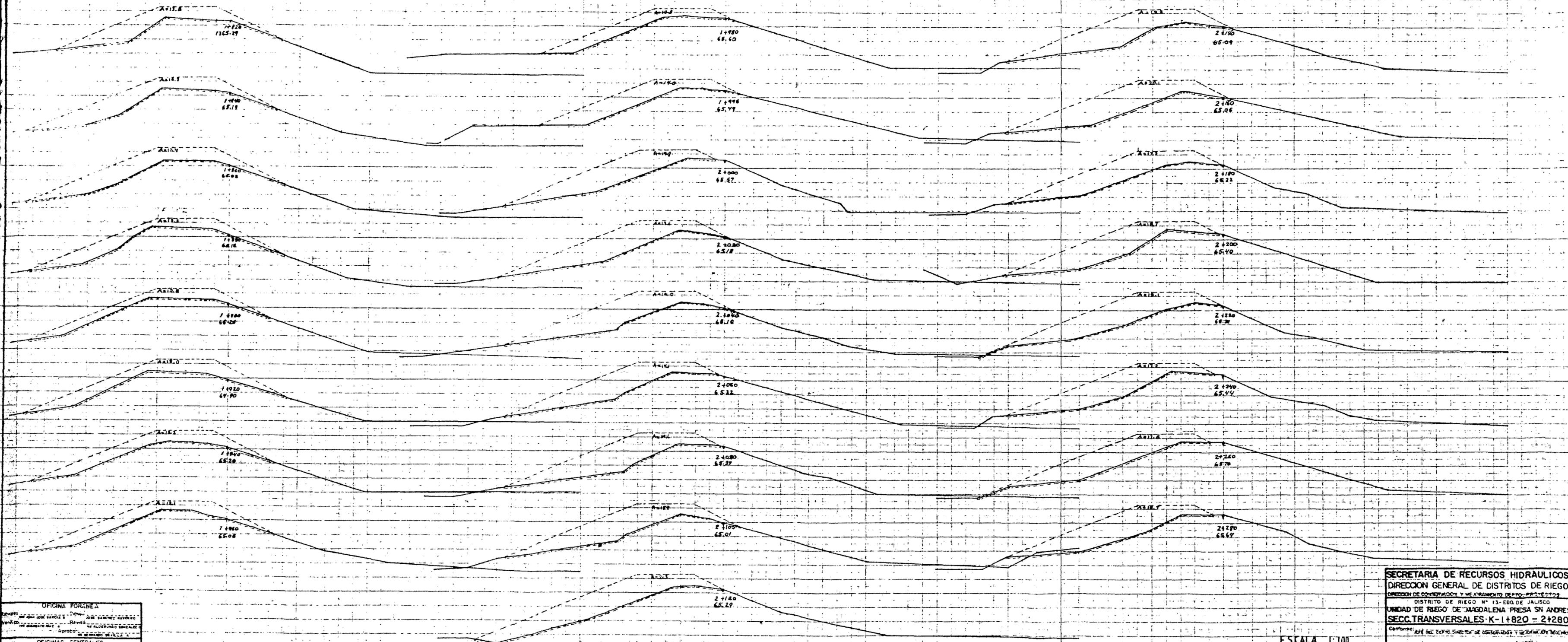
- 8).- Morán, G.E. 1972. Balance Hidrológico entre el agua disponible y la de manda de un Distrito de Riego. S.R.H. Memorándum Técnico No 302. México.
- 9).- Nava, S.S. 1972. Conceptos de lluvia - - efectiva y su aplicación en la programación de los riegos. - S.R.H. Memorándum Técnico No. 307. México.
- 10).- Palacios, V.E. 1963. Cuánto, Cuándo y Como - Regar. S.R.H. Memorándum Técnico No. 195. México.
- 11).- Zamora, M.F. Et al 1948. Mecánica de los Suelos, Instructivo para ensaye de sue los. Sobretiro de la "Revista Ingeniería Hidráulica en México". S.R.H. Departamento de Ingeniería Experimental. México.
- 12).- Archivo sobre la información - general de la Unidad de Magdalena, del Distrito de Riego No 13, Estado de Jalisco.
- 13).- Notas del Curso de Ingeniería- de Riego y Drenaje de 1973, im partido en el Centro de Capaci tación "Benito Juárez". El Ca rrizo, Sin.



Aguas arriba & Aguas abajo

Aguas arriba & Aguas abajo

Aguas arriba & Aguas abajo



OFICINA FORANEA

Revisado: J. J. GARCIA S. / Dibujo: J. J. GARCIA S.

Revisado: J. J. GARCIA S. / Dibujo: J. J. GARCIA S.

Revisado: J. J. GARCIA S. / Dibujo: J. J. GARCIA S.

Revisado: J. J. GARCIA S. / Dibujo: J. J. GARCIA S.

OFICINAS CENTRALES

Revisado: J. J. GARCIA S. / Dibujo: J. J. GARCIA S.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO

DIRECCION DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DE PROYECTOS

DISTRITO DE RIEGO N° 13-EDD DE JALISCO

UNIDAD DE RIEGO DE MAGDALENA PRESA SN ANDRES

SECC. TRANSVERSALES K-1+820 - 2+280

Conforme: J. J. GARCIA S. / Dibujo: J. J. GARCIA S.

DIRECTOR GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO

GUAD. J.A.L. JUNIO 1973

S - 13 - F - 273

ESCALA 1:100

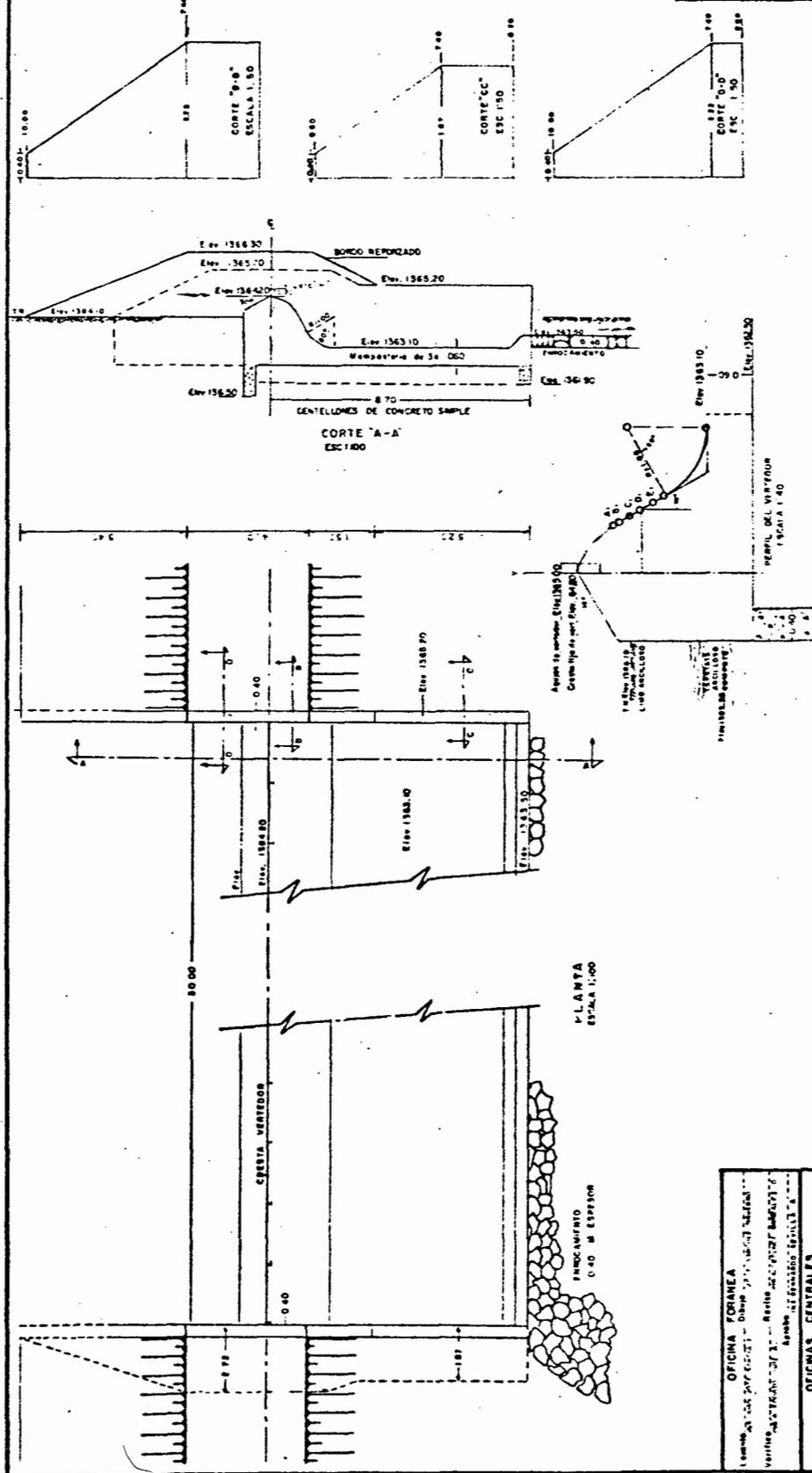
PUNTOS		COORDENADAS	
X	Y	X	Y
U	60000	60000	
A	0712	0712	
B	0740	0740	
C	0765	0765	
D	0792	0792	
E	0820	0820	
F	0850	0850	
G	0880	0880	
H	0910	0910	
I	0940	0940	
J	0970	0970	
K	1000	1000	
L	1030	1030	
M	1060	1060	
N	1090	1090	
O	1120	1120	
P	1150	1150	
Q	1180	1180	
R	1210	1210	
S	1240	1240	
T	1270	1270	
V	1300	1300	
W	1330	1330	
X	1360	1360	
Y	1390	1390	
Z	1420	1420	
AA	1450	1450	
AB	1480	1480	
AC	1510	1510	
AD	1540	1540	
AE	1570	1570	
AF	1600	1600	
AG	1630	1630	
AH	1660	1660	
AI	1690	1690	
AJ	1720	1720	
AK	1750	1750	
AL	1780	1780	
AM	1810	1810	
AN	1840	1840	
AO	1870	1870	
AP	1900	1900	
AQ	1930	1930	
AR	1960	1960	
AS	1990	1990	
AT	2020	2020	
AU	2050	2050	
AV	2080	2080	
AW	2110	2110	
AX	2140	2140	
AY	2170	2170	
AZ	2200	2200	
BA	2230	2230	
BB	2260	2260	
BC	2290	2290	
BD	2320	2320	
BE	2350	2350	
BF	2380	2380	
BG	2410	2410	
BH	2440	2440	
BI	2470	2470	
BJ	2500	2500	
BK	2530	2530	
BL	2560	2560	
BM	2590	2590	
BN	2620	2620	
BO	2650	2650	
BP	2680	2680	
BQ	2710	2710	
BR	2740	2740	
BS	2770	2770	
BT	2800	2800	
BU	2830	2830	
BV	2860	2860	
BW	2890	2890	
BX	2920	2920	
BY	2950	2950	
BZ	2980	2980	
CA	3010	3010	
CB	3040	3040	
CC	3070	3070	
CD	3100	3100	
CE	3130	3130	
CF	3160	3160	
CG	3190	3190	
CH	3220	3220	
CI	3250	3250	
CJ	3280	3280	
CK	3310	3310	
CL	3340	3340	
CM	3370	3370	
CN	3400	3400	
CO	3430	3430	
CP	3460	3460	
CQ	3490	3490	
CR	3520	3520	
CS	3550	3550	
CT	3580	3580	
CU	3610	3610	
CV	3640	3640	
CW	3670	3670	
CX	3700	3700	
CY	3730	3730	
CZ	3760	3760	
DA	3790	3790	
DB	3820	3820	
DC	3850	3850	
DD	3880	3880	
DE	3910	3910	
DF	3940	3940	
DG	3970	3970	
DH	4000	4000	
DI	4030	4030	
DJ	4060	4060	
DK	4090	4090	
DL	4120	4120	
DM	4150	4150	
DN	4180	4180	
DO	4210	4210	
DP	4240	4240	
DQ	4270	4270	
DR	4300	4300	
DS	4330	4330	
DT	4360	4360	
DU	4390	4390	
DV	4420	4420	
DW	4450	4450	
DX	4480	4480	
DY	4510	4510	
DZ	4540	4540	
EA	4570	4570	
EB	4600	4600	
EC	4630	4630	
ED	4660	4660	
EE	4690	4690	
EF	4720	4720	
EG	4750	4750	
EH	4780	4780	
EI	4810	4810	
EJ	4840	4840	
EK	4870	4870	
EL	4900	4900	
EM	4930	4930	
EN	4960	4960	
EO	4990	4990	
EP	5020	5020	
EQ	5050	5050	
ER	5080	5080	
ES	5110	5110	
ET	5140	5140	
EU	5170	5170	
EV	5200	5200	
EW	5230	5230	
EX	5260	5260	
EY	5290	5290	
EZ	5320	5320	
FA	5350	5350	
FB	5380	5380	
FC	5410	5410	
FD	5440	5440	
FE	5470	5470	
FF	5500	5500	
FG	5530	5530	
FH	5560	5560	
FI	5590	5590	
FJ	5620	5620	
FK	5650	5650	
FL	5680	5680	
FM	5710	5710	
FN	5740	5740	
FO	5770	5770	
FP	5800	5800	
FQ	5830	5830	
FR	5860	5860	
FS	5890	5890	
FT	5920	5920	
FU	5950	5950	
FV	5980	5980	
FW	6010	6010	
FX	6040	6040	
FY	6070	6070	
FZ	6100	6100	
GA	6130	6130	
GB	6160	6160	
GC	6190	6190	
GD	6220	6220	
GE	6250	6250	
GF	6280	6280	
GG	6310	6310	
GH	6340	6340	
GI	6370	6370	
GJ	6400	6400	
GK	6430	6430	
GL	6460	6460	
GM	6490	6490	
GN	6520	6520	
GO	6550	6550	
GP	6580	6580	
GQ	6610	6610	
GR	6640	6640	
GS	6670	6670	
GT	6700	6700	
GU	6730	6730	
GV	6760	6760	
GW	6790	6790	
GX	6820	6820	
GY	6850	6850	
GA	6880	6880	
GB	6910	6910	
GC	6940	6940	
GD	6970	6970	
GE	7000	7000	

**CANTIDADES DE OBRA**

RECUBRIMIENTO	M <sup>2</sup>	720
MANO DE OBRA DE SF	M <sup>3</sup>	184
CONCRETO SIMPLE	M <sup>3</sup>	22
EMPALME	M <sup>3</sup>	58

**SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS**  
 DIRECCION GENERAL DE DISTritos DE REGO  
 DIRECCION GENERAL DE SISTEMAS Y SERVICIOS DE REGO  
 DISTritos DE REGO DE MADRID  
 UNIDAD DE REGO DE MADRID  
**PROYECTO DE VENTEDOR PRESA SAN ANDRES**  
 (Continúa del expediente N.º 10.000 de 1958)

BOLETIN N.º 10.000 DE 1958  
 5-13-P-277



**OFICINA TORREJA**  
 Verificadas por el Sr. Director General de Regos y Servicios de Regos y el Sr. Director de Regos y Servicios de Regos.  
**OFICINAS CENTRALES**  
 Verificadas por el Sr. Director General de Regos y Servicios de Regos y el Sr. Director de Regos y Servicios de Regos.