

19  
29



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA**

**TESIS DONADA POR  
D. G. B. - UNAM**

**EFFECTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR LA  
CONTAMINACION DEL AGUA EN EL MUNICIPIO  
DE TULA DE ALLENDE, HGO.**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA  
P R E S E N T A :  
GRACIELA MARTINEZ ROSALES**

**MEXICO, D. F.,**

**1982**



**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# C O N T E N I D O

	Pág.
Indice de mapas, cuadros y figuras	4
Prólogo	7
CAPITULO I	
1.1. Antecedentes geográficos	10
1.2. Antecedentes históricos	25
CAPITULO II. AGUA BLANCA	
2.1. Concepto de agua potable y características que debe reunir.	28
2.2. Características del abastecimiento de agua potable en Tula, Hgo.	33
2.3. Análisis bacteriológico del agua potable	36
2.4. Limitantes para la potabilización del agua	41
2.5. Métodos de purificación del agua	42
CAPITULO III. AGUA NEGRA	
3.1. Antecedentes	44
3.2. Fuentes de abastecimiento de agua para riego en Tula, Hgo.	48
3.3. Control y administración de agua para riego en Tula, Hgo.	51
3.4. Clasificación de las aguas	55
3.5. Análisis físico-químico de aguas para riego	60
3.6. Proyectos hidráulicos	65
3.6.1. Rehabilitación del Distrito de Riego - del río Tula, O3	69
3.7. Otros usos del agua negra	70
3.8. Métodos de tratamiento de aguas negras	72
CAPITULO IV. SUELO.	
4.1. Antecedentes	75

	Pág.
4.2. Clasificación del suelo.Generalidades	77
4.3. Origen, génesis y morfología del suelo del Municipio.	78
4.4. Uso actual del suelo	82
4.5. Superficie del suelo y cultivos irrigados con agua negra	88
4.6. Análisis físico-químico-biológico de los suelos irrigados con aguas negras	90
4.7. Rendimientos	97
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	103
Bibliografía y fuentes	118
Apéndice	

INDICE DE:

	Pág.
a) <u>MAPAS</u>	
1.- Situación geográfica de Tula en el estado de Hidalgo	14
2.- Límites, coordenadas geográficas del Municipio	15
3.- Población y vías de comunicación	18
4.- Geología	19
5.- Hidrografía y Topografía	20
6.- Climas	22
7.- Ubicación de los canales de riego en el Municipio de Tula, Hgo.	47
8.- Localización general de las aguas negras	50
9.- Vías de comunicación del Distrito de Riego 03	54
10.- Plan Hidráulico del Centro	68
11.- Uso del suelo	83
b) <u>CUADROS</u>	
1.- Determinación del clima con el 2o. sistema de <u>Thornt waite</u>	23
2.- Disponibilidad de agua entubada y drenaje	35
3.- Límites permisibles de algunos metales en el agua de irrigación	57
4.- Clasificación de las aguas negras y blancas con fines de riego	58
5.- Caracterización media de las aguas empleadas para -- riego en el Distrito de Riego 03-Tula	59
6.- Clases de suelos	76
7.- Superficie de unidades de propiedad privada por tipo de tenencia	84
8.- Clasificación de las tierras	85
9.- Clasificación de las tierras de labor	86
10.- Variación y niveles promedio en las características físicas y químicas de los suelos del Distrito de Rie	

	Pág.
go 03-Tula	91
11.- Rendimientos medios obtenidos en el Distrito de Riego 03	97
12.- Superficie, producción y valor de las cosechas en el ciclo agrícola 1975-76	99
13.- Variación y promedio de contaminantes en los tejidos vegetales	113
14.- Variación y contenido promedio de los contaminantes en los suelos del Distrito de Riego	114
15.- Principales contaminantes en la zona de Tula	115
16.- Incidencia de enfermedades en el estado de Hidalgo en 1979	130
17.- Enfermedades transmisibles por causa en 1977-1979	131
18.- Principales causas de la mortalidad general en Tula en 1977	132
19.- Principales causas de la mortalidad general en Tula en 1978	133
20.- Principales causas de la mortalidad general en Tula en 1979	135
21.- Principales causas de morbilidad general en Tula en 1979	137
c) <u>ANEXOS.</u>	
1.- Integración territorial de Tula, Hgo.	16
2.- Análisis bacteriológico de Tula, Fcosas Bojay, Mixquihuala y El Llano, Hgo.	38
3.- Análisis físico-químico de San Francisco Bojay	39
4.- Análisis físico-químico de Tula de Allende	40
5.- Análisis del agua de drenes del Distrito de Riego	61
6.- Análisis físico-químico de aguas para riego(PEMEX)	62
7.- Análisis físico-químico de aguas para riego(Emisor)	63
8.- Análisis físico-químico de aguas para riego(Endhó)	64
9.- Análisis físico-químico del suelo de Santa Ana Ahuehuepan (de 0 a 30 cm. de profundidad)	92

	Pág.
10.- Análisis físico-químico del suelo de Santa Ana Ahuehuepan (de 30 a 60 cm.de profundidad)	93
11.- Análisis físico-químico del suelo de Francisco Bojay (de 0 a 30 cm. de profundidad)	94
12.- Análisis físico-químico del suelo de Francisco Bojay (de 30 a 60 cm. de profundidad)	95
13.- Análisis físico-químico del suelo de Francisco Bojay (de 60 a 90 cm. de profundidad)	96

d) GRAFICAS Y FIGURAS.

1.- Temperatura período 1978-1980 en Tula, Hgo.	21
2.- Promedio de precipitación pluvial en la zona Tula en 1978-1980.	24
3.- Esquema de un filtro lento de arena	127
4.- Diagrama de flujo de un clorador	128
5.- <del>Vistas</del> de una planta de tratamiento de agua negra -- por el sistema de los lodos.	129
6.- Incidencia de enfermedades en el estado de Hidalgo_ en 1979	130
7.- Gráficas de la mortalidad general por grupos de edad	134
8.- 10 principales causas de enfermedades transmisibles en 1978	
9.- Gráfica comparativa de nacimientos con defunciones_ en 1979	138

## P R O L O G O

Cuando se realiza un trabajo de investigación se debe efectuar con interés, entusiasmo y dedicación, a fin de que resulte positivo, porque en el camino existen demasiados obstáculos que de ninguna manera deben hacernos sentir cansados o derrotados.

Este estudio fue una de esas labores que se encuentran con muchos impedimentos por parte de las personas que poseen información coherente a la búsqueda. Sin embargo, también existen alicientes que motivan al estudiante a hacer trabajos de mayor calidad por el interés y apoyo que otorgan.

Uno de esos obstáculos fue el encontrar una bibliografía atrasada, escasa, nula o incompleta y la mejor inaccesible para el público. Este fue uno de los impedimentos que avivaron mi interés para realizar el estudio en una zona donde sólo había escuchado decir que era la "Fosa séptica más grande de México", por ser la receptora de las aguas negras de la Ciudad de México.

En un principio pensé en dedicarme al estudio de la utilización de las aguas negras en la agricultura y conforme fui adentrándome más en el tema me maravillé al darme cuenta que Tula es un lugar donde pueden efectuarse muchos estudios profundos no sólo de interés cultural, sino científico-sociales; de manera que pronto constaté que mi trabajo tendría mayor utilidad al observar que las aguas negras como contaminante no estaban actuando solas en cuanto a producir efectos ambientales en la zona, sino que el "agua potable" tenía su parte, ya que no estaba siendo tratada y esto fue en definitiva lo que me convenció el cambiar el punto de vista de mi trabajo, ampliándolo, pues el agregar la intervención del agua blanca estaba plenamente justificado por -

la utilidad del mismo, no obstante que sabía de antemano que -- los obstáculos que tenía que vencer serían mayores, pero que es-- tarían compensados al presentar los resultados.

Y así fue; tuve que superar muchos inconvenientes de in-- formación por parte de algunas instituciones, pero afortunada-- mente conté con la valiosa cooperación de personas dispuestas a ayudar a los estudiantes.

La metodología empleada en este estudio fue la siguiente:

a) Fuentes Directas a base de encuestas, entrevistas y -- trabajo de campo.

b) Fuentes Indirectas: Boletines, revistas, libros de tra-- bajos especializados o temáticos, material cartográfico.

c) Orientaciones Personales de maestros, compañeros y fa-- miliares.

Son muchas las personas que cooperaron en la elaboración\_ de este trabajo y a quienes agradezco su confianza y colabora-- ción:

Sr. Ing. Francisco de la Rosa, Jefe de Operación y Desarro-- llo del Distrito de Riego 03 de la Secretaría de Agricultura y\_ Recursos Hidráulicos;

Sr. Edmundo Rangel, Administrador de la Comisión de Servi-- cios Públicos de Agua Potable en Tula;

Sr. Dr. Héctor A. Bonilla, Director de los Servicios Coor-- dinados de Salud Pública en el Estado de Hidalgo(Tula) de la Se-- cretaría de Salubridad y Asistencia Pública, que autorizara los análisis físico-químicos del agua potable y que por falta de -- tiempo no pudieron ser ejecutados; además al personal adminis-- trativo que facilitó datos estadísticos;

Maestro en Ciencias Sergio Palacios y al propio Instituto de Geología, por la elaboración de los análisis bacteriológicos

de agua, así como a los investigadores que me orientaron; especialmente al biólogo Teodoro Méndez García y la química Guadalupe Villaseñor;

Comisión Federal de Electricidad en Tula que me permitiera conocer sus instalaciones destinadas al tratamiento de aguas negras;

Sr. Director de la Escuela Primaria Venustiano Carranza y maestros;

Sra. Directora de la Escuela Primaria Amado Nervo y profesores del turno vespertino en el municipio de Mixquiahuala, Hgo.;

Sr. Subdirector y profesores de la Escuela Secundaria Federal Tollán en la ciudad de Tula;

A mi compañero y amigo Enrique Torres Andrade, que elaborara el material cartográfico e hiciera los levantamientos faltantes;

Al Maestro en Geografía, Jesús Gómez González, quien me brindara su apoyo durante todo el trabajo, dándome atinadas orientaciones;

A mi asesor, Licenciado Mauricio Aceves García, persona dinámica, capaz y estusiasta que hiciera posible la terminación de este estudio por sus sabios consejos y apoyo moral;

A mi familia, donde todos mis hermanos tuvieron parte importante, principalmente a mi madre;

Y a todas las personas que de alguna manera intervinieron.

## CAPITULO I.

### 1. ANTECEDENTES GEOGRAFICOS.

Tula de Allende, se encuentra localizada al suroeste del Estado de Hidalgo y a 94 kilómetros de la Ciudad de México. Su altura es de 2,033 metros sobre el nivel del mar. (Mapa 1)

La zona de estudio tiene como límites principales: al norte el municipio de Tepetitlán, al sur Tepeji del Río, al oriente Tezontepec de Aldama, Tlaxcoapan y Atitalaquia y al poniente el Estado de México. (Mapa 2)

El Municipio<sup>+</sup> cuenta con una extensión territorial de 305.8 Km<sup>2</sup>, estando integrado por ciudades, pueblos colonias, etc. (Anexo 1, mapa 3).

El material geológico que se generaliza en la zona de estudio es principalmente de origen ígneo extrusivo e intrusivo ácido, producto de la actividad volcánica de la Cordillera Neovolcánica, caracterizado el primero, en orden de importancia, por basalto, toba y brecha volcánica. También existe material sedimentario de origen marino antiguo, cuyas edades varían desde el jurásico hasta el reciente, el que atendiendo a su naturaleza puede ser de sedimentación mecánica y comprende areniscas margosas de diversos granos, conglomerados de pequeños y medianos elementos y pizarras compactas en gruesos bancos y pizarras calizas que a veces se cargan de arcilla para pasar a pizarras margosas (arcillas carbonatadas) y lutitas del cretáceo y principios del cenozoico.

Existen materiales de acarreo del cenozoico superior como arenas, gravas, limos, los que han dado origen a los dos principales tipos de suelo; el aluvial y residual. (Mapa 4)

<sup>+</sup>El Municipio de Tula, Hgo., se creó en el año de 1895 y desde 1921 se le llamó Tula de Allende.

El relieve del Municipio corresponde a una planicie descendiendo ligeramente hacia el noroeste hasta llegar a 1990 metros de altitud en el municipio de Mixquiahuala; naturalmente - en los alrededores de Tula se observan lugares más elevados, sin embargo dentro del Municipio no existen elevaciones de importancia.

La hidrología de Tula se encuentra representada por el río Tula, afluente del Moctezuma, el cual tiene como tributarios más importantes a los ríos Tepeji, El Salto, Tlautla (o Coscomate), Rosas y el Salado. El río Tula recibe los desagües de la cuenca del Valle de México y fertiliza una importante zona al suroeste del Estado en la región conocida como Valle del Mezquital. (Mapa 5)

Como se puede observar en el mapa de climas, en el Municipio se localizan dos climas: seco estepario (BS) y templado con lluvias en verano (Cw) con temperaturas medias de  $16.6^{\circ}$  y oscilaciones térmicas de  $6.7^{\circ}\text{C}$ , entre enero y mayo, siendo éstos los meses más fríos y calientes, respectivamente, registrándose de marzo a noviembre niveles superiores a los  $15^{\circ}\text{C}$ . La temperatura mínima varía de  $3.3^{\circ}\text{C}$  en enero a  $11.8^{\circ}\text{C}$  en junio y agosto, siendo el promedio para el sector de  $8.5^{\circ}\text{C}$ . (Figura 1 mapa 6)

En los estudios agrológicos realizados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, el clima lo determinaron en base a observaciones meteorológicas de más de 30 años, utilizando el Segundo Sistema de Thorntwaite en la Estación de Tula, Hgo., durante el período 1941-1971. (Cuadro 1)

Las precipitaciones se manifiestan principalmente de mayo a octubre, con niveles superiores a los 56 mm.<sup>†</sup>, registrándose como promedio anual de 600 a 700 milímetros, pero debido a que la evaporación total es bastante fuerte el nivel freático

desciende considerablemente, lo que ocasiona que el clima sea semiseco, con otoño y primavera secos. Este régimen pluvial incierto e insuficiente hace que los cultivos sujetos al temporal se desarrollen con bajos rendimientos y nulos ocasionalmente. (Figura 2)

En la planicie de Tula son frecuentes las heladas, observándose hasta 82 días con heladas en un período que se extiende de septiembre a mayo generalmente.

También caen granizadas con cierta frecuencia que llegan a perjudicar los cultivos.

La vegetación natural de la zona está muy alterada debido a que ha sido sustituida por la agricultura, no obstante aún es posible encontrar especies representativas en laderas y serranías circundantes como Opuntias, características del Matorral Crasicaule, cardón (Lemaireocereus weberi), garambullo (Myrtillo cactus geometrizans) y viejitos (Cephalocereus senilis); Matorral Desértico Micrófilo en el que domina la Karwinskia; bosque natural latifoliado de encino<sup>++</sup> arbustivo y Juniperus y pastizales en sus tres tipos: natural, cultivado e inducido, resultado de un excesivo pastoreo. El bosque propiamente dicho, no existe. (Ver mapa Uso del Suelo, Capítulo IV)

<sup>+</sup>Datos correspondientes al año de 1980, proporcionados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

<sup>++</sup>El encino se encuentra extinguido como consecuencia de la inmoderada explotación a que ha sido sometido.

Fuentes: IEPES, Estado de Hidalgo, 1979

Anteproyecto de la Red Manual de Monitoreo Atmosférico en la zona Tula-Apasco. Subdirección de Evaluación y Análisis, 1980. S.S.A. México.

Geografía del Estado de Hidalgo. Secretaría de Economía

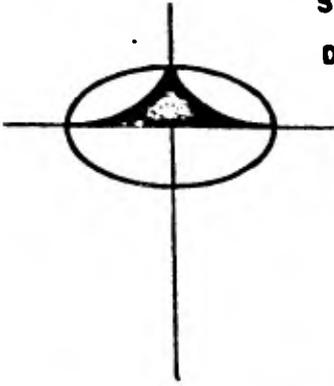
Nacional. México, D. F. 1939

Guías para la interpretación de cartografía. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.

Cartas temáticas DETENAL 1:50,000 y Defensa Nacional - 1:100,000.

La Flora del Valle de México. Oscar Sánchez Sánchez, - Editorial Herrero. México, 1979. pp.265-272

**SITUACION GEOGRAFICA DE TULA EN EL ESTADO  
DE HIDALGO.**

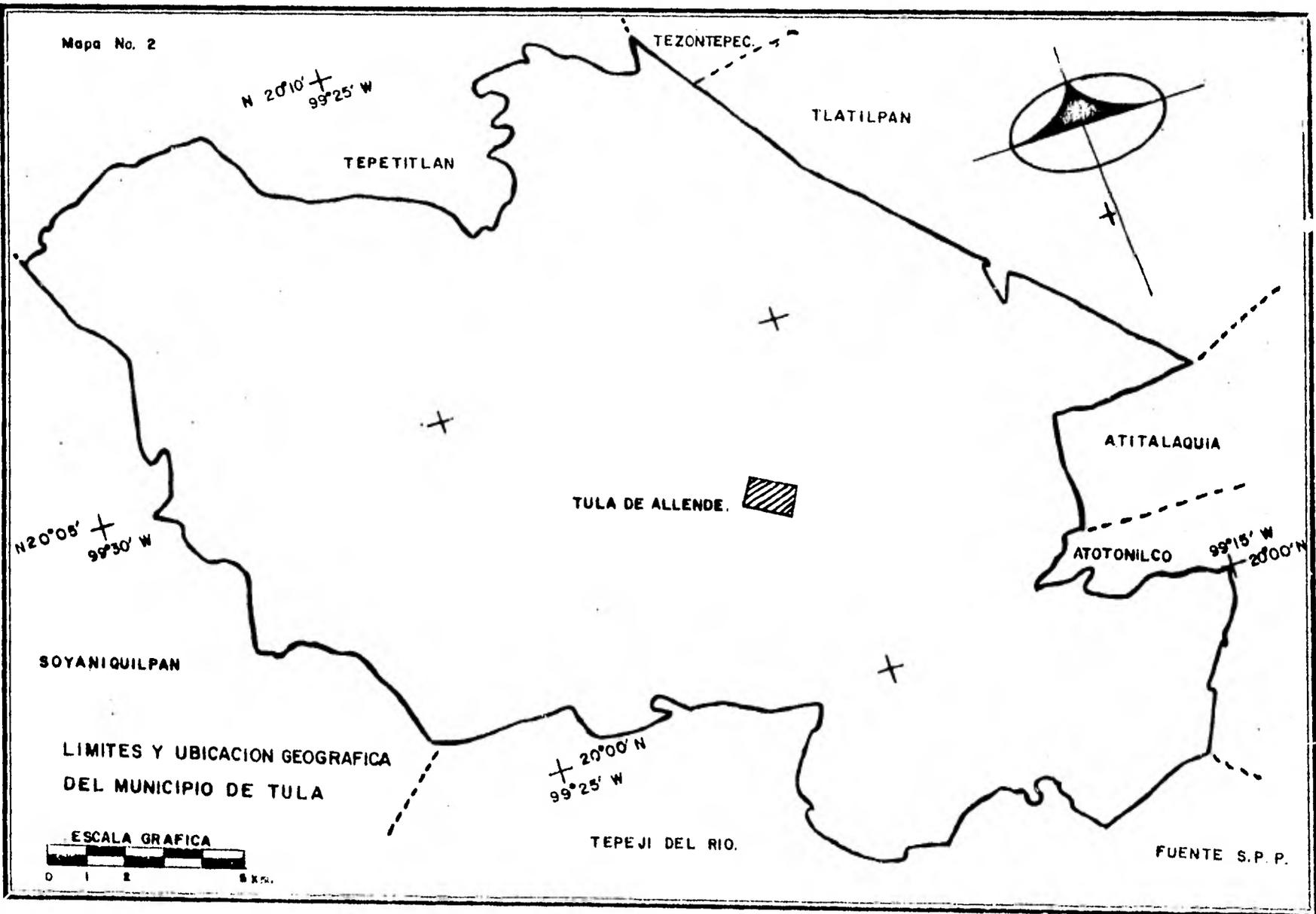


FUENTE S. P. P.

ESCALA 1:500000

Mapa No. 1

Mapa No. 2

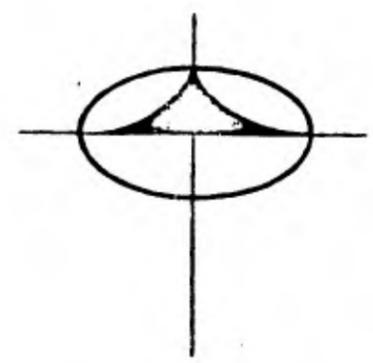
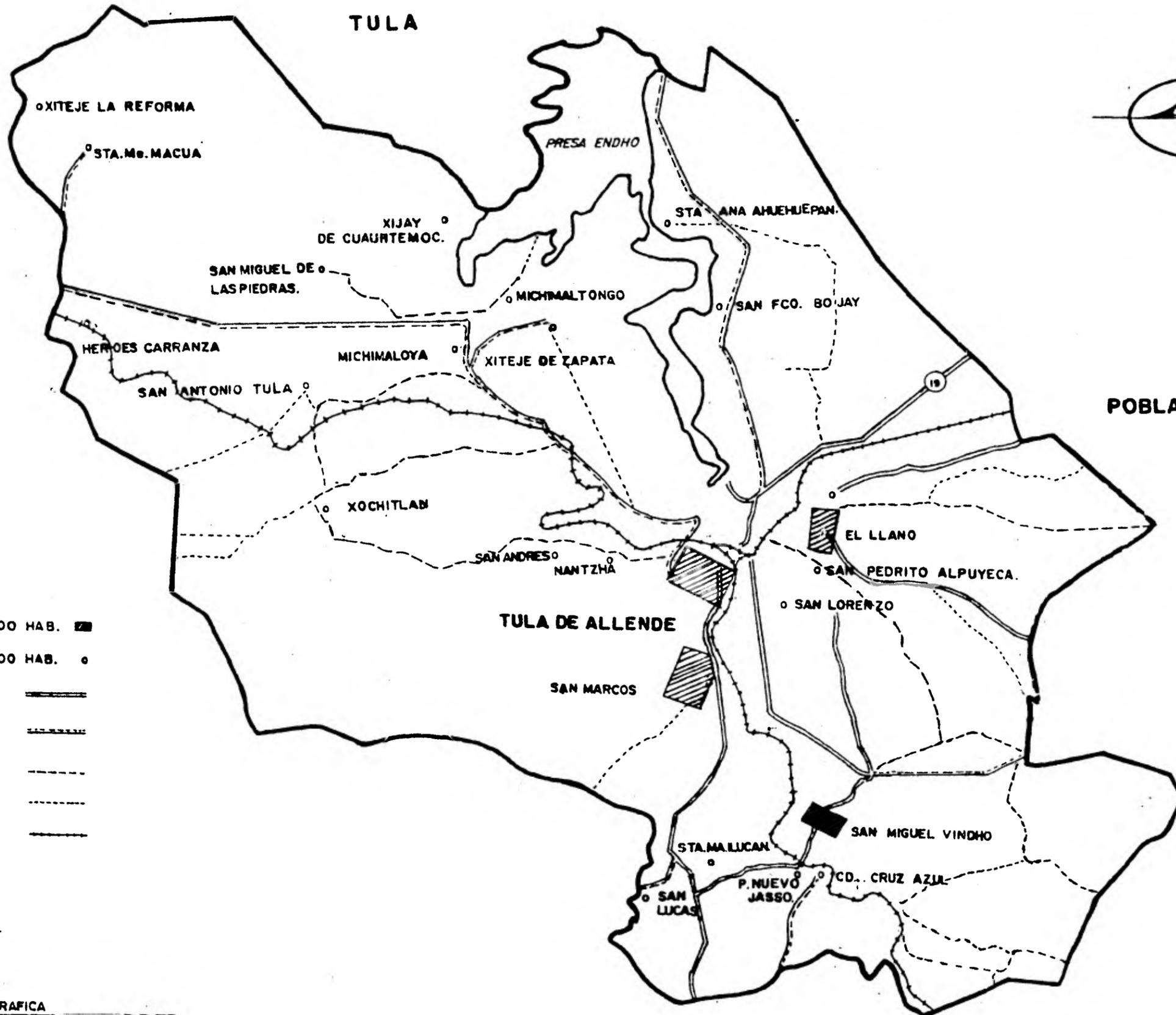


Anexo 1

<u>ENTIDAD, LOCALIDAD</u>	<u>CATEGORIA</u>	<u>NUM.HABITANTES</u>
Tula de Allende	Ciudad	11,063
Acoculco	Com. N. E.	196
C.Coop. Cruz Azul	Ciudad	656
Emiliano Zapata	Pueblo	428
Héroes de Carranza	Pueblo	388
I.Zaragoza	Pueblo	663
Julián Villagrán	Col. N. E.	190
Llano El	Pueblo	2,072
Michimaltongo	Barrio	148
Michimaloya	Pueblo	605
Minatitlán del Rey	Pueblo	1,361
Monte Alegre	Col. N. E.	427
Natzha	Barrio	817
Pueblo Nvo.Jasso	Pueblo	1,374
Reforma La	Pueblo	432
San Andrés	Pueblo	686
San Antonio Tula	Ranchería	120
San Francisco Bojay	Col. N. E.	536
San Francisco Bojay	Pueblo	245
San Lorenzo	Pueblo	891
San Lucas	Pueblo	529
San Marcos	Pueblo	5,055

San Miguel de las Pie- dras	Pueblo	1,043
San Miguel Vindho	Pueblo	2,181
San Pedrito Alpuyeca	Pueblo	887
Santa Ana Ahuehuepan	Pueblo	1,758
Santa Ma. Ilucan	Pueblo	1,323
Santa Ma. Macua	Pueblo	1,531
Teocalco	Com. N.E.	278
Tultenango	Col. N. E.	825
Xijay de Cuauhtémoc	Ranchería	146
Xochitlán	Pueblo	1,054

Fuente: Coordinación General de los Servicios Estadísticos de Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto al 19 de febrero de 1979 (Estadística Preliminar).



**POBLACION Y VIAS DE COMUNICACION .**

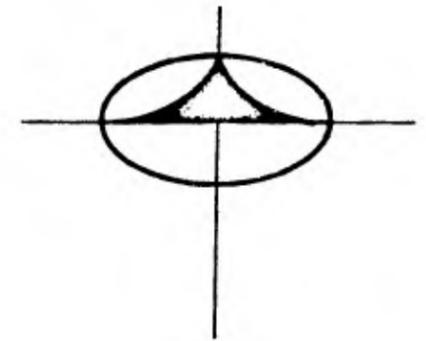
**Simbologia**

- LOC. DE MAS DE 2500 HAB.
- LOC. DE MENOS DE 2500 HAB.
- CARRETERA PAV
- TERRACERIA
- BRECHA
- VEREDA
- LINEA FERREA

FUENTE S. P. P.



# TULA



## GEOLOGIA

### Simbologia

#### Rocas igneos

INTRUSIVA ACIDA Igia

EXTRUSIVA BASICA Igpb

BASALTO B

TOBA T

BRECHA VOLCANICA Bv

#### Rocas sedimentarias

CALIZA Cx

LUTITA Lu

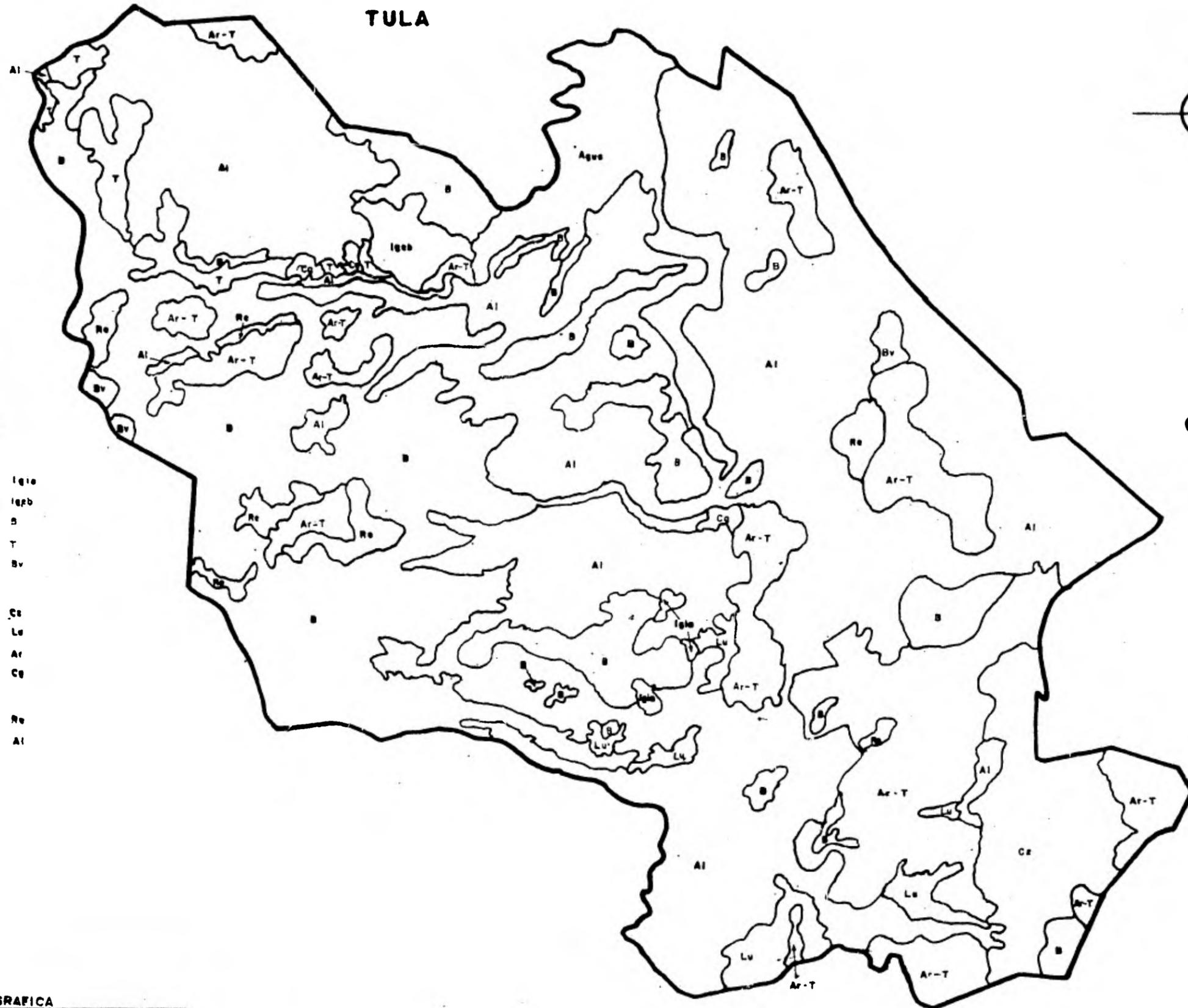
ARENISCA Ar

CONGLOMERADO Cg

#### Suelos

RESIDUAL Re

ALUVIAL Al

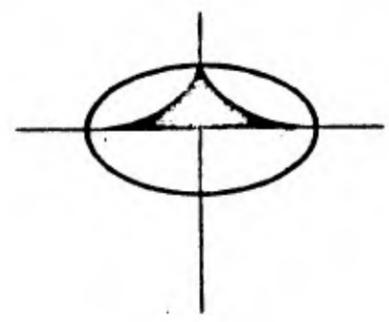
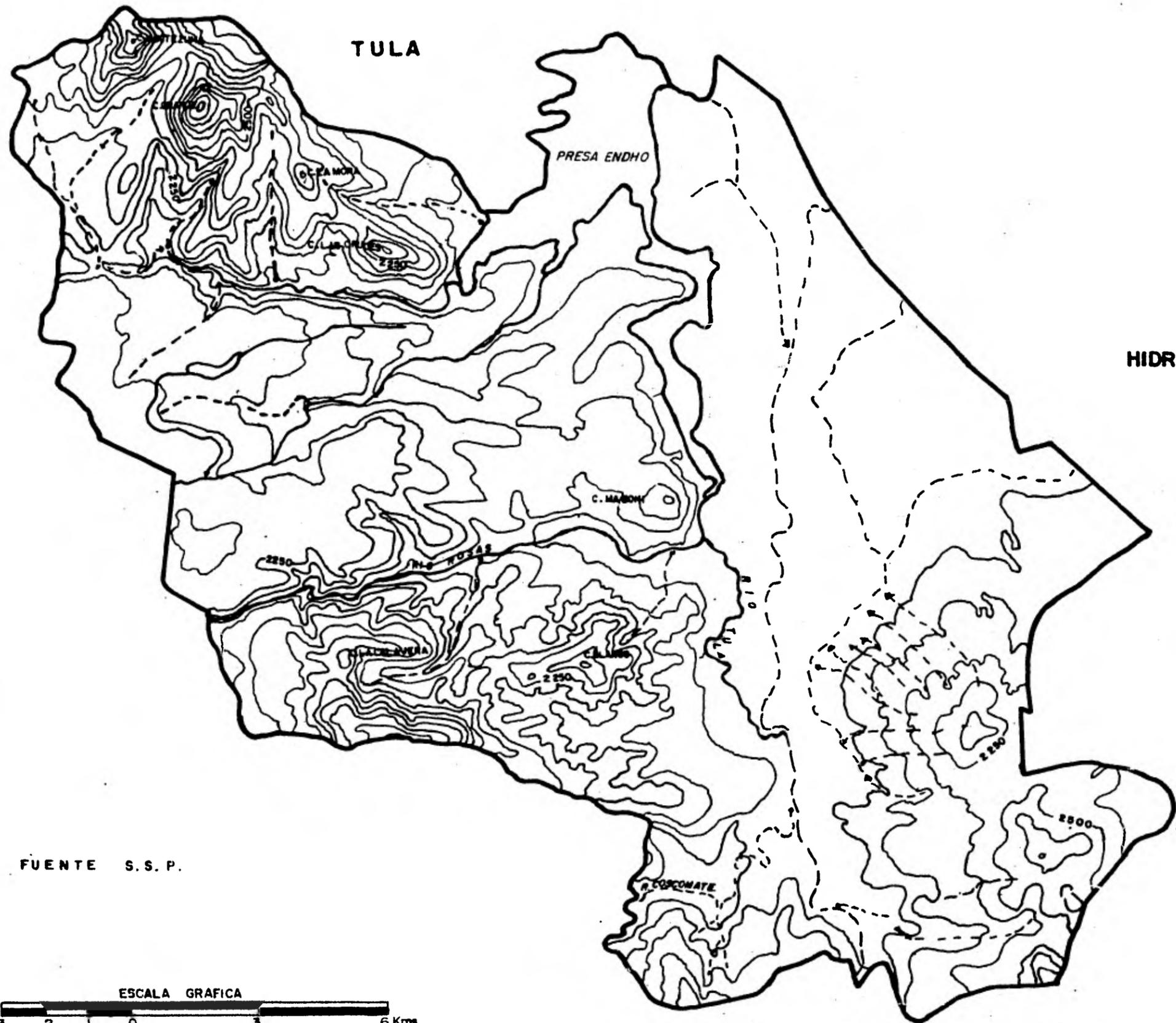


FUENTE S.P.P.

ESCALA GRAFICA



Mapa No. 4



**HIDROGRAFIA Y TOPOGRAFIA**

**Simbologia**

- CORRIENTE PERMANENTE
- C. INTERMITENTE
- ESCURRIMIENTO

Equidistancia entre curvas de nivel 50 m.

FUENTE S. S. P.



TEMPERATURA PERIODO 1978-1980

EN TULA DE ALLENDE, HGO.

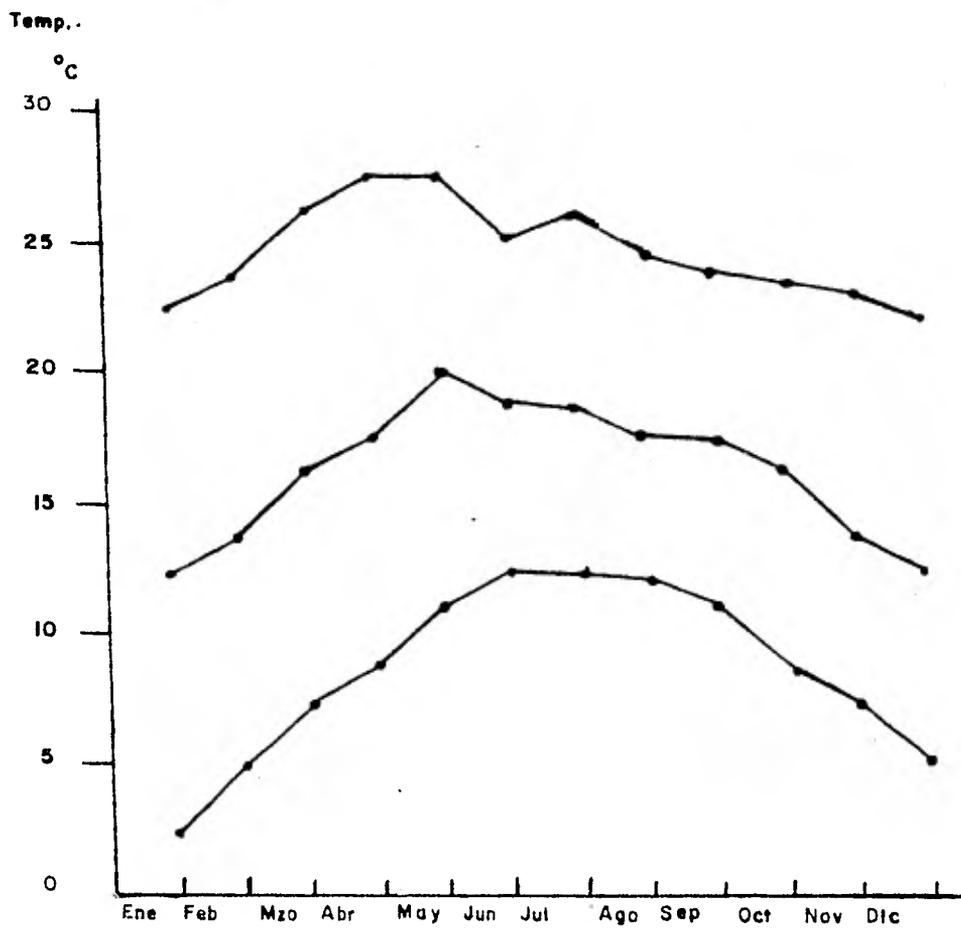
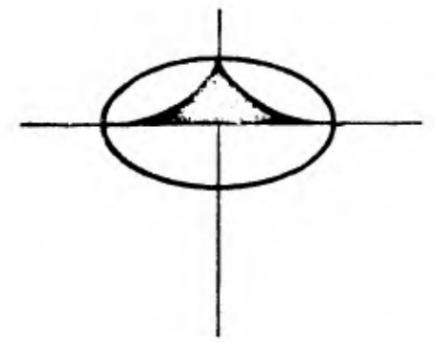
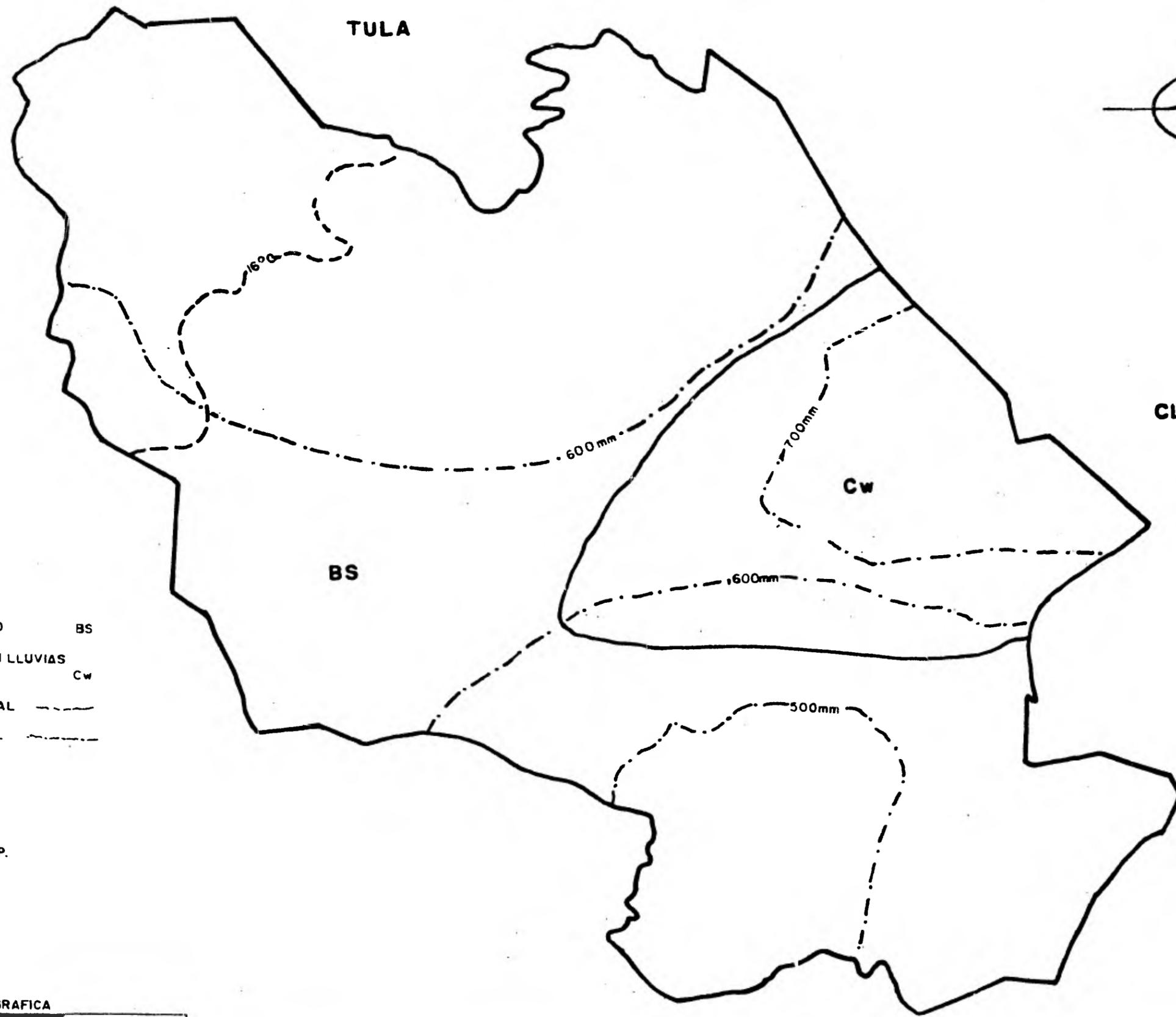


Fig. 1

Fuente: Subdirección de Eval. y Análisis, Srta. Salub. y Asist.



CLIMAS.

Simbología

- CLIMA SECO ESTEPARIO      BS
- CLIMA Templado con Lluvias  
en Verano                      CW
- ISOTERMA MEDIA ANUAL    - - - - -
- ISOYETA MEDIA ANUAL      - · - · - · -

FUENTE S. P. P.



CUADRO 1 DETERMINACION DEL CLIMA CON EL SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITTE

Estación: Tula, Hgo.  
 Latitud N: 20° 05'

Longitud W: 99° 21'

Periodo: 1941-1971  
 Altitud: 2036 metros

Núm.	CONCEPTO	M E S												ANUAL
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	T (temperatura °C)	13.7	15	18.3	19.6	21.2	20.4	19.5	19.4	19.8	18.7	16	13.8	17.12
2	P (precipitación cm)	2.12		.62	1.8	3.34	5.51	9.97	8.84	7.94	6.97	0.94	0.97	52.59
3	i (índice de calor mensual)	4.60	5.28	7.13	7.97	8.91	8.41	7.85	7.79	8.03	7.37	5.82	4.65	I = 83.75
4	EP' (evapotrans. pot. cm)	4.04	4.76	6.85	7.76	8.96	8.35	7.69	7.62	7.91	7.12	5.36	4.09	80.51
5	F (factor de correc. por lat)	0.98	0.91	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.10	1.02	1.00	0.95	0.97	
6	EP (evapotrans. pot. cm)	3.96	4.33	7.06	8.35	10.12	9.27	8.77	8.38	8.07	7.12	5.09	3.97	84.28
7	MHS (mov. de humedad)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.07	-0.44	-0.33	0.00	0.00	0.00	
8	HA (humedad almacenada)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.77	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80
9	S (demasia de agua)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	d (deficiencia de agua cm)	1.84	3.71	5.26	4.81	4.61	0.00	0.00	0.00	.77	5.55	4.15	3.00	31.7
11	EPR (evapotrans. real cm)	2.12	0.62	1.8	3.34	5.51	9.27	8.77	8.38	7.30	3.57	0.94	0.97	52.59
12	E' (escurrimientos cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	RP (relación pluvial cm)	-0.46	-0.86	-0.75	-0.59	-0.46	+0.08	+0.01	-0.05	-0.14	-0.50	-0.82	-0.76	

$$14 I_k = \frac{100S_a}{EP_a} = \frac{100 \times 0}{84.28} = 0 \%$$

$$15 I_a = \frac{100d_a}{EP_a} = \frac{100 \times 31.7}{84.28} = 37.61 \%$$

$$16 I_m = I_k - 0.6 I_a = -22.57 \%$$

$$17 S = \frac{100EP_m}{EP_a} = \frac{100 \times 28.16}{84.28} = 33.41 \%$$

FORMULA DEL CLIMA: DdB'₂a'

Seco, pequeña o nula demasia de agua; templado frío, con alta concentración térmica en verano.

Fuente: Dirección de Agrología  
 Secretaría de Recursos Hidráulicos  
 México, D.F. 1976.

PROMEDIO DE PRECIPITACION PLUVIAL EN LA ZONA DE  
TULA, HGO. DE 1978-1980

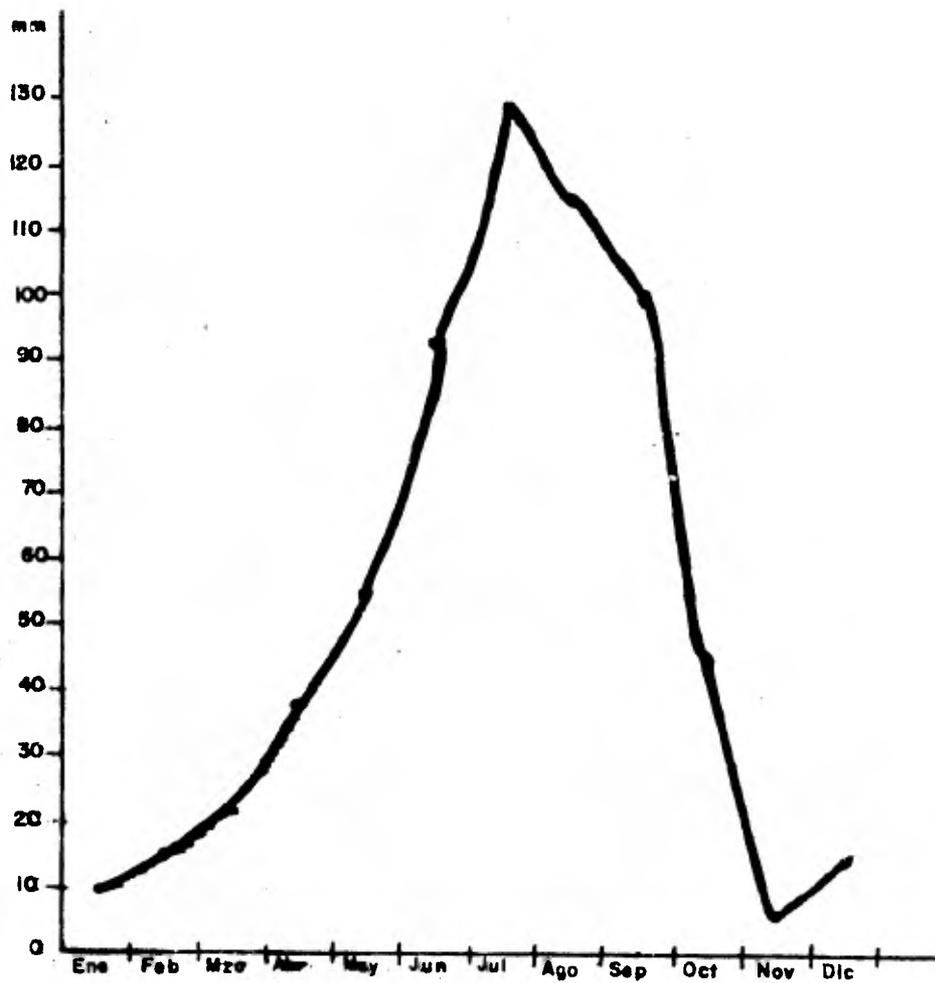


Fig. 2

Fuente: Anteproyecto de la Red Manual de Monitoreo Atmosférico.  
-Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente. S.S.A.

## 1.2. INTRODUCCION HISTORICA DE LA ZONA.

### 1.2.1. Antecedentes. Tula de Allende.

Etimología.- Su primer nombre fue el de Manenhi que en -- lengua otomí significa "lugar de mucha gente" y su nombre original es "TOLLAN", que quiere decir "junto o cerca del tular" o -- "lugar de juncos o espadañas", pero es más correcta la primera -- de las interpretaciones, pues las raíces de que provienen son -- "tollis" o "tullin" (tule o espadaña junto a la), "tlan", (que -- da junto abundancia del lugar); TULA, significa por lo tanto "lu -- gar de tules o cañas".<sup>+</sup>

Historia.- Hasta hace poco tiempo, Tula no había quedado -- colocada debidamente en el sitio que en verdad le corresponde en el cuadro de la historia cultural del México indígena. Se la su -- ponía, erróneamente, contemporánea de Teotihuacan y ahora, gra -- cias a los esfuerzos del Prof. Wigberto Jiménez Moreno, se sabe -- que Tula y Teotihuacan no florecieron al mismo tiempo, Tula en -- efecto, corresponde a una etapa posterior y alcanzó su apogeo -- cuando Teotihuacan ya había dejado de contar.

La población original de Tula era de origen otomí y poste -- riormente los toltecas ocuparon la región y establecieron en es -- ta villa la sede de su reino.

Aunque la importancia de Tula comienza hacia el año 900 -- de nuestra era, es conveniente mencionar algunos antecedentes -- históricos no menos interesantes como son los siguientes:

Período Prehistórico. En esa época no se conocían la agri -- cultura, la cerámica, los metales. Los habitantes de Mesamérica subsistían de la caza, de la pesca y de la recolección. Se han -- hecho hallazgos que comprueban que había tribus que cazaban al --

<sup>+</sup>Nombres Geográficos de México. Antonio Peñafiel, México 1815.

mamut en el Valle de México, quizá unos 8000 años a.de C. Los cultivos sólo se comienzan a practicar a fines del período prehistórico, sin embargo la transición de la caza, pesca y recolección se efectúa en forma muy oscura.

**Período Arcaico.** Comienzan a practicarse algunos cultivos, pero el período es aún poco conocido en la mayor parte de Mesoamérica. En el Valle de México se establecen grupos de agricultores y pescadores alrededor del lago de Texcoco, que ocupa el fondo de la cuenca: muy pronto se muestran notables alfareros.

**Período Formativo.** Siguen progresando los agricultores -- del Valle de México: a un notable aumento de población corresponde una estructura social más avanzada y una religión también más compleja a la cual corresponde a su vez un sacerdocio organizado. Se venera, entre otros, a un dios del fuego, quizá relacionado con la actividad volcánica que ocurrió en esa época y que se manifestó con la erupción de un volcán en las faldas del Ajusco y la formación del Pedregal.

**Período Clásico.** Durante este período alcanzan su apogeo todas las civilizaciones mesoamericanas, entre las cuales destacan la Maya, la Zapoteca, la Teotihuacana y otras.

**Período Tolteca.** Hacia el año 908 de nuestra era, aparecieron en el altiplano central al mando de un gran caudillo de nombre Mixcóatl, ("Serpiente de Nubes"), una horda tolteco-chichimeca, provenientes quizá de la región noroeste, según las crónicas indígenas, en donde lo histórico se mezcla con lo mítico. Mixcóatl, se casó con una mujer sureña, que murió al dar a luz a Ce-Acatl-Topiltzin, legendario rey pontífice que tomó el nombre de Quetzalcóatl ("Serpiente Emplumada"), convirtiéndolo en deidad tribal de los toltecas, aunque sin duda alguna siguieron adictos al gran dios chichimeca Tezcatlipoca ("Espejo Humeante"), deidad un tanto siniestra y con gran número de seguidores.

Tula llegó a adquirir un poderío difícil de exagerar.

Se atribuyen al reinado de Quetzalcóatl importantes innovaciones, como la revisión del calendario y la introducción de la metalurgia y, aunque en Tula no se han encontrado rastros importantes de trabajos en metales; esta época coincide con la explotación y utilización de oro, plata, y el cobre en Mesoamérica con procedimientos provenientes quizá de América del Sur, -- donde ya se conocían desde el siglo VII de nuestra era.

La grandeza de Tula fue consecuencia de la afluencia de tributo, lo que favoreció la situación económica del imperio -- tolteca, esto les permitió dedicarse a actividades creativas, -- como la cerámica, escultura, arquitectura, manufactura de vestidos de tela, hilados y tejidos de algodón, además cultivaban maíz, frijol, chile, algodón y otros. Eran carpinteros, mecánicos y astrónomos, entre algunas de sus actividades.

En la actualidad Tula, presenta huellas de una gran cultura y de la influencia española, que le da caracteres especiales y que al igual que otras ciudades del país, no ha alcanzado un desarrollo equilibrado que sea el reflejo de la metrópoli -- que fue en la época prehispánica.

Fuentes: Plan Rector de Desarrollo Urbano de Hidalgo, Pachuca, -- Hgo. 1970 Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

Tula, Guía Oficial. Secretaría de Educación Pública. -- INAH, 1979. México.

## CAPITULO II.

## 2. AGUA.

## 2.1. Concepto de Agua Potable y características que debe reunir.

Es importante hacer mención del concepto de Agua Potable, ya que ésta no siempre responde a las características bacteriológicas, físicas y químicas requeridas, como se podrá observar más adelante con la de la zona de estudio.

Se considera agua potable toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud, para lo cual deberá reunir los requisitos siguientes:

I.- Caracteres físicos: de preferencia, la turbiedad del agua no excederá del número diez de la escala de sílice; y su color del número veinte de la escala de platino-cobalto. El agua será inodora y de sabor agradable.

De no poderse cumplir con los requisitos anteriores, se admitirán aquellos caracteres físicos que sean tolerables para los usuarios, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde los puntos de vista bacteriológicos y químico.

II.- Caracteres químicos: un pH de 6.0 a 8.0 para aguas naturales no tratadas.

Para aguas tratadas o sometidas a un proceso químico, se aplicarán las normas especiales de la fracción IV de este artículo<sup>+</sup>,

Un contenido, expresado en miligramos por litro o las comúnmente denominadas "partes por millón", de los elementos iónicos y sustancias que a continuación se expresan:

<sup>+</sup>Séptimo del Reglamento Federal sobre Obras de Provisión de Agua potable.

	p.p.m.
Nitrógeno (N) amoniacal hasta...	0.50
Nitrógeno (N) proteico " ...	0.10
Nitrógeno (N) de nitritos (con -- análisis bacteriológico acepta-- ble) hasta.....	0.05
Nitrógeno (N) de nitratos hasta.	5.00
Oxígeno (O) consumido en medio - ácido hasta.....	3.00
Oxígeno (O) consumido en medio - alcalino hasta.....	3.00
Sólidos totales de preferencia, - hasta 500, pero tolerándose hasta	1000
Alcalinidad total, expresada en - $\text{CaCO}_3$ , hasta.....	400
Dureza total expresada en $\text{CaCO}_3$ , hasta.....	300
Dureza permanente o de no carbo- natos, expresada en $\text{CaCO}_3$ , en -- aguas naturales de preferencia - hasta.....	150
Cloruros expresados en Cl, hasta	250
Sulfatos, expresados en $\text{SO}_4$ hasta	250
Magnesio, expresado en Mg, hasta.	125
Zinc, expresado en Zn, hasta....	15.00
Cobre, expresado en Cu hasta...	3.00
Fluoruros, expresados en F, has- ta .....	1.50
Hierro y Manganeso, expresados - en Fe y Mn, hasta.....	0.30
Plomo, expresado en Pb, hasta...	0.10
Arsénico, expresado en As, hasta	0.05

Selenio, expresado en Se, hasta	0.05
Cromo, hexavalente, expresado en Cr, hasta.....	0.05
Compuestos fenólicos, expresados en fenol, hasta.....	0.001
Cloro libre, en aguas cloradas no menos de. ....	0.20
Cloro libre, en aguas sobrecoradas, no menos de 0.20 ni más de.....	1.00

### III.- Caracteres bacteriológicos:

El agua estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana.

Se considerará que una agua está libre de esos gérmenes cuando la investigación bacteriológica dé como resultado final:

a) Menos de veinte organismos de los grupos coli y coliforme por litro de muestra; definiéndose como organismos de los grupos coli y coliformes todos los bacilos no esporógenos, Gram negativos que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.

b) Menos de doscientas colonias bacterianas por centímetro cúbico de muestra, en la placa de agar incubada a 37°C por 24 horas.

c) Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina incubada a 20 grados por 48 horas.

En los abastecimientos de agua potable el número mínimo de pruebas bacteriológicas completas o confirmatorias que se verifiquen mensualmente de muestreos en el sistema de distribución (con exclusión de todas aquellas que se originen de muestreos en las captaciones o en las plantas potabilizadoras para propósitos de vigilancia), será el siguiente:

Número de habitantes servidos.	Número mínimo mensual de pruebas bacteriológicas.
2,500 o menos	1
10,000	7
25,000	25
100,000	100
1'000,000	300
2'000,000	390
3'000,000	450

Para las poblaciones con número intermedio de habitantes se requerirá el número de pruebas resultantes de la interpolación lineal entre los datos que estén más cercanos en la anterior escala.

IV.- Las aguas tratadas químicamente para ablandamiento o ablandamiento, satisfarán los tres requisitos siguientes:

a) La alcalinidad a la fenolftaleína calculada como  $\text{CaCO}_3$ , será menor de 15 partes por millón, más 0.4 veces la alcalinidad total, con un pH inferior a 10.6.

b) La alcalinidad de carbonatos normales será menor de 120 partes por millón, para lo cual la alcalinidad total, en función del pH, estará limitado según la escala siguiente:

Valor del pH	Alcalinidad total máxima expresada en $\text{CaCO}_3$
8.0 a 9.6	400
9.7	340
9.8	300
9.9	260
10.0	230
10.1	210
10.2	190
10.3	180

Valor del pH	Alcalinidad total máxima expresada en $\text{CaCO}_3$
10.4	170
10.5 a 10.6	160

c) La alcalinidad total no excederá a la dureza total en más de 35 mg. por litro o partes por millón, ambas calculadas como  $\text{CaCO}_3$ .

Los métodos que se usen para las investigaciones físicas, químicas y bacteriológicas anteriores, serán los que sugiera la Organización Mundial de la Salud o los que fije la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Fuente: Reglamento Federal sobre Obras de Provisión de agua potable. Escuela de Salud Pública 77/S.A. 4(6,14). México.

## 2.2. CARACTERISTICAS DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN TULA.

El abastecimiento en la zona de estudio se efectúa por medio de tres pozos, cuyas características se mencionan a continuación, así como su localización geográfica.

- a) POZO: PUEBLO SAN FRANCISCO BOJAY.
- Capacidad: 60 lt/seg.
- Profundidad: 150 metros
- Distancia de Tula: 16-18 kilómetros aproximadamente.
- Nivel dinámico: 37.0 metros
- Nivel estático: 11.0 metros
- Ademe: Con diámetro de 12 pulgadas y 5 metros -- con tubo de 22 pulgadas.
- Abastece: La ciudad de Tula las 24 horas del día y varios lugares del Municipio como Iturbza, 1a. y 2a. Sección de San Marcos; además 12 horas al municipio de Tepetitlán y 9 pueblos, con capacidad de 20 lt/seg.
- b) POZO: CINCO DE MAYO
- Capacidad: 15 lt/seg.
- Distancia: Ciudad de Tula
- Nivel dinámico: 28.0 metros.
- Nivel estático: 13.0 metros
- Ademe: 10 pulgadas
- Abastece: A la ciudad de Tula, únicamente, las 24 horas del día.
- c) POZO: MANZANITAS 1
- Capacidad: 15 lt/seg.
- Distancia de Tula: 1.5 kilómetros, aproximadamente
- Nivel dinámico: 28.0 metros
- Nivel estático: 13.0 metros
- Ademe: 12 a 15 pulgadas

Abastece a:

La Ciudad de Tula.

En la época de secas, la zona se provee con el agua de dos tanques de almacenamiento cuya capacidad es de 1,000 m<sup>3</sup> (Jalpa) y otro de 800 m<sup>3</sup> (San José).

En Jalpa se construye uno similar al existente y en San José se proyecta otro; además, entre los planes futuros está el de poner en funcionamiento el Manzanitas 2 y 3, localizados en la parte poniente de Tula, con capacidad de 45 lt/seg. y 35 lt/seg., respectivamente, que trabajarán las 24 horas del día y serán para abastecer de agua exclusivamente a la ciudad, dado el incremento acelerado de la población.

La construcción de Manzanitas 2 y 3 ha estado bajo la dirección de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, y según informes estas obras debían haber sido entregadas el pasado mes de enero de 1982, pero han tenido retraso por el libramiento que deben hacer de la vía del ferrocarril. Al concluirse deberán pasar a la administración de la Comisión de Servicios Públicos, que en lo sucesivo será la responsable de estas obras.

El abastecimiento de agua a otros pueblos, generalmente se hace en forma independiente; esto es, la Comisión no interviene y es cada población la que distribuye el agua como mejor le conviene. Algunas localidades como San Andrés, comparte su pozo con Nantzhá.

Posiblemente en un futuro, todas las poblaciones integrantes del Municipio pasen a manos de la administración de la Comisión, pero de momento es sólo un plan que se contempla como un paso muy importante dentro de la estructura de la Institución.

Fuente: Comisión de Servicios Públicos del Estado. Agua Potable. Tula, Hgo. 1982.

Cuadro No.2

DISPONIBILIDAD DE AGUA ENTUBADA Y DRENAJE, DE ACUERDO AL NUMERO DE VIVIENDA Y OCUPANTES.

Municipio y Forma de Abastecimiento de agua entubada.	T o t a l		Con Drenaje		Sin Drenaje	
	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes
<b>Tula de Allende.Totales:</b>	6,450	38,685	2,420	14,779	4,030	23,906
I Disponen de agua entubada :	3,333	20,429	2,136	13,099	1,197	7,330
a).-dentro de la vivienda.	2,172	13,386	1,952	11,968	220	1,418
b).-fuera de la vivienda.	340	2,157	125	730	215	1,427
c).-de llave pública o hidrante.	821	4,886	59	401	762	4,485
II sin agua entubada	3,117	18,256	284	1,680	2,833	16,576

Fuente: Secretaría de Industria y Comercio

Direcc. Gral. de Estadística. IX Censo Gral.de Población, 1970

México, 1971. Estado de Hidalgo.

### 2.3. ANALISIS DE AGUA.

Los exámenes del agua en el laboratorio se llevan a cabo por muchos motivos, pero es seguro que el principal sea el de formar una opinión acerca de la calidad del agua que se consume para uso público, lo cual implica considerar diversos factores desde saber si es de confianza para el uso humano, hasta qué tipo de tratamiento es aconsejable.

Los exámenes de laboratorio pueden clasificarse en exámenes físicos (los que miden y registran aquellas propiedades que pueden ser observadas por los sentidos); análisis químicos (que determinan las cantidades de materia mineral y orgánica que existe en el agua y que afectan su calidad, proporcionando datos -- acerca de contaminaciones o mostrando las variaciones ocasionadas por el tratamiento, lo cual es indispensable para controlar un proceso de tratamiento de agua), y exámenes bacteriológicos (cuyos resultados indican la presencia de bacterias características de la contaminación y por consiguiente la calidad del agua para su consumo.

Para nuestro estudio estos últimos son los que tienen mayor importancia.

Los exámenes bacteriológicos de agua tienen dos finalidades bien distintas: en los muestreos de aguas potables la tendencia principal es comprobar, por pruebas de laboratorio, la eficacia o bondad de las medidas de saneamiento del agua que se están aplicando al sistema de abastecimiento o distribución, la ausencia o presencia de contaminantes, y en los muestreos de aguas contaminadas, que por lo regular son aguas superficiales, únicamente se trata de conocer el grado de contaminación de las aguas, para planear su aprovechamiento, el o los procedimientos adecuados para su potabilización, o bien para definir hasta qué grado la densidad bacteriana de las aguas puede afectar a las -

comunidades que aprovechan la misma fuente para su abastecimiento de agua potable.

En el caso específico del Municipio, se efectuaron por varios motivos, siendo los principales los siguientes:

a) Por no encontrar información que permitiera evaluar resultados;

b) Al conocer la situación actual de la zona en cuanto a la contaminación que sufre por aguas negras, se vió la conveniencia de ofrecerles análisis recientes y confiables ejecutados -- por una institución tan acreditada como es el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Las muestras, cuatro en total, corresponden a cuatro sitios estratégicos en los que se detectó mayor contaminación, acusada primeramente por encuestas y posteriormente cotejadas con los exámenes de laboratorio. Tres muestras son del Municipio y la cuarta es del municipio de Mixquiahuala, sede del Distrito de Riego 03 y cuya información es a modo de comparación. (Ver anexo 2).

Lamentablemente los análisis físicos y químicos que se incluyen en los anexos 3 y 4<sup>†</sup>, no son de muestreos recientes, en virtud de que los trámites para llevarlos a cabo se estaban haciendo cada vez más largos y por falta de tiempo no fue posible seguir esperando.

<sup>†</sup> Los datos correspondientes a estos anexos no están firmados -- porque fueron proporcionados del archivo de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.

Fuentes: Instituto de Geología. U.N.A.M. 1982.

Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente. 1980.

Análisis Bacteriológico de Aguas.

Remite: Srta. Graciela Martínez Rosales. Fac. de Filosofía y Letras, UNAM.

Localidad: Municipio de Tula, Hidalgo.

RESULTADOS

<u>DETERMINACIONES</u>	<u>MUESTRAS</u>				<u>NORMA PARA AGUAS POTABLES</u>
	Tula de A. 1	Bojay 2	Mixquiahuala 3	El Llano 4	
Prueba presuntiva	+	+	+	+	-
Prueba confirmada	+	+	+	+	-
NMP (Número Más Probable) de bacterias Coliformes	8.8/100 ml	2.2/100 ml	240/100 ml	2400/100 ml	0-2.2/100 ml
Número total de bacterias	225/ml	530/ml	195/ml	35,000/ml	0-2.0/ml

CONCLUSIONES DEL ANALISIS:

El número de bacterias coliformes es un índice de contaminación con aguas negras. La muestra 2, mostró el índice menor de contaminación, quedando en el límite superior permitido según la norma. En la muestra 4 se detectó el grado más alto de contaminación. En las cuatro muestras se detectó un elevado número total de bacterias, mayor del límite superior permitido, lo cual indica que el tratamiento del agua no es adecuado. Se recomienda localizar los puntos de contaminación en el sistema de almacenamiento, y red de abastecimiento y realizar, posteriormente, un segundo muestreo para análisis.

ANALIZO

M. en C. Sergio Palacios M.

Jefe del Departamento de Edafología

M. en C. Mariang Villegas Soto.



**SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE**  
**DIRECCION GENERAL DE SANEAMIENTO DEL AGUA**

**LABORATORIO DEL AGUA**

Anexo 3

ANALISIS No. 126 ESTADO Hidalgo  
 CLAVE MUESTRA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO Tula de Allende  
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA 20-X-90 LOCALIDAD Tula  
 FECHA RECEPCION 20-X-90 LUGAR DE TOMA Pozo San Fco. Sojay  
 FECHA ANALISIS 21-X-90 DEPENDENCIA \_\_\_\_\_

**ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE**

TEMPERATURA \_\_\_\_\_ °C pH 7.1 (6-8)  
 TURBIDEAD 0.3 NTU(max 5) OLOR Inodora  
 COLOR 0 UC (max 10) CONDUCTIVIDAD ELEC. 1650 µmhos/cm  
 SOLIDOS TOTALES 1400 (100-1000) mg/l SÓLIDOS DISUELTOS 1400 mg/l

DETERMINACION	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l	DETERMINACION como CaCO <sub>3</sub>	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l
CALCIO	111		ALCALINIDAD F	0	
MAGNESIO	120	125	ALCALINIDAD TOTAL	256	400
HEMATE	0	0.3	DUREZA TOTAL	780	500
HEMATE EN SÓL		0.05	DUREZA DE CALCIO	278	
SÓLIDO CALC.	21		DUREZA DE MAGNESIO	502	
			DUREZA DE CARBONATO	256	
CLORO TOTAL	-	0.2-1.0	PARAMETROS ESPECIALES		
FEZ LIBRE	-				
CARBONATO	0				
BICARBONATO	312				
SULFATO	408	250			
CLORURO	90	250			
FLUORURO	1.13	1.5			
N EN NITRATO	1.6	5.0			
N EN NITRITOS	0				
FOSFATOS TOTALES	0.563				
ORIGNO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO	0	3.00	/exceso de		

**OBSERVACIONES:** Los parámetros analizados presentan dureza y sólidos totales.

REVISO: \_\_\_\_\_ APROBO: Ing. Sergio Becerra W.

NOTA:  
 \* MAXIMO PERMISIBLE



SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE  
DIRECCION GENERAL DE SANEAMIENTO DEL AGUA

LABORATORIO DEL AGUA

Anexo 4

ANALISIS No. 127 ESTADO Hidalgo  
CLAVE MUESTRA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO Tula de Allende  
FECHA DE TOMA DE MUESTRA 20-X-80 LOCALIDAD Tula  
FECHA RECEPCION 20-X-80 LUGAR DE TOMA Pozo 5 de Mayo  
FECHA ANALISIS 21-X-80 DEPENDENCIA \_\_\_\_\_

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE

TEMPERATURA - °C pH 7.7 (6-8)  
TURBIDIDAD 0.3 NTU(max 5) OLOR Inodora  
COLOR 0 UC (max 10) CONDUCTIVIDAD ELEC. 1100 umhos/cm  
SOLIDOS TOTALES 772 (500-1000) mg/l SOLIDOS DISUELTOS 772 mg/l

DETERMINACION	ANALISIS mg/l	NORMA* mg/l	DETERMINACION como CaCO <sub>3</sub>	ANALISIS mg/l	NORMA mg/l
CALCIO	97		ALCALINIDAD F	0	
MAGNESIO	91	125	ALCALINIDAD TOTAL	216	400
HIERRO	0	0.3			
MANGANESO	0	0.05	DUREZA TOTAL	624	300
SODIO CALC.	0		DUREZA DE CALCIO	242	
			DUREZA DE MAGNESIO	381	
			DUREZA DE CARBONATO	216	
CLORO RESIDUAL	-	0.2-1.0	PARAMETROS ESPECIALES		
CO <sub>2</sub> LIBRE	-				
CARBONATO	0				
BICARBONATO	264				
SULFATO	267	250			
CLORURO	37	250			
FLUORURO	0.53	1.5			
N EN NITRATOS	5.12	5.0			
N EN NITRITOS	0				
FOSFATOS TOTALES	0.306				
OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO	0	3.00			

OBSERVACIONES: Los parámetros analizados presentan exceso de dureza.

REVISO: \_\_\_\_\_ APROBO: Ing. Sergio Becerra W.

NOTA:  
\* MAXIMO PERMISIBLE

#### 2.4. LIMITANTES PARA LA POTABILIZACION DEL AGUA.

El principal limitante con que se ha encontrado el Municipio es el económico, en virtud de que no existe presupuesto para algo tan necesario y de lo cual depende la salud de la población.

Al entrevistar al Sr. Administrador de la Comisión de Servicios Públicos del Estado, comentó que el presupuesto con que cuentan es muy limitado y que en ocasiones no es suficiente ni siquiera para poder cumplir con los pagos de luz, nómina, etc., porque las entradas son reducidas por ser pocos los usuarios registrados y muy baja la cuota, unido a que los edificios públicos están exentos en el pago de este concepto y existen tomas clandestinas que por falta de personal no se pueden detectar y que si se cobra se por medidor sería también difícil, en virtud de que los medidores se descomponen por el alto contenido de sales en el agua pues esto ya se ha observado en las tuberías.

Actualmente se está estudiando la posibilidad de instalar un medidor que dure más tiempo, pero el valor de los que se presume puedan durar más, son caros y no toda la población está en condiciones de pagarlos.

Por otro lado, se observó que en el Municipio nunca se han hecho estudios científicos que permitan evaluar el tipo de tratamiento que les conviene, tanto por utilidad como por economía, por lo que se sugiere un estudio profundo de esta índole efectuado por peritos en la materia, pues por los resultados obtenidos en el agua potable se ve claramente la urgencia de un tratamiento que elimine las impurezas fuente de enfermedades hídricas en los habitantes y que descarta a este líquido como potable.

Fuente: Comisión de Servicios Públicos del Estado. Agua Potable.  
Tula, Hgo. 1982.

## 2.5. METODOS DE PURIFICACION DEL AGUA.

Los métodos que se emplean para tratar el agua dependen en gran parte del fin a que se destina el abastecimiento, ya -- que puede requerirse para uso industrial, en que generalmente se precisa diversa calidad de ella según el empleo que se le dé; -- por ejemplo, en las lavanderías y fábricas de papel necesitan -- agua que esté libre de hierro y manganeso, o bien para uso do-- méstico en cuyo caso el objetivo principal es eliminar o volver inactivas las impurezas disueltas, como exceso de sales, o sus-- pendidas; por ejemplo las bacterias que son perjudiciales para -- la seguridad y bienestar del público consumidor.

En algunos casos se tiene que agregar al agua productos -- químicos con el propósito de eliminar cantidades mucho mayores -- de materiales que las que se añaden o puede ser que se tengan -- que agregar otras que proporcionen al agua ciertas característi -- cas deseables.

Los métodos que comúnmente se emplean en la práctica pa -- ra el tratamiento de agua son muchos y en algunos casos uno sólo -- no es suficiente para purificar ésta.

En el municipio de Tula, existen inconvenientes en la po -- tabilización del líquido, primeramente por falta de ingresos su -- ficientes para adquirir una planta potabilizadora que podría ser -- una cloradora y que es la que resulta más efectiva en la elimina -- ción de bacterias y seguidamente porque la capacidad por segundo -- del agua es de 60 litros en un solo sitio y que es la mínima can -- tidad que se puede potabilizar, pues en los demás pozos es infe -- rior a ésta; y por los resultados de los análisis, se puede com -- probar que el tratamiento que requiere un tipo de agua como la -- del Municipio no es uno, dado el alto contenido de microorganismos, en cuyo caso se necesitaría de una planta de cloro . y -- las sales disueltas en el agua que la hacen dura y no apta tampp

co para beberse.\*

Es importante mencionar que la población de Tula emplea - sus propios métodos para purificar su agua, por ejemplo hirvién- dola o adquiriéndola purificada (Electropura), pero esto pueden hacerlo porque poseen agua y más recursos que sus alrededores, --- donde poblaciones como Zapata o Xijay de Cuauhtémoc (de acuerdo a los datos del censo de 1970) ni siquiera poseen servicio de - agua.

\*Se intentó alimentar más la información referente al tipo de - potabilizadoras que les puedan ser de mayor utilidad, pero no - fue posible obtenerla.

## CAPITULO III

## 3. AGUA NEGRA.

## 3.1. Antecedentes.

El acelerado crecimiento demográfico del país, aunado al incremento de las actividades productivas, ha ocasionado una mayor demanda del recurso hidráulico y a su vez mayor generación de residuos líquidos que se vierten a los cuerpos receptores, por lo que el empleo de aguas negras<sup>+</sup> en algunas regiones del mundo se ha hecho indispensable, como ocurre en el Estado de Hidalgo, donde la producción agrícola depende en gran proporción de la irrigación con este tipo de aguas.

El uso de las aguas negras en la agricultura de esta zona se inició en el año de 1886 con buenos resultados, ya que éstas contienen sólidos en suspensión en relación de 0.1%.

Inicialmente este tipo de aguas fueron consideradas como un desperdicio calificado como **peligroso** el cual debía ser alejado o eliminado a la mayor brevedad posible de las comunidades, pero al aumentar la población y disminuir el recurso hidráulico, se vió la necesidad de emplear para diversos fines estas aguas, encontrándose, momentáneamente, que existían menores restricciones con respecto a su calidad y menor prioridad ante la demanda de las aguas disponibles.

Por esto, podemos deducir que el uso de las aguas negras en la agricultura ofrece mayor disponibilidad de recursos para la producción y que abre un interminable camino al campo de la investigación.

Desde luego, para comprender la influencia que han tenido las aguas negras en Hidalgo, es necesario hacer una breve síntesis + Término que se usa para calificar a las aguas de desecho o degradadas por su empleo municipal o pecuario y que pueden encontrarse o no mezcladas con aguas pluviales o subterráneas.

sia histórico del desarrollo de estas aguas a través del tiempo.

La cuenca del Valle de México, ha tenido gran importancia en la historia de nuestro país, desde las más remotas épocas precortesianas.

Probablemente, hace unos 5 millones de años se originaron grandes dislocaciones en la corteza terrestre que provocaron un fuerte hundimiento de la cuenca calificado de gigantesco. Durante un largo período dentro de la cuenca se definían dos valles, uno de los cuales tributaba sus aguas en dirección del sitio actual de Cuernavaca y el otro apuntando hacia la ubicación contemporánea de Cuautla; ambos desaguaban finalmente en el río Amacuzac.

Enormes volúmenes de basalto a tiempo de la última etapa de la actividad volcánica, provocaron que las salidas de los valles citados quedaran obstruidas, transformando la cuenca del Valle de México de exorreica en endorreica.

Fue durante el reinado de Moctezuma Ilhuicamina, cuando la Ciudad sufrió la primera inundación de la que se tiene noticias y en ella se observó que las aguas que más perjudicaban eran las que descendían por el río de Cuautitlán, haciendo que el lago Texcoco, se desbordara sobre la Ciudad.

El emperador Netzahualcōyotl trató de remediar el mal construyendo un gran dique que dividió el gran lago central en dos porciones, la oriental, de mayor área, tomó el nombre de Texcoco y la situada al poniente por rodear la ciudad la llamó de México. A este dique llamado Albarradón de los Indios se agregaron otros construidos por los españoles.

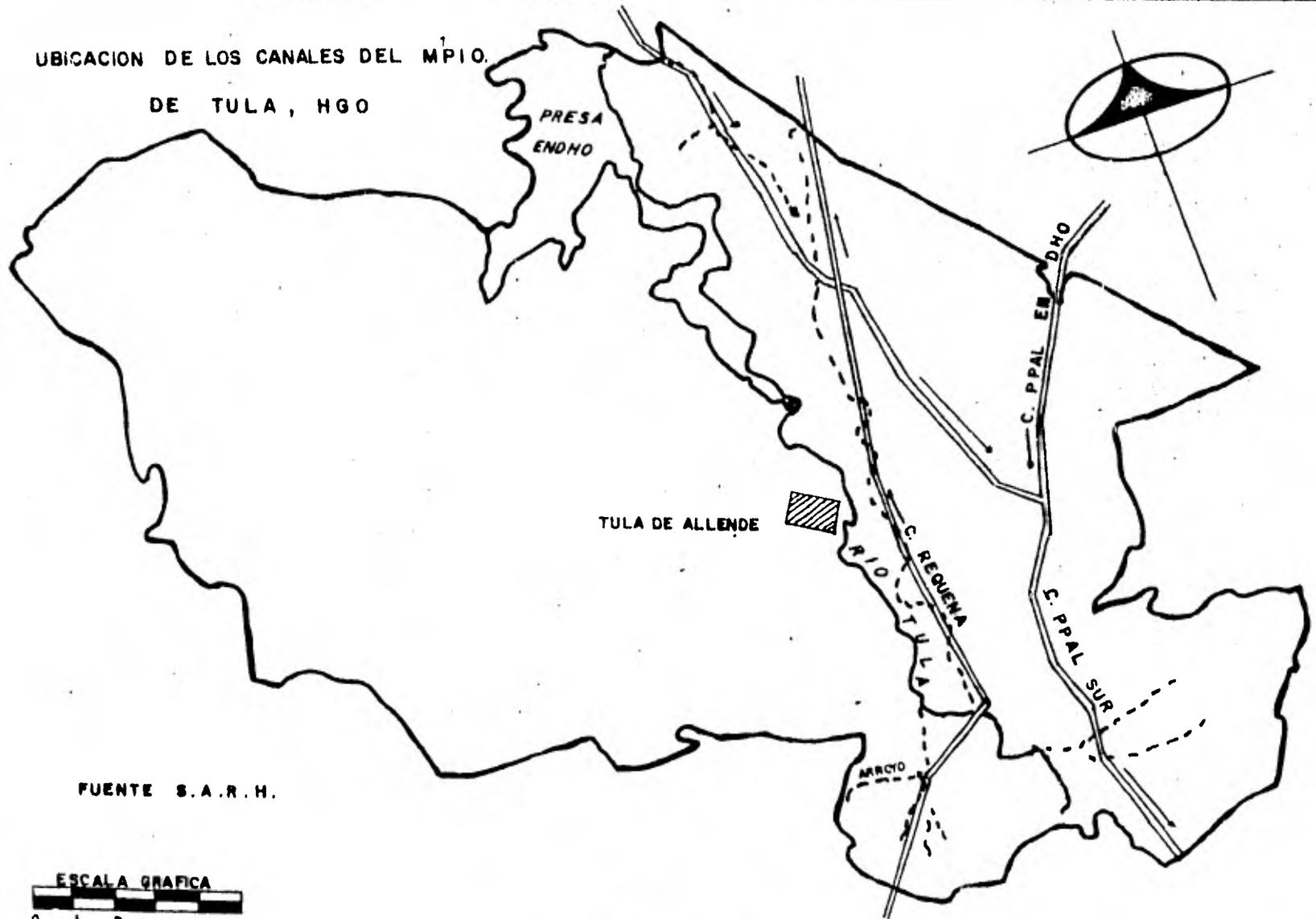
En el año de 1553, las aguas invadieron la capital de la Nueva España. Como el problema de las inundaciones preocupaba a la población se encontró la conveniencia de sacarlas de la ciudad. En 1607, se iniciaron los trabajos que darían salida a --

las aguas del río Cuautitlán y en 1608 el túnel de Nochistlán - estaba terminado, pero debido a los derrumbes se transformó dicho túnel en el conocido Tajo de Nochistongo; sin embargo la ciudad continuaba inundándose por lo que en el año de 1806 se proyectó la construcción del Gran Canal, dándole salida por el túnel de Tequixquiac. Estas obras se edificaron a fines del siglo y recientemente fueron complementadas con el túnel nuevo Tequixquiac que se puso en servicio en 1947.

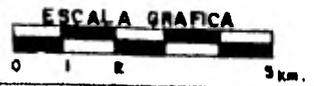
Actualmente las aguas negras de la Ciudad de México son desalojadas por los mencionados túneles, beneficiando a gran número de campesinos que antes tenían que conformarse con una agricultura escasa y raquítica por el tipo de clima y que ahora reciben agua de la cuenca del Valle de México, mismas que se mezclan con las primeras, como se verá más adelante, para distribuirse por el Tajo de Nochistongo a través del río de El Salto que a su vez lleva sus aguas a la presa Requena y de allí, por medio de canales, riegan el municipio de Tula y a través de los túneles Nuevo y Viejo Tequixquiac, por conducto del río Salado, abastecen la parte este del Municipio. (Mapa 7)

Fuentes: Problemas Agrícolas e Industriales de México. Capítulo - III. Alanís Patiño Emilio. México 1950;  
Ruiperez Rosario. Estudio Geográfico del municipio de Tula de Allende, Hgo. UNAM, Colegio de Geografía, Tesis, México 1965.

UBICACION DE LOS CANALES DEL MPIO.  
DE TULA, HGO



FUENTE S.A.R.H.



Mapa No. 7

### 3.2.FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO EN TULA.

Las principales fuentes de abastecimiento de agua para riego en Tula son las aguas negras provenientes de la Ciudad de México y las aguas superficiales del río Tula, que se mezclan con las primeras al ser conducidas por el Gran Canal del Desagüe, hasta llegar a los túneles Viejo y Nuevo Tequixquiac, que a su vez descargan en el río Salado, tributario del Tula.

Los volúmenes promedio de agua negra que llegan por el mencionado túnel son del orden de 890 millones de  $M^3$  anuales y se desfogan 161 millones, por lo que el volumen empleado para el riego es de 729 millones de  $M^3$ . A estos volúmenes de agua negra se superponen las aguas pluviales de aproximadamente una cuenca de  $300 \text{ Km}^2$ ; sin embargo, el grueso de las aguas blancas<sup>+</sup> que son empleadas para el riego se embalsan en las presas Taxhimay, Requena y Endhó. El almacenamiento de estas presas es consecuencia del escurrimiento en las cuencas de los ríos Los Sabinos, San Luis de las Peras, Tepeji, Tlautla o Coscomate, Rosas y Tula.

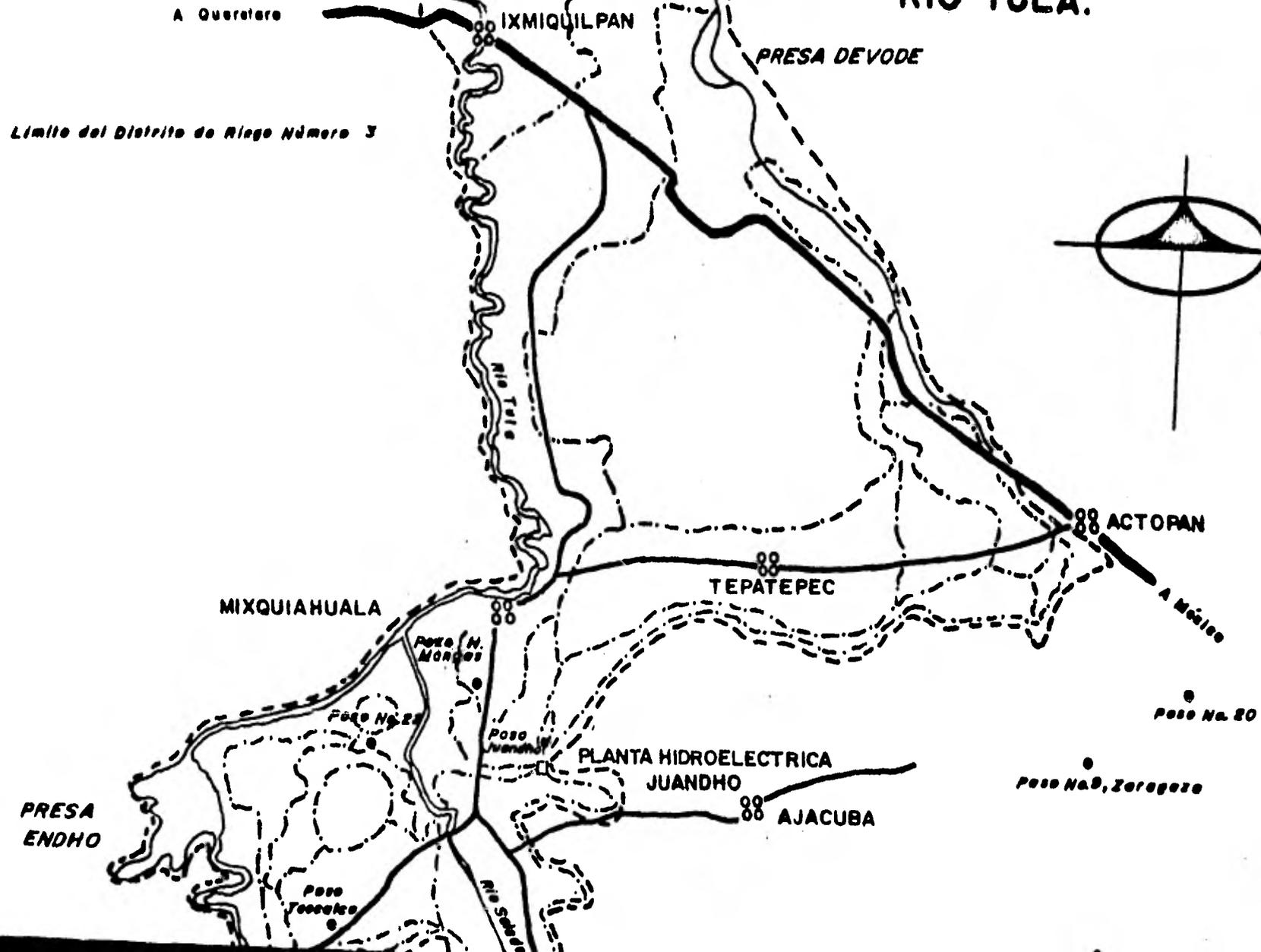
La presa Taxhimay, tiene una capacidad de embalse de 50 millones de metros cúbicos y cuando alcanza su capacidad los excedentes vierten a las presas Requena que tiene una capacidad de embalse de 70 millones de metros cúbicos; aguas abajo de ésta, sobre el cauce del río Tula se localiza la presa Endhó que es la que tiene mayor capacidad de embalse, ya que alcanza a los 182 millones de metros cúbicos.

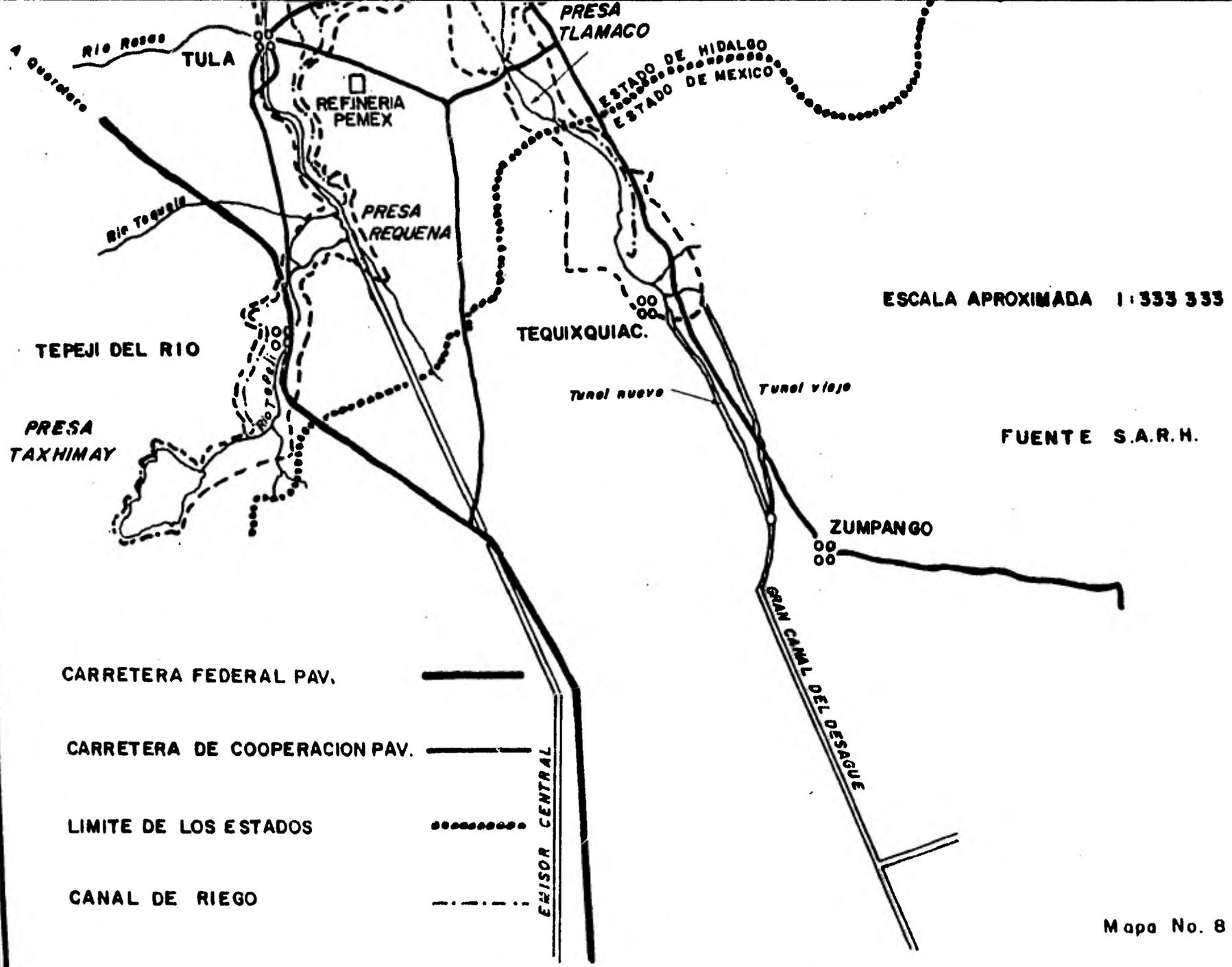
Teóricamente se pueden disponer de un volumen almacenado de aguas blancas de un poco más de 300 millones de metros cúbicos. De este volumen, calculando las extracciones de las tres presas y promediando lo de tres años atrás, el volumen utilizado + Según informes del Ing. de la Rosa, Jefe de Operación y Desarrollo del Distrito en Mixquiaguila, Hgo., a la fecha ya no existen aguas blancas; todas son mezcladas.

anualmente para riego es de 193 millones de metros cúbicos. -- Las aguas que se extraen de la presa Requena, se conducen por el Canal Principal Requena hasta el punto denominado La Licudora, -- en donde se mezclan con las aguas negras que se derivan del río Salado mediante la Presa Derivadora de El Tablón. Después de mezclarse en dicho punto, las aguas se envían por los canales Principal y Dendhó para su utilización. Una parte de las aguas negras se conducen por el Canal de Fuerza o Tlamaco-Juandhó hasta la hidroeléctrica de Juandhó y una vez que han movido las turbinas para generación de energía eléctrica, se dejan disponibles para utilizarlas en el riego con posibilidad de reunirse a las mezcladas que ya vienen por el Canal Principal Requena; las aguas de la presa Endhó se conducen por el Canal Principal Endhó hasta un punto aproximadamente situado a los 20.5 kms. de la presa, -- donde tienen posibilidad de agregarse con aguas que ya vienen mezcladas; lo más frecuente es que las aguas de la presa Endhó entren al riego en su condición original en Xochitlán, Ejidos -- del Shamú y Veracruz, San Salvador y Demacú. (Mapa 8)

Fuente: Boletín del Comité Directivo del Distrito de Riego 03 --  
No.7. Abril-junio, 1972. Mixquiahuala, Hgo.

# DISTRITO DE RIEGO NUMERO 3, RIO TULA.





### 3.3. CONTROL Y ADMINISTRACION DE AGUA PARA RIEGO EN TULA, HGO.

El control y administración de las aguas negras, mezcladas y blancas, está bajo la dirección de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a través del Distrito de Riego 03, localizado en el Valle del Mezquital, dentro de los municipios de Tula, Mixquiahuala, Progreso, Tepatepec y Actopan, abarcando una superficie de 52,118 Has., de la cual aproximadamente el 80% se riega con estas aguas. (Mapa 9)

Cabe mencionar que aunque en este trabajo únicamente se analiza la parte correspondiente al municipio de Tula de Allende por incidir en él diversos problemas de contaminación y salud, se mencionan las características más sobresalientes del Distrito por estar íntimamente relacionadas con él.

En el inciso anterior, se ha mencionado la antigüedad que tiene el empleo de aguas negras en irrigación agrícola. Desde entonces el aprovechamiento ha sido controlado sucesivamente por varios organismos, hasta que en 1926 pasaron a la Comisión Nacional de Irrigación y en 1946 a la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos, dependencia que organizó en forma definitiva estos beneficios al integrar el actual Distrito de Riego 03-Tula.

La Dirección de Agrología de dicha Institución, viene realizando diversos estudios de carácter agrológico detallados que en total contienen la superficie del Distrito, los cuales comprenden varias investigaciones y trabajos de campo, análisis anuales de suelos, de aguas cada quince días, observaciones meteorológicas, etc., lo que le permite dar servicio a cerca de 25,000 usuarios, aunque no con la eficiencia requerida, porque a medida que ha crecido la Ciudad de México, se han necesitado nuevas tierras para cultivo, lo que ha hecho que en el manejo de agua para riego se susciten los siguientes factores negativos en cuanto a eficiencia:

- Falta de revestimiento en los canales;

Operación deficiente en la red de distribución†;

- Aplicación excesiva de agua de riego en las parcelas;
- Obras de drenaje insuficientes en suelos mal drenados y de poca pendiente o planos como los de la serie Lagunillas y partes de la Actopan, donde existen escurrimientos de los sobre-riegos en las partes altas. Esto se ve más acentuado en la zona de San Salvador, municipio de Actopan, donde el manto freático cubre una superficie de 250 Has. y prolifera la vegetación acuática; la parte inundada periódicamente cubre una superficie de 65 Has.
- Falta de estructuras aforadas;
- Falta de vasos reguladores para las aguas negras.

La SARH, ante estas circunstancias, continúa haciendo estudios y proyectos de rehabilitación en el Distrito a fin de terminar con las deficiencias que acarrea el exceso de población al requerir mayor cantidad de alimentos.

#### Infraestructura.-

I Presas: 9; a) Almacenamiento: 3 b) Derivadoras: 6

II Número de Equipos de Bombeo en Operación:

	SARH	PARTICULARES	EJIDALES
a) En corrientes superficiales	6	-	-
b) En aguas subterráneas (pozos profundos)	-	11	1
c) Núm. de medidores instalados en equipos de bombeo	-	-	-

III Número de plantas de bombeo en operación: SARH: 1

+Se observó en el recorrido hacia la presa Endhó, que los beneficios del agua para riego no le llegan a varios pueblos del municipio de Tula.

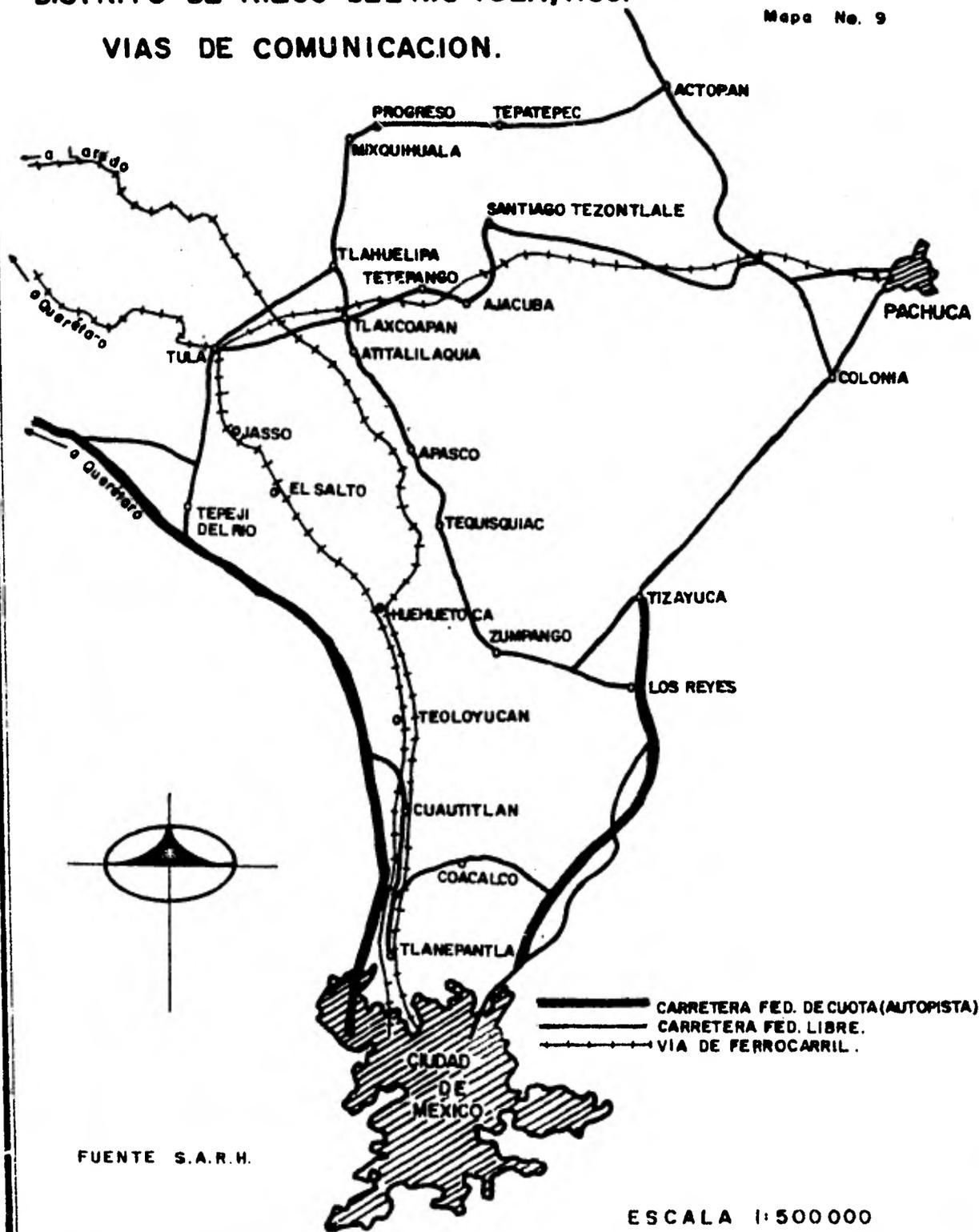
IV Red de conducción y distribución:	Total	Revestidas
a) Canales principales(Long. en Kms)	185.5	37.9
b) Canales laterales " " "	355.7	102.3
V Red de drenaje " " "	56.3	
VI Red de caminos " " "	750.8	
a) Pavimentado		
b) Revestido	77.8	
c) Tierra	673.0	
VII Estructuras: Piezas: 2,335		
a) En canales	2,116	
b) En drenes	150	
c) Caminos	69	
VIII Red telefónica: (Long. en Kms.)	102	
IX Número de casetas de canaleros	31	

Fuente: Características del Distrito y Unidades de Riego. Tomo\_ II, 1978. Región Centro II. SARH, pp 177, 178. México.

# DISTRITO DE RIEGO DEL RIO TULA, HGO.

Mapa No. 9

## VIAS DE COMUNICACION.



### 3.4. CLASIFICACION DE LAS AGUAS.

Las aguas negras provenientes del Gran Canal utilizadas para el riego se emplean en épocas de mayor precipitación y se mezclan con las aguas de las presas Endhó, Requena y Taxhimay, durante la época de estiaje.

Las aguas negras son altamente salinas y con contenidos medios de sodio y se clasifican como  $C_3S_2$ , en la jerarquización de aguas para riego de Wilcox y de acuerdo a la clasificación Riverside, Cal. U.S.A., las aguas negras y mezcladas en este Distrito corresponden a las clases  $C_3S_3$ ,  $C_2S_3$ ,  $C_2S_1$  y ocasionalmente  $C_4S_4$ . Las aguas blancas tienen clasificación  $C_2S_1$ .

La cantidad de coliformes (Grupos Coli) en las aguas negras crudas (10-100 millones de organismos/100 ml.), las inhabilita para el riego de legumbres y alimentos que se consumen crudos.

El almacenamiento de las aguas negras incrementa su contenido salino y disminuye su concentración de materia orgánica.

Las aguas más peligrosas, tanto para el suelo como para el desarrollo de los cultivos, son las de clasificación  $C_3S_3$  y  $C_4S_4$ ; sin embargo no se han presentado efectos degradantes sobre los suelos ni disminución en rendimientos y calidad de los cultivos, debido a que estas últimas contienen grandes cantidades de calcio y magnesio, así como contenido medio de materia orgánica, lo cual evita que el sodio se absorba en el suelo, o bien neutralicen en parte el efecto de las sales.

El reuso de las aguas en la agricultura ofrece grandes ventajas, como el liberar volúmenes de agua de mejor calidad a la cual puede darse otro uso; permitir abrir nuevas áreas al riego y aumentar el valor de los terrenos que pasan al riego seguro.

Las aguas residuales pueden ser benéficas por los nutrien

tes que contienen, pero a su vez, pueden tener elevadas concentraciones de sales, iones tóxicos y microorganismos que modifican las características físicas, químicas y biológicas del agua original, ocasionando efectos ligeros o graves, temporales o acumulativos, que harán condicionado o peligroso su uso agrícola.

Aunque el Distrito ha llevado un control de la calidad de agua utilizada para irrigación, no existe ninguna reglamentación por parte de las autoridades del Distrito, respecto a sitios de muestreo, tipos de análisis efectuados, etc.

Fuentes: Estudio Agrológico Complementario del Distrito de Riego 03-Tula, Hgo.; Las Aguas Negras en el Riego del Ing. César Arita Armendáriz, Jefe de la Secc. de Salinidad, Drenaje y Suelos del Depto. IDRYD. SARH. México, 1976.

## LIMITES PERMISIBLES DE ALGUNOS METALES EN EL AGUA DE IRRIGACION.

ELEMENTO	PARA AGUA USADA EN TODO TIPO DE SUELO mg/l.	PARA AGUA USADA EN SUELO DE TEXTURA FINA mg/l.
Arsénico	1.000	10.00
Berilio	0.500	1.00
Boro	0.750	2.00
Cadmio	0.050	0.05
Cromo	5.000	20.00
Cobalto	0.200	10.00
Plomo	5.000	5.00
Litio	5.000	0.05
Molibdeno	0.005	0.05
Niquel	0.500	2.00
Vanadio	10.000	10.00
Zinc	5.000	10.00

Fuente: S.A.R.H. Dirección Gral. de Distritos de Riego. 1975.

## CLASIFICACION DE LAS AGUAS NEGRAS Y BLANCAS CON FINES DE RIEGO.

LIMITES DE VARIACION, Y VALORES PROMEDIO Y LIMITES PERMISIBLES EN EL PSP, CSR, RAS, SE, SP, Y  $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$  EN AGUAS NEGRAS Y EL CONTENIDO DE AGUAS BLANCAS DEL DISTRITO DE RIEGO 03 TULA, -HGO.

CONTENIDO	N E G R A S		BLANCAS CONCENT.	LIMITES PERMISIBLES
	VARIACION	PROMEDIO		
PSP en %	88.4-95.9	93.3	92.9	50%
CSR en me/l	5.3 13.1	9.5	3.5	2.5 me/l
RAS	16.7 41.5	27.7	6.8	20. me/l
SE en me/l	11.9 20.0	15.1	2.8	10. me/l
SP en me/l	7.6 25.3	12.3	12.3	15. me/l
% $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$	19.4 62.1	43.8	62.9	20. me/l

Observaciones: Como se puede comprobar, las aguas negras no son convenientes para ser empleadas en el riego porque están muy por arriba de los límites permisibles para uso agrícola, comprobándose con esto que las sales solubles están entre los contaminantes causantes de la disminución de rendimientos.

Fuente: M. en C. Felizardo Mascareño C. Chapingo, Méx. 1974.

Cuadro No. 5

CARACTERIZACION MEDIA DE LAS AGUAS EMPLEADAS PARA EL RIEGO  
EN EL DISTRITO DE RIEGO NUM.03, TULA, HGO.

INDICES Y IONES	TIPOS DE AGUAS PARA RIEGO		
	AGUAS BLANCAS	AGUAS MEZCLADAS	AGUAS NEGRAS
C.E. mmhos	.795 mmhos	1.58	1.95
P.S.S.	57	78	90
RAS	3	7.0	9
C.S.R. me/l	4.7	9.9	11.1
B me/l	.5	.8	1.7
Ca--Mg.me/l	66.5	81.2	86.5
K me/l	29.3	66.7	62.4
Na me/l	91.8	223.6	276.5
CO <sub>3</sub> me/l	-	-	-
HCO <sub>3</sub> - me/l	-	-	-
SO <sub>4</sub> me/l	-	-	-
Cl-me/l	-	-	-
NO <sub>3</sub> me/l	-	-	-
Clasificación	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>

Fuente: S.A.R.H. Direcc.Gral.de Distritos de Riego.

### 3.5. ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS PARA RIEGO.

Calidad de las aguas para riego, independientemente de su origen.

Estas aguas se han usado para riego por más de 70 años y según los análisis físicos y químicos de aguas para fines de riego, corresponden a cuatro muestras tomadas en diferentes sitios del Distrito y por los datos obtenidos resultan de mala calidad de acuerdo a la clasificación de aguas normales para riego. Existen diversas circunstancias que las hacen aceptables, como el -- que los suelos sean permeables, especialmente en el subsuelo y de origen calcáreo; que la precipitación anual promedio de 454<sup>+</sup> mm., concentrada principalmente en tres meses, ayude a lavar las sales y que el material orgánico que tiene reacción ácida ayude también a neutralizar el exceso de sales.

(Anexos: 5, 6, 7 y 8)

<sup>+</sup>En Tula el promedio anual es de 674 mm.

RESULTADO DEL ANALISIS DEL AGUA DE DRENES DEL DISTRITO DE RIEGO 03<sup>+</sup>

Anexo 5

P A R A M E T R O	Concentración (mg/l)			
	Dren Bonhó	Dren Boxthá	Dren Doxey	Dren Tlahuelipan
pH	7.7	7.7	7.5	7.3
Oxígeno disuelto	8.32	8.31	6.08	4.05
Demanda bioquímica de oxígeno	2.0	3.0	3.0	2.0
Sólidos suspendidos totales	115.0	144.0	55.0	6.0
Fósforo total	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Ortofosfatos	-	-	<0.01	<0.01
Nitrógeno				
.Amoniacal	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
.Orgánico	0.674	0.797	1.0	1.0
.Nitratos	1.56	1.94	2.40	2.40
.Nitritos	0.28	<0.05	1.40	0.05
Sulfatos	198.0	198.0	159.0	164.0
Calcio	168.0	136.0	153.0	140.0
Magnesio	56.7	41.7	45.0	48.0
Conductividad eléctrica -- (µmhos/cm)	453	528	-	-
Sustancias activas al azul de metileno	4.5	0.37	<0.01	<0.01
Grasas y aceites	17.0	10.0	41.0	15.0
Elementos traza				
.Aluminio	1.6	3.5	<1.0	<1.0
.Arsénico	<0.001	<0.001	0.028	0.022
.Bario	0.44	0.44	<0.30	<0.30
.Boro	0.44	0.26	0.35	1.33
.Cadmio	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
.Cobalto	<0.1	<0.1	<0.15	<0.15
.Cobre	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
.Cromo total	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
.Fierro	0.53	1.50	0.47	<0.10
.Fluoruro	0.41	0.36	1.34	0.36
.Litio	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
.Manganeso	0.10	0.19	<0.05	<0.05
.Mercurio	<0.0005	<0.0005	<0.0007	<0.0005
.Níquel	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
.Plomo	0.0126	0.0139	0.0135	0.0104
Coliformes fecales(NMP/100 ml)	920X10 <sup>(4)</sup>	≥24,000	≥24,000	≥24,000
Presencia de quistes				
.Nemátodos	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa
.Amibas	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva
Plaguicidas				
.DDT (µg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
.p,p'-DDE(µg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
.Aldrín (µg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
.Endrín (µg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
.Metoxicloro (µg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
.2,4-D (µg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

+ Muestreo realizado por Eco-Ingeniería, S. A. en abril de 1980.

En estos resultados se analizan contaminantes que en los anexos posteriores no se examinan, en virtud de que fueron realizados por otra institución y no por el laboratorio del Distrito, por ello se consideran importantes e interesantes.



INFORME DE ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE AGUAS PARA RIEGO  
DISTRITO DE RIEGO 03-TULA, HGO.

No. de Sitio: C-1

Nombre del Dren o Canal: EMISOR CENTRAL

Localización: Salida

Fecha Análisis: 8-junio 1982

TURBIDEZ: Turbia  
OLOR: Fétida  
COLOR: Amar-verd.  
NATURALEZA DEL SEDIMENTO: Orgánico

Concentración de Iones de Hidrógeno (pH) . . . . .	7.10
Conductividad Eléctrica Mayor/Cm.a 25°C . . . . .	940
Sólidos Disueltos en p.p.m. . . . .	564
Salinidad Efectiva . . . . .	5.67
Salinidad Potencial . . . . .	2.47
Relación de Absorción de Sodio . . . . .	3.36
Carbonato de Sodio Residual mg/L. . . . .	3.37
Porcentaje de Sodio Posible . . . . .	84.30
Soro (ppm) . . . . .	1.76
Otras Determinaciones: (ppm)	
Grasas . . . . .	41.60
Materia Orgánica . . . . .	80.40
ABS . . . . .	6.98

Cationes Solubles(meq/l)		Aniones Solubles ( meq/l)	
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	2.02	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (Carbonatos)	0.86
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	2.03	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (Bicarbonatos)	6.56
Sodio (Na <sup>+</sup> )	4.78	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (Sulfatos)	0.0
Potasio( K <sup>+</sup> )	0.89	Cl <sup>-</sup> (Cloruros)	2.47
		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (Nitratos)	0.07

Determinación de Algunos Elementos Tóxicos(CIECCA) ppm.

Arsénico (As)	0.049	Cadmio (Cd)	< 0.03
Cromo Total( Cr)	0.21	Cobre (Cu)	0.35
Mercurio (Hg)	0.0012	Magnesio (Mg)	< 1.0
Niquel (Ni)	0.24	Zinc (Zn)	0.88
Cobalto (Co)	0.0838	Ploomo (Pb)	No determinado

Clasificación: C<sub>3</sub> altamente salina S<sub>1</sub> con bajo contenido de sodio.

Fuente: S.A.R.H.Direcc.Gral.de Distritos de Riego.

INFORME DE ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE AGUAS PARA  
RIEGO EN EL DISTRITO DE RIEGO 03-TULA, HGO.

No.de Sitio: C-11

Nombre del Dren o Canal: Principal Endhó

Localización: Bondhó Km.23+000

Fecha del Análisis: 8 junio de 1982

Turbidez: Turbia                      Color: Amarillenta  
Olor: Fétida                              Naturaleza del Sedimento: Orgánico

Concentración de Iones de Hidrógeno(pH)	7.55
Conductividad Eléctrica Mhos/cm. a 25°C	1,000.
Sólidos Disueltos en p.p.m.	600
Salinidad Efectiva:	5.67
Salinidad Potencial	2.56
Relación de Absorción de Sodio	3.20
Carbonato de Sodio Residual me/l	2.93
Porcentaje de Sodio Posible	84.30
Boro p.p.m.	0.99

Otras Determinaciones: (p.p.m.)

Grasas:	-
Materia Orgánica	-
ABS	-

CATIONES (meq/l)		ANIONES (meq/l)	
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	2.54	Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2.31
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	2.15	Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	5.11
Sodio(Na <sup>+</sup> )	4.78	Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	0.0
Potasio(K <sup>+</sup> )	0.89	Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	2.56
		Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.02

Determinación de Algunos Elementos Tóxicos:  
(CIECCA) ppm.

Arsénico (As)	-	Cadmio(Cd)	-
Cromo Tl.(Cr)	-	Cobre(Cu)	-
Mercurio (Hg)	-	Magnesio (Mg)	-
Niquel( Ni)	-	Zinc( Zn)	-
Cobalto(Co)	-	Plomo(Pb)	-

Clasificación: C<sub>3</sub> altamente salina; S<sub>1</sub> con bajo contenido de sodio.

Esta agua se considera peligrosa para usos agrícolas por su alto contenido de carbonato de sodio residual.

Nota: Este Laboratorio clasifica las aguas de riego en 4 clases de acuerdo con la clasificación del Manual 60 del Depto. de Agricultura de los Estados Unidos, dándoles los nombres siguientes: Primera Clase: Buena; Segunda: Tolerable; Tercera: Peligrosa; y Cuarta: muy Peligrosa.

Fuente: S.A.R.H. Distritos de Riego. Distr. de Riego 03 Tula, Hgo.

### 3.6. PROYECTOS HIDRAULICOS.

Desde el año de 1970, se vienen planeando proyectos hidráulicos consistentes en la ampliación y rehabilitación del -- Distrito de Riego del río Tula, sin embargo como no se encontró publicación alguna respecto á resultados obtenidos y si efectivamente se había llevado a cabo dicho proyecto, ya que en la información recopilada se mencionaba a la primera etapa del Plan Hidráulico del Centro (PLHICEN), pero como proyecto futuro, hubo que recurrir nuevamente a la fuente directa.

Como antecedentes de los resultados de dicho Plan, a continuación se mencionan los datos más importantes en este proyecto.

La Primera Etapa consistió en la ampliación del Distrito del río Tula hacia las zonas de Alfajayucan, Bojay, Xochitlán y Chilcuautla (Valle Alto de Ixmiquilpan), para regar un área conjunta de 27,837 Has.

#### a) Objetivos básicos:

- Regar por gravedad 27,837 Has., aprovechando los excedentes de agua del Distrito de Riego del río Tula;
- Modificar la estructura del régimen actual de tenencia de la tierra en el que predomina el minifundio, ampliando las dotaciones a los ejidatarios y pequeños propietarios, a fin de que les permitan elevar sustancialmente sus cortos ingresos;
- Producir cultivos remunerativos adecuados a las condiciones ecológicas de la región.

#### b) Obras.-

	<u>Area que regará:</u>
Canales principales del Centro	17,000 Has.
Bojay	677 Has.
Xochitlán	5,840 Has.

Canales principales de Chilcuautla 4,320 Has.  
con sus respectivos sistemas de distribución, drenaje y  
caminos de servicios.

c) Obras complementarias.-

- Casas para canaleros, redes telefónicas, trabajos pre-  
agrícolas como desmonte, desenraice, limpia y nivelación  
de los terrenos, formación de terrazas.

d) Distribución y beneficios.-

Las 27,837 hectáreas serán distribuidas de la siguiente  
manera:

Agricultores: 6,620 a) 4,491 pequeños propietarios;  
b) 2,129 ejidatarios y comuneros.

El área de la parcela media será de 4.2 Has., ascendien-  
do la población total beneficiada a 34,424.

e) Costo del proyecto.-

Asciende a \$435,945 millones, que se ejercerán en un pe-  
ríodo de tres años.

f) Financiamiento.

La del Gobierno Federal de:	\$ 223'445,000.00
La del Banco Interamericano de Desarro- llo(Fondo de Operaciones Especiales)	<u>212'500,000.00</u>
	\$ 435'945,000.00

g) Producción.-

El valor anual de la producción agrícola aumentará de --  
\$11'297,000.00 a \$269'669,000.00 y el valor de la producc  
ción por agricultor se incrementará de \$1,706.00 a ----  
\$40,735.00 por año (más de 23 veces su valor inicial); el  
valor de la producción per cápita crecerá de \$338.00 a  
\$7,834.00 al año; el ingreso neto por agricultor pasará -  
de \$846.00 a \$26,530.00 anuales.

Para tener una idea más clara de lo anterior, a continua-

ción se presenta un resumen de las condiciones antes del proyecto y con el proyecto en plena producción.

<u>C O N C E P T O</u>	<u>CONDICIONES PRESENTES</u>	<u>CONDICIONES FUTURAS</u>
Superficie total en Has.	27,837	27,837
Superficie cultivada en Has.	8,459	27,837
a) Riego	500	27,837
b) Temporal	7,959	-
Número de agricultores	6,620	6,620
Valor de la producción agrícola (Millones de pesos)	11,297	269,669 <sup>‡</sup>
Valor de la producción por agricultor(pesos)	1,706	40,735
Valor de la producción per cápita (pesos)	328	7,834
Ingreso neto anual por agricultor (pesos)	846	26,530

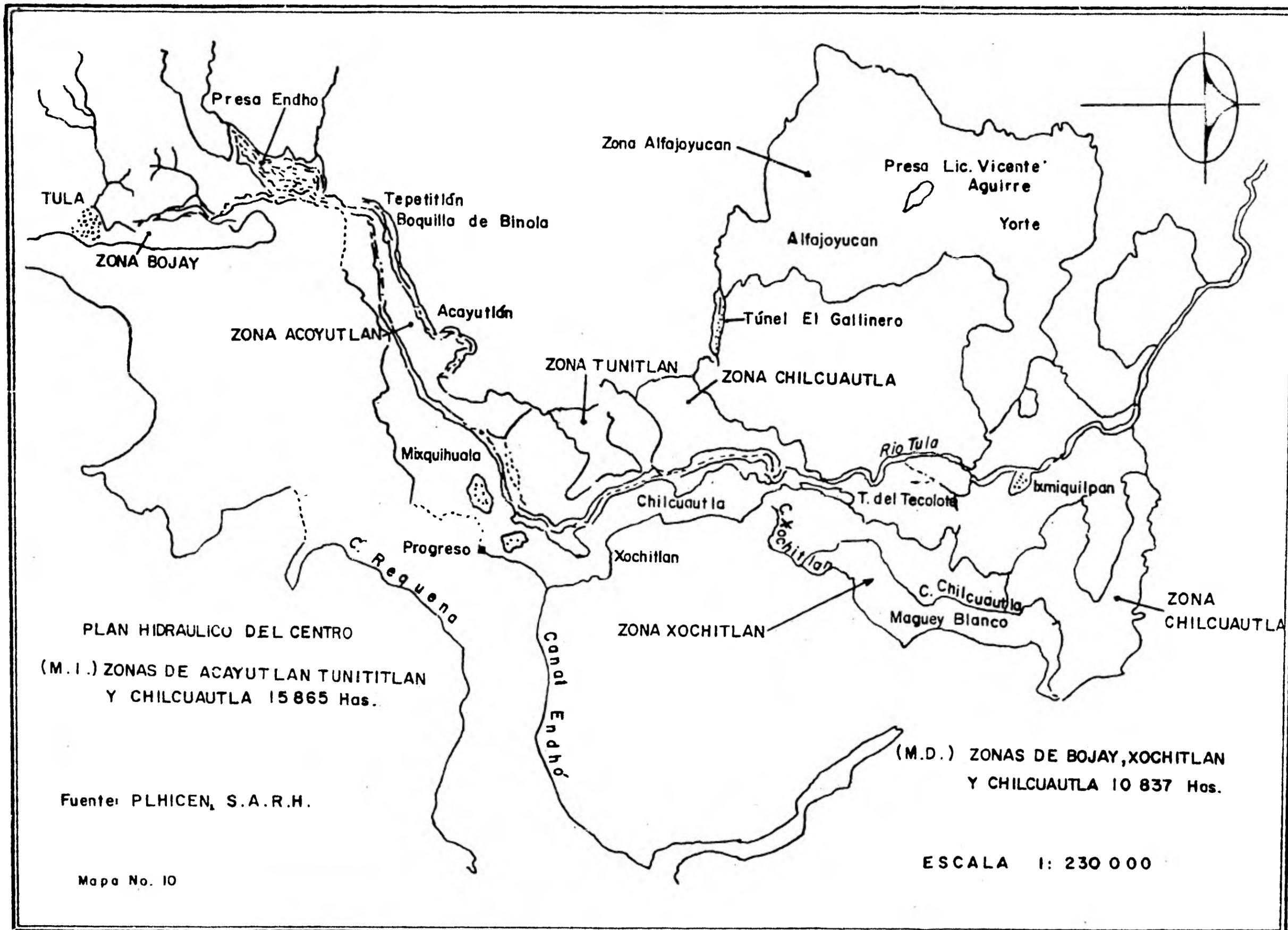
‡ Este valor se alcanza en la etapa de pleno funcionamiento del proyecto.

h) Resultados.-

La Primera Etapa se concluyó aproximadamente en 1981 y funciona dentro del Distrito de Riego 100-Ixmiquilpan. Actualmente está en acción la Segunda Etapa. (Mapa 10)

Fuentes: Plan Hidráulico del Centro S.A.R.H., México 1970.

g. Francisco de la Rosa. Jefe de Operación y Desarrollo Distrito de Riego 03, Mixquiahuala, Hgo. 1982.



PLAN HIDRAULICO DEL CENTRO  
 (M.I.) ZONAS DE ACAYUTLAN TUNITITLAN  
 Y CHILCUAUTLA 15 865 Has.

(M.D.) ZONAS DE BOJAY, XOCHITLAN  
 Y CHILCUAUTLA 10 837 Has.

Fuente: PLHICEN, S.A.R.H.

Mapa No. 10

ESCALA 1: 230 000

### 3.6.1. REHABILITACION DEL DISTRITO DE RIEGO DEL RIO TULA.

El proyecto de rehabilitación del Distrito, consiste en el mejoramiento de sistemas de conducción y distribución de las aguas y sus estructuras de operación de las redes de drenes y caminos de servicio, de las obras complementarias, de trabajos pre agrícolas y del suministro de equipo y maquinaria para la conservación del Distrito.

La actual red de drenaje tiene una longitud de 56.3 kilómetros y el dren principal una capacidad de 15 mt<sup>2</sup>/seg.

Este proyecto destinado a la rehabilitación del Distrito de Riego 03, tiene las características siguientes:

Período de construcción:	2 años
Superficie total:	46,800 Has.
Inversión total:	\$600 millones de pesos
Beneficios, según proyecto: (millones, pesos/año)	301.5
Volumen de agua demandada: (millones de M <sup>3</sup> /año)	900

Se pudo constatar que de este proyecto se lleva muy poco avanzado, ya que de 400 kilómetros de canales, sólo 6 kilómetros han sido revestidos, además en el recorrido se observó que existen partes, generalmente planas, donde el agua se encuentra estancada, inundando parte de los terrenos, lo cual obedece a una mala red de distribución y drenaje deficiente, aunado a que en épocas de lluvia aumenta el volumen de agua que reciben los terrenos, porque muchos usuarios no dejan de regar con agua negra a fin de no perder los fertilizantes que contiene ésta.

Fuente: Comisión del Plan Nacional Hidráulico. S.A.R.H., México 1978.

## 3.7. OTROS USOS.

Generación de energía eléctrica.-

USUARIOS:

- a) Comisión Federal de Electricidad. Recibe agua negra -- que le es proporcionada por el Distrito de Riego 03, para su planta Francisco Pérez, donde tiene sus instalaciones de tratamiento de aguas negras para generación de energía y aunque al desecharla después de utilizarla para enfriamiento, no es potable, resulta de mejor calidad que la que llega directamente por los túneles y canales hasta las zonas agrícolas. Desafortunadamente esta agua no es utilizada para riego, pues aunque es muy poca, bien podría usarse en pequeñas áreas de cultivo.
- b) Hidroeléctrica de Juandó y de la Cañada, quedando -- después disponible para riego.
- c) Fábrica Cruz Azul. Para satisfacer las concesiones de agua negra a razón de 2,000 lt/seg.
- d) Planta hidroeléctrica Schmelