

FECHA DE ADQUISICION	
NUM. DE INVENTARIO	
PROCEDENCIA	DONACION
NUM. DE CATALOGACION	
PRECIO	

APROVECHAMIENTO RACIONAL DE LAS AGUAS

DE LA ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA

Coahuila, el 13 de Mayo "ANTONIO NARRO". sus padres los señores
Don Gerónimo Rodríguez y Ana Concepción.

Terminó en JULIO RODRIGUEZ CANSECO.- Escuela "Benito

Juárez", en la población de Ixtapa de Juárez, Coahuila, en
el año de 1941. La instrucción de segunda enseñanza la re-
cibió la presentando en el año de 1944 a la Escuela Práctica
de Agricultura de Reyes Tostado, Coahuila, terminándola en

Tesis

que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador
como Requisito Parcial para Obtener el Título de Ingeniero
Agrónomo

En 1948 ingresó a la Escuela Superior de Agricultura
"Antonio Narro", donde se terminó en el año de 1952 la

Aprobada.

El Presidente del Jurado .

El Director de la Escuela.

12574

ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA "ANTONIO NARRO",

Buenavista, Coahuila, Mayo de 1953.-

BIBLIOTECA

BIOGRAFIA.

El autor nació en la ciudad de Tlacolula de Matamoros, Oaxaca, el 10 de mayo de 1929, siendo sus padres los señores Gorgonio Rodríguez y Amalia Canseco. *Mra. Estefana Pérez.*

Terminó su instrucción primaria en la Escuela "Benito Juárez", en la población de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, en el año de 1941. La instrucción de segunda enseñanza la recibió ingresando en el año de 1944 a la Escuela Práctica de Agricultura de Reyes Mantecón, Oaxaca, terminándola en el año de 1946. En el año de 1947 cursó el grado preparatorio en la Escuela Práctica de Agricultura "Gabriel Ramos Millán" en Roque, Guanajuato. *Lupe y Clementina, quienes for*

En 1948 ingresó a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", habiendo terminado en el año de 1952 la enseñanza correspondiente con el certificado de Pasante de Ingeniero Agrónomo. *como una demostración de afecto.*

A mis Xac "res", por sus enseñanzas y sabios consejos.

A mi Escuela, Madre Intelectual, a la que debo la cristianización de mis esfuerzos e ideales.

DEDICATORIA.

El presente trabajo lo dedico con todo respeto y cariño a la memoria de mis padres.

A la memoria de mi querida abuelita, Sra. Estéfana Pérez, quien con sus desvelos y abnegación de madre supo iniciarme en el escabroso camino de la vida.

A mi tío, Sr. Ubaldo Garcés P., a quien debo mis estudios.

A mi hermana, Sra. Concepción Ibarra de García, por haberme ayudado en todo lo que estuvo a su alcance en mi formación profesional.

A mis tíos Josefina, Guadalupe y Clementina, quienes forman parte de mi vida y que en diversas formas contribuyeron a la realización de mis aspiraciones.

A mi cuñado, Sr. Rodolfo García Prieto y a mi tío Sr. Sado García de León, como una demostración de afecto.

A mis Maestros, por sus enseñanzas y sabios consejos.

A mi Escuela, Madre Intelectual, a la que debo la cristalización de mis esfuerzos e ideales.

AGRADECIMIENTO.

El autor hace presente su agradecimiento al Ing. Guillermo Rodríguez de la Fuente, por haberle sugerido el problema de que trata esta tesis y por la valiosa ayuda técnica que le prestó para el desarrollo de la misma;

al Ing. Lorenzo Martínez Medina, por su ayuda moral y material para la formación de este trabajo;

al Dr. Roberto Rodríguez D., por sus orientaciones;

y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron a la realización de esta tesis.

Mapa Topográfico

..... 10

..... 11

..... 18

..... 20

..... 22

CONTENIDO.

	Página
BIOGRAFIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO DE PLANOS Y GRAFICAS	v
INTRODUCCION	1
MATERIALES Y METODOS USADOS	3
Aforos	3
Construcción de Planos	7
Mapa Topográfico	8
RESULTADOS	10
DISCUSION	13
CONCLUSIONES	18
RESUMEN	20
AUTORES CONSULTADOS	22

CONTENIDO DE PLANOS Y GRAFICAS.

El agua para irrigación es inaneablemente uno de los factores primordiales para la producción agrícola en todo el	Página
Plano I. Plano de la Antigua Hortaliza y Terrenos Adyacentes	9a
Plano II. Plano de El Bajío y La Joya	9b
Plano III. Plano de la Huerta y Terrenos Adyacentes..	9c
Plano IV. Sección Transversal de la Cortina de la Presa de "Buenavista"	9d
Plano V. Mapa Topográfico de la Presa "Buenavista" ..	9e
Gráfica de Precipitaciones	17

INTRODUCCION.

El agua para irrigación es innegablemente uno de los factores primordiales para la producción agrícola en todo el mundo, y el uso apropiado de ella ha sido una de las preocupaciones de todos los pueblos, y en particular de los de aquellos países que por exigencias de población y de economía tratan de alcanzar metas de producción que satisfagan esas necesidades.

Nuestra República, cuya producción agrícola no ha satisfecho las necesidades de su población en algunas líneas de producción, se ha visto obligada a importar algunos productos básicos para la alimentación, como lo han sido el trigo, frijol, maíz, grasas, etc. La causa de esta insuficiencia de productos tiene su origen, entre otros factores, a la reducida proporción de tierras laborables y a la escasa e irregular distribución en el país de la precipitación pluvial, pues mientras algunas regiones cuentan con tres metros de precipitación pluvial anualmente, otras escasamente llegan a recibir unos 250 milímetros y aún menos, como sucede en la región de Saltillo, Coahuila.

Desde hace algunos lustros los gobernantes se han preocupado por la creación de sistemas de irrigación que resuelvan, por lo menos en parte, el problema del agua para riego en aquellas regiones con reducida precipitación pluvial; ya sea haciendo perforaciones, ya construyendo presas de derivación

o de captación; bien bombeando agua de los ríos y lagos, o aprovechando las aguas de los manantiales.

Uno de los problemas básicos de la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" es el del agua para usos agrícolas ya que la relación tierra-agua no guarda equilibrio. Las fuentes de agua disponibles son insuficientes para irrigar los terrenos laborables, siendo necesario atenerse muchas veces a la humedad proporcionada por las lluvias. Es bien sabido que las aguas broncas se pierden, sin utilidad alguna, pues no se ha obtenido de ellas ningún beneficio, y es indiscutible la gran utilidad que podrían proporcionar estas aguas al ser almacenadas.

Considerando lo anteriormente expuesto el autor del presente trabajo se interesó en este problema que desde tiempo atrás se ha presentado en la Escuela mencionada; y para ello ha desarrollado un breve estudio hidrológico al respecto, tratando de hallar la manera de aprovechar racionalmente los recursos disponibles, ya sea utilizando las aguas de escurrimiento por medio de la construcción de pequeñas represas, ya evitando por otros medios la pérdida del agua en las acequias, etc., todo ello con la tendencia de lograr una mejor producción agrícola en beneficio de la propia Institución.

MATERIALES Y METODO USADOS.

Aforos.

Los aforos se hicieron con el fin de conocer la cantidad de agua disponible y establecer así una distribución adecuada de la misma a los terrenos de cultivo. Para efectuar el trabajo uno de los métodos usados fué el de vertedores, para lo cual se utilizaron vertedores triangulares y rectangulares de madera, de contricción completa, pared delgada, manto libre y con la cresta y aristas biseladas hacia afuera.

Para situar los vertedores se escogió un tramo recto de los canales, lo más largo posible, de tal manera que el agua llegara con velocidad uniforme. Los dos tipos de vertedores se establecieron perpendicularmente a la corriente, con las paredes verticales y la cresta horizontal. Para lograr esto se tomaron niveles iguales en los extremos del vertedor, evitando todas las infiltraciones.

Para la medida de la carga se colocó una estaca de cabeza plana a un nivel inferior al de la cresta y a una distancia de la misma de 1 metro a 1.50 metros, aguas arriba, procurando que dicha distancia fuera igual a seis veces la carga.

Por medio de una regla graduada hasta el milímetro se midió el desnivel entre la cresta y la estaca; después se midió la altura de la estaca sobre la superficie; cuya altura, combinada con el desnivel antes encontrado, dió como resultado el valor de la carga.

La sección de los canales, por ser de paredes irregulares, habiendo determinado el valor de la carga, se calculó el gasto con las siguientes fórmulas:

Para vertedores triangulares $Q = 1.48 H^{5/2}$

Para vertedores rectangulares $Q = 1.84 (L - 0.2H) H^{3/2}$

en donde:
 H = carga expresada en metros.
 L = longitud de la cresta en metros.
 Q = gasto en $M^3/\text{seg.}$

Otro de los métodos utilizados para el aforo de las corrientes fué el de los flotadores, por cuyo medio se determinó la velocidad superficial que, multiplicada por un coeficiente que varía según las condiciones de la corriente entre 0.8 y 0.95, da la velocidad media. El gasto se calculó utilizando la fórmula general $Q = AV$, las ordenadas Y_0, Y_1 , etc.,

donde: A = sección. Se calcularon varias secciones del canal to-

mando al final el promedio.
 V = velocidad media

El tercer método empleado en los afores fué el de la "pendiente hidráulica", y se desarrolló de la siguiente manera:

La velocidad superficial se obtuvo del modo siguiente: Se midió un tramo lo más recto posible del arroyo, de tal modo que el cauce estuviera bien definido y de sección y de unos trocitos de madera de 5 a 6 cm. de diámetro, se observó el tiempo que tardaban en recorrer el tramo medido. Utilizando varios flotadores se anotaron los tiempos empleados, tomando al final el promedio de ellos. Conociendo el espacio y el tiempo, la velocidad se calculó con la fórmula $V = \frac{E}{T}$, donde V es la velocidad, E el espacio, y T el tiempo.

La sección de los canales, por ser de paredes irregulares, se determinó de la siguiente manera: Utilizando una cinta de acero de 25 metros se tendió de una a otra orilla del canal, en el lugar donde se iba a medir la sección, cuidando de que quedara normal a la dirección de la corriente. Haciendo uso de un estadal centesimal de 4 metros se verificaron las lecturas de las ordenadas en la cinta, directamente, a determinadas distancias procurando que dicha distancia fuera igual a $1/20$ del ancho del canal, según se ha establecido en la práctica. Las ordenadas se midieron desde el lecho hasta el nivel del agua; conociendo las ordenadas y la equidistancia entre ellas, se calculó la sección con la fórmula siguiente:

$S = e (1/2 (Y_0 + Y_n) + Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{n-1})$, en la que "e" es la equidistancia entre las ordenadas Y_0 , Y_1 , etc., y S, la sección. Se calcularon varias secciones del canal tomándose al final el promedio.

El tercer método empleado en los aforos fué el de la "pendiente hidráulica", y se desarrolló de la siguiente manera:

Se midió un tramo lo más recto posible del arroyo, de tal manera que el cauce estuviera bien definido y de sección y de pendiente lo más uniformes posible. Se delineó cuidadosamente en dicho tramo las huellas del agua para medir la sección, la cual se calculó de la misma manera ya expresada en el método de flotadores. La velocidad se calculó por la fórmula de Manning $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$ en la que R es el radio hidráulico, o sea

la relación entre la sección y el perímetro mojado; S , la pendiente hidráulica, o sea el cociente de la división de la diferencia del nivel de aguas máximas entre las dos partes elegidas del tramo, por la distancia entre ambos; y n , el coeficiente de rugosidad que depende del tipo de lecho del arroyo.

El perímetro mojado se obtuvo sumando las hipotenusas de los triángulos formados por la equidistancia y las ordenadas en el cálculo de la sección.- El desnivel " h " se obtuvo ha--ciendo una nivelación diferencial entre los dos puntos esco--gidos del lecho del arroyo, para lo cual se utilizó un nivel tipo Dumpy y un estadal. Calculada la velocidad y la sección, el gasto se determinó de la fórmula general $Q = AV$.

Otro de los métodos empleados para conocer el caudal de las aguas fué el de "coordenadas". Es método es utilizado pa--ra determinar con aproximación el gasto de las bombas. Con--siste en calcular las coordenadas de cualquier punto del cho--rro en la tubería de descarga, para lo cual se usó una escua--dra metálica graduada hasta el milímetro, procurando que el extremo de la misma fuera tangente a la caída del agua. La fórmula empleada para el cálculo de la velocidad es la siguiente: $V = X\sqrt{\frac{g}{2Y}}$, donde V es la velocidad; g , la aceleración de la gravedad; y X , Y , coordenadas.- Conociendo la velocidad y la sección de la tubería de descarga, el gasto se calculó de la fórmula conocida, $Q = AV$.

Otro de los métodos usados para la medida de las aguas fué el "directo"; para ello se utilizó una probeta graduada en milímetros de capacidad de un litro y un cronómetro.- Se hicieron varias medidas, tomando al final el promedio de ellas.

Construcción de Planos.

La construcción de planos tuvo como finalidad conocer la superficie en cultivo y la susceptible de ser cultivada, para establecer una relación con el agua disponible para riego y hacer así una distribución racional de la misma. Para estos trabajos se utilizó un teodolito marca Gurley de un minuto de aproximación en los círculos vertical y horizontal, dos balizas de 2.50 M. y un estadal centesimal de 4 M.

El método seguido fué el de ángulos internos, anotándose el rumbo magnético de cada línea para comprobar los valores angulares leídos directamente. Se orientó una sola de las líneas de uno de los polígonos para el cálculo del rumbo astronómico y la declinación magnética. La longitud de las líneas de los polígonos se midió con estadal haciendo dos lecturas, una directa y otra inversa, anotando como aceptable el promedio de ellas.

Para complemento de los planos se localizaron los detalles más importantes, tales como edificios, arroyos, acequias, vía del ferrocarril, norias, caminos, etc.

Mapa Topográfico.

Con el fin de utilizar las aguas de temporal se está construyendo la presa "Buenavista", al poniente de la Escuela, aprovechando el terraplén existente de la antigua vía del ferrocarril para situar la cortina. Para el levantamiento del vaso de dicha presa se llevó un polígono cerrado con tránsito y estadía por el método de ángulos internos, procurando seguir el nivel de la curva de embalse más elevada, de acuerdo con el proyecto.

El control vertical o sea la nivelación de los vértices del polígono anterior se hizo con un nivel Dumpy, siendo su objeto determinar las cotas correspondientes a cada uno de los vértices, los cuales sirvieron posteriormente para la configuración del vaso y como puntos de apoyo para el mismo fin.

En hojas de plancheta se dibujó por el método de coordenadas el control horizontal y vertical para proceder a la configuración del vaso, con el fin de determinar las curvas de nivel del terreno. Este estudio tuvo como finalidad hacer un cálculo aproximado de la capacidad del vaso.

Utilizando la plancheta se construyó el mapa topográfico, siguiendo el método de localización de puntos, el cual consiste en fijar puntos de cota redonda. Este método tiene la ventaja de que suministra desde luego puntos que facilitan hacer el trazo de las curvas en el dibujo.

Una vez que se tuvo el mayor número de puntos de cota redonda

da, se procedió al trazo de las curvas de nivel en el plano definitivo. En este plano se determinó el área correspondiente a cada curva de nivel utilizando el planímetro; y los volúmenes entre dos curvas de nivel consecutivo se obtuvieron multiplicando las semisumas de las dos áreas por la diferencia de elevación entre una curva y la otra.

La fórmula general es:
$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} h,$$

donde:

V = volumen

A_1 y A_2 = áreas de dos curvas consecutivas,

h = diferencia de elevación.

Cada resultado obtenido se determina como volumen parcial, y la suma de los volúmenes parciales da el volumen total, o sea la capacidad del vaso hasta la elevación que se haya elegido, de acuerdo con el proyecto.

RESULTADOS.

De los aforos efectuados se obtuvieron los siguientes resultados. 157.44 litros por segundo.

Manantial de Angostura. El gasto que se obtuvo al efectuar la medida de las aguas con vertedor rectangular fué de 13.5 litros por segundo.

Manantial de Buenavista. El aforo se efectuó por el método directo, dando un gasto de 0.56 litros por segundo.

Manantial situado junto a la alberca. La medida de estas aguas se efectuó por el método directo y el gasto fué de 0.43 litros por segundo.

Noria situada en la Huerta. Estas aguas se aforaron con un vertedor triangular. El gasto obtenido fué de 8.4 litros por segundo.

Noria situada junto a la alberca. Las aguas de esta noria se midieron por el método de coordenadas y el gasto obtenido fué de 3.27 litros por segundo.

Noria situada junto al camino antiguo. El gasto, obtenido en forma estimativa, fué de 12 litros por segundo.

Arroyo de El Bajío. Las aguas broncas que corren por el cauce de este arroyo en época de lluvias, se midieron por el método de la pendiente hidráulica, considerando las huellas que dejan en la época de la máxima creciente. El gasto que se obtuvo fué de 38.23 metros cúbicos por segundo.

Aguas que utilizó el Municipio de Saltillo. La medida de estas aguas se efectuó por medio de flotadores; el gasto obtenido fué de 157.44 litros por segundo.

La capacidad de la Presa "Buenavista", calculada por el método descrito en el capítulo anterior, fué de 95,092.531 metros cúbicos, considerando este volumen hasta la curva 14.

Las superficies obtenidas al hacer el cálculo de los levantamientos topográficos, fueron las siguientes:

Area de El Bajío -----	50 H	16 A	94.6 M2.
Area de La Joya -----	1 H	34 A	18.6 M2.
Area de La Antigua Hortaliza y Terrenos Adyacentes -----	6 H	51 A	17.9 M2.
Area de la Huerta y Terrenos Adyacentes -----	27 H	72 A	44.5 M2.

A continuación se resumen en dos cuadros los resultados anteriores.

Inventario Hidrológico

Origen	Localización	Gasto M3/seg
Manantiales	1. Angostura -----	0.01350
	2. Buenavista -----	0.00056
	3. Junto a la alberca ----	0.00043
Norias	1. Huerta -----	0.00840
	2. Junto a la alberca ----	0.00327
	3. Junto al camino antiguo	0.01200
Aguas broncas	1. Arroyo de El Bajío ----	38.23000
Total		38.26816
	Presa de "Buenavista" ----	95,092.531 M3

DISCUSION.

Inventario Agrológico.

Terrenos	Areas
El Bajío -----	50 H 16 A 94.6 M2
La Joya -----	1 H 34 A 18.6 M2
Antigua hortaliza y terrenos adyacentes -----	6 H 51 A 17.9 M2
Huerta y terrenos adyacentes -----	27 H 72 A 44.5 M2
Total -----	85 H 74 A 75.2 M2

En años pasados, el agua disponible era un poco mayor, según lo demuestran algunos aforos practicados en los años de 1948 y 1949. El gasto del manantial situado junto a la alberca, cuando se afectó un aforo en el año de 1948, fué de 5.66 lt/seg., y el obtenido en 1949 del manantial de Angostura fué de 27.0 lt/seg. Comparando estos gastos con los actuales se observa una diferencia muy notable: en el caso del manantial situado junto a la alberca ha habido una disminución de 4.63 lt/seg. y en el manantial de Angostura, de 13.5 lt/seg.

Entre las causas que han originado las disminuciones del agua pueden mencionarse la perforación de pozos que ha tenido haciendo el Municipio de Apiztlan en los terrenos de la propia Escuela, los cuales perforaciones han ocasionado la disminución

DISCUSION.

La cantidad de tierras aptas para cultivo con que cuenta la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" es de 85 H, 74 A, 75 M2. Estableciendo una relación numérica entre esta superficie y el agua de que actualmente se dispone, que es de 15.33 litros por segundo, ya que los 3.27 litros por segundo de la noria situada junto a la alberca se utiliza para el servicio de los edificios, corresponde a cada hectárea solamente 0.18 litros por segundo, cantidad evidentemente insuficiente ya que se considera que 1 litro por segundo puede regar una hectárea de terreno.

En años pasados el agua disponible era un poco mayor, según lo demuestran algunos aforos practicados en los años de 1948 y 1949. El gasto del manantial situado junto a la alberca, cuando se efectuó un aforo en el año de 1948, fué de 5.06 lt/seg., y el gasto obtenido en 1949 del manantial de Angostura fué de 27.0 lt/seg. Comparando estos gastos con los actuales se observa una diferencia muy notable: en el caso del manantial situado junto a la alberca ha habido una disminución de 4.63 lt/seg. y en el manantial de Angostura, de 13.5 lt/seg.

Entre las causas que han originado las disminuciones del agua pueden mencionarse la perforación de pozos que ha venido haciendo el Municipio de Saltillo en los terrenos de la propia Escuela, las cuales perforaciones han ocasionado la desviación

de las corrientes subterráneas que antes eran más o menos constantes en los manantiales. Otra de las causas que puede citarse es la disminución de la precipitación pluvial en los últimos años. (Ver Gráfica de Precipitaciones).

Refiriéndonos en particular a los terrenos de El Bajío para remediar en parte el problema de la escasez de agua de irrigación, se planeó la construcción de la Presa "Buenavista", cuyo vaso tendrá una capacidad de 95,092.531 metros cúbicos. Las aguas que almacene se emplearán para regar dichos terrenos.

Considerando que los cultivos que vayan a implantarse necesitan un coeficiente de riego de 10 cm. y un promedio de 10 riegos anuales, la cantidad de agua necesaria por año y por hectárea sería de: $0.10 \times 10 \times 10,000$ igual a 10,000 metros cúbicos.- De acuerdo con lo anterior el número de hectáreas que será posible regar con la presa es igual a $95\,092.531 / 10,000$, igual a 9.5092 hectáreas, asumiendo que la presa vaya a llenarse una sola vez, pues si se llenara dos o tres veces el número de hectáreas irrigables aumentará al doble o triple de la cifra citada.

El Bajío tiene una superficie de 50 H, 16 A, 94.2 M2. Restándole las 9 H, 50 A, 92 M2 que se van a regar con la presa quedaría sin riego una superficie de 40 H, 66A, 02 M2; pero como la Escuela aprovecha el 40 por ciento de las aguas del manantial de Angostura, o sea el equivalente de 5.4 lt/seg., entonces la superficie sin riego se reduciría a 35 H, 26 A, 02M2.

Para poder irrigar esta superficie se sugiere la construcción de otra presa en el arroyo de El Bajío, para aprovechar las aguas broncas que corren por su cauce en la época de lluvias y que, según el aforo efectuado, tiene un gasto de 38.23 metros cúbicos por segundo en la época de la máxima avenida.

El canal que conducirá las aguas de la Presa "Buenavista" a los terrenos de El Bajío tendrá una longitud aproximada de 1 kilómetro. Para evitar las pérdidas por infiltración en el trayecto es indispensable el revestimiento de las paredes del canal.

Las aguas que conduce el canal de Angostura se pierden en una gran parte debido a fuertes infiltraciones y a desviaciones intencionales. Esto puede remediarse entubando el agua, lo cual traería como consecuencia un aprovechamiento íntegro del gasto disponible.

La pileta que está junto a la lavandería almacena las aguas del manantial situado junto a la alberca, y cuyo gasto actual es de 0.43 lt/seg. Estas aguas se han utilizado para riego en los terrenos de La Joya y de la antigua hortaliza, y para aprovecharlas en una forma más efectiva se sugiere utilizarlas exclusivamente para el riego de la antigua hortaliza. Sería así mismo conveniente unir estas aguas con las del manantial de Buenavista, cuyo gasto es de 0.56 lt/seg., para aumentar el gasto disponible a 0/99 lt/seg.

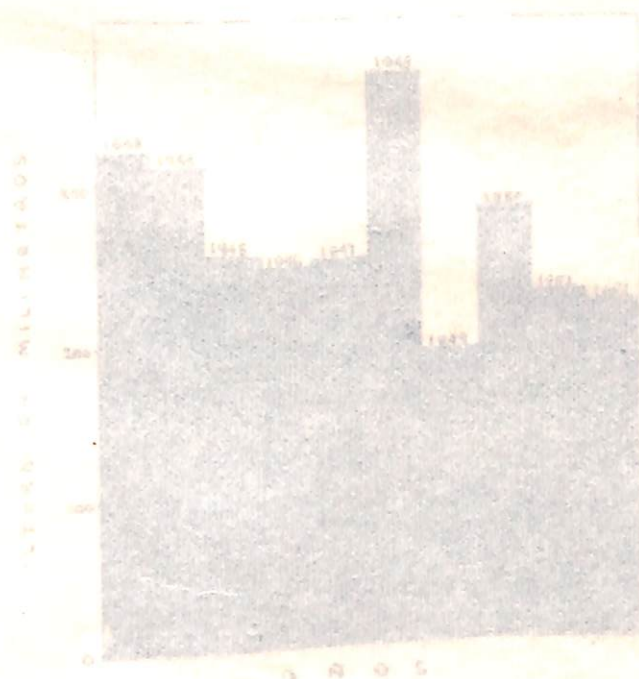
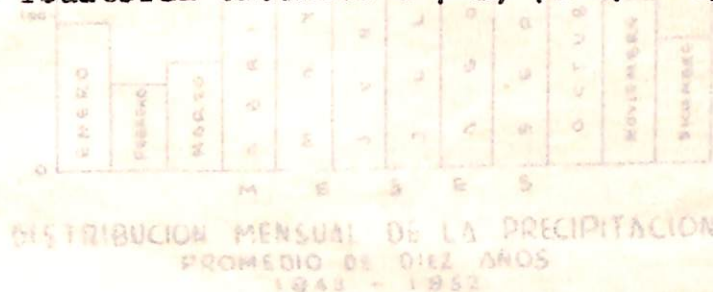
La superficie de la antigua hortaliza es de 2 H, 18 A, 31.9 M2., de las cuales podrá regarse solamente 1 hectárea con los 0.99 lt/seg. de que se dispone, quedando por lo tanto sin riego 1.2 hectáreas. Los terrenos adyacentes a la antigua hortaliza han dejado de cultivarse por la falta de agua de riego. Se considera que sería posible introducirlos nuevamente al cultivo aprovechando las aguas negras, las cuales no podrían utilizarse en la forma actual dada la dificultad que presentan para su manejo; podrían en cambio aprovecharse construyendo una fosa séptica en toda forma, cuyas finalidades serían clarificar esas aguas y resolver un problema de sanidad que siempre ha existido en la Escuela.

La superficie de los terrenos adyacentes a la antigua hortaliza es de 4 H, 32 A, 86 M2, de las cuales solamente podrá irrigarse una hectárea ya que el gasto aproximado de las aguas negras es de 1 lt/seg.

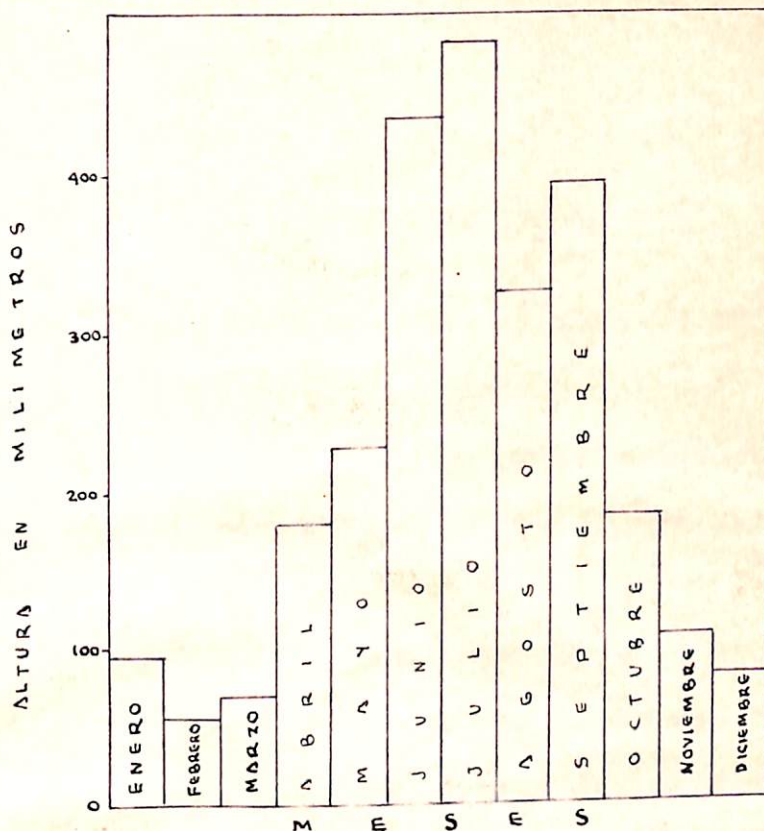
Como anteriormente se expresó, el Municipio de Saltillo ha venido perforando pozos en los terrenos de la Escuela con el fin de abastecer de agua a la ciudad. Para compensar en parte las pérdidas de agua que por esta causa ha venido sufriendo la Escuela, la Oficina de Recursos Hidráulicos perforó un pozo junto al camino antiguo, cuyo gasto será de 12 lt/seg., y que quedará a disposición de la Escuela.

La huerta y terrenos adyacentes, cuya superficie es de 27 H, 72 A, 44.5 M2., se han estado irrigando actualmente con las a

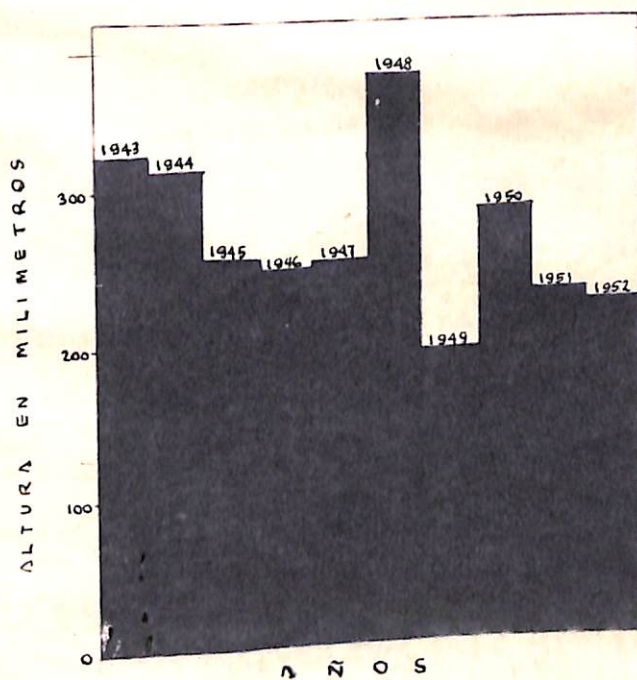
guas de la noria que se encuentra en la huerta y cuyo gasto es de 8.4 lt/seg. Con esta agua únicamente han podido regarse 8 hectáreas, quedando sin riego 19 H, 72 A, 44.5 M2. Si se tiene en consideración que al ponerse en servicio el pozo cedido a la Escuela por la Oficina de Recursos Hidráulicos, podrán irrigarse 12 hectáreas más, con lo que el número de hectáreas sin riego se reduciría entonces a 7 H, 72 A, 44.5 M2.



DISTRIBUCION ANUAL DE LA PRECIPITACION
PROMEDIO DE DIEZ AÑOS
1943 - 1952



DISTRIBUCION MENSUAL DE LA PRECIPITACION
 PROMEDIO DE DIEZ AÑOS
 1943 - 1952



DISTRIBUCION ANUAL DE LA PRECIPITACION
 PERIODO DE DIEZ AÑOS
 1943 - 1952

Datos Proporcionados por el Observatorio Meteorológico del "Ateneo Fuente", Saltillo, Coah..

CONCLUSIONES.

1. Las aguas con que cuenta la Escuela son insuficientes para regar los terrenos de cultivo.
2. La Presa "Buenavista" no podrá solucionar el problema del riego de los terrenos de El Bajío, ya que únicamente irrigará 9.5 hectáreas.
3. La irrigación de todos los terrenos de El Bajío será posible construyendo otra presa, en el arroyo del mismo nombre, para hacer un buen aprovechamiento de las aguas broncas que por él circulan en la época de lluvias.
4. Es necesario entubar el agua del manantial de Angostura para evitar las pérdidas por infiltración y desviaciones intencionales.
5. El canal que conducirá las aguas de la Presa "Buenavista" a los terrenos de El Bajío, resultará más eficiente si se revisten sus parades para evitar las pérdidas por infiltración.
6. Para irrigar en forma más satisfactoria los terrenos de la antigua hortaliza es necesario unir las aguas del manantial de Buenavista y del que se encuentra junto a la alberca.
7. Es posible la irrigación de los terrenos adyacentes a la antigua hortaliza utilizando a las aguas negras, para lo cual sería conveniente construir una fosa séptica que tendría dos finalidades: clarificar dichas aguas para facilitar su manejo, y resolver el problema sanitario existente en la Escuela.

8. La huerta y los terrenos adyacentes podrán disponer de riego más efectivo cuando principie a bombearse el agua del pozo cedido a la Escuela por la Oficina de Recursos Hidráulicos.

Para "la zona sur", condeja el autor del presente trabajo a la realización de un breve estudio hidroológico de los mismos terrenos, con el fin de aprovechar racionalmente las fuentes de agua disponibles. Los métodos usados para hacer los diversos aflores fueron los siguientes: vertederos, flujómetros, coordenadas, perfiles hidráulicos, y el método directo; obteniéndose un gasto de 1.5 litro por segundo de 18.33 litros por segundo.

El estudio topográfico de los terrenos se hizo por el método de triangulación, para el tránsito y estudio, y para la elaboración del plano de la zona "Eucarieta" se usó la planimetría, siguiendo el método de localización de puntos. Estableciendo una relación numérica entre la cantidad de tierras aptas para el cultivo con que cuenta la Escuela, que suman 85 H. 74 A. 10.3 M², y el gasto total disponible mencionado, corresponde a 1.5 litro por segundo de 18.33 lit/seg., asumiendo que una hectárea puede regarse con 1 lit/seg.

El estudio del canal particular de la zona, cuya superficie es de 85 H. 15 A. 94.2 M², para resolver en parte el problema de riego de la zona "Eucarieta" cuyo volumen de agua es de 1.5 litro por segundo de 18.33 lit/seg. Este volumen de agua es suficiente para regar una lámina anual de 1.5 litro por segundo de 18.33 lit/seg.

RESUMEN.

La necesidad de agua para satisfacer la irrigación de los terrenos para usos agrícolas de la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", condujo al autor del presente trabajo a la realización de un breve estudio hidrológico de los mismos con el fin de aprovechar racionalmente las fuentes de agua disponibles. Los métodos usados para hacer los diversos afloramientos fueron los siguientes: vertedores, flotadores, coordenadas, pendiente hidráulica, y el método directo; obteniéndose un gasto total utilizable de 15.33 litros por segundo.

El levantamiento topográfico de los terrenos se hizo por el método de ángulos internos usando tránsito y estadia, y para la configuración del vaso de la Presa "Buenavista" se usó la plancheta siguiendo el método de localización de puntos. Estableciendo una relación numérica entre la cantidad de tierras aptas para el cultivo con que cuenta la Escuela, que suman 85 H, 74 A y 75.2 M²., y el gasto total disponible mencionado, corresponde a cada hectárea 0.18 lt/seg., asumiendo que una hectárea puede ser regada con 1 lt/seg.

Observando el caso particular de El Bajío, cuya superficie asciende a 50 H, 16 A, 94.2 M²/, para remediar en parte el problema del riego se ideó construir la Presa "Buenavista" cuyo vaso tendrá una capacidad de 95 092.531 metros cúbicos. Este volumen podrá irrigar 9.5 hectáreas, asumiendo una lámina anual

de un metro por hectárea. Tomando en cuenta los 5.4 lt/seg. que aprovecha la Escuela del manantial de Angostura, el número de hectáreas irrigables aumenta a 14.9; y para el riego de las restantes se sugiere construir otra presa en el arroyo del mismo nombre, aprovechando las aguas broncas.

Para aprovechar íntegramente las aguas del manantial de Angostura es indispensable entubarlas para evitar las pérdidas debidas a infiltraciones y a desviaciones intencionales. Con este mismo fin también es conveniente revestir las paredes del canal que conducirá las aguas de la Presa "Buenavista" a los terrenos de El Bajío.

Uniendo las aguas del manantial de Buenavista y las del que se encuentra junto a la alberca, podría aumentarse la superficie irrigable de la antigua hortaliza.

El riego de los terrenos adyacentes a la antigua hortaliza se podría realizar utilizando las aguas negras de la Escuela, siendo necesario construir una fosa séptica que resolvería al mismo tiempo el problema sanitario de la Escuela.

Al ponerse en servicio la noria cedida a la Escuela por la Oficina de Recursos Hidráulicos, podrá aumentarse el área irrigable de la huerta y de los terrenos adyacentes.

AUTORES CONSULTADOS.

1. Raymond, D. E., and Foote, F. S., 1940. Surveying Theory and Practice, New York.
2. Raggio, J. L., 1947. Hidráulica Agrícola, Buenos Aires.-
3. González Quijano, M., 1922. Hidrologia General Agrícola, Madrid.
4. Ramírez Narro, L., 1948. Estudio Hidrológico en Buenavista, Tesis Profesional.
5. Rubey, H., Lommel, E., Wesley T. D., 1942. Engineering Surveys: Elementary and Applied, New York.
6. Toscano, R., 1929. Manual de Hidromensura, México.
7. Yeverino Espinosa, A., 1949. Aguas de Angostura. Tesis Profesional.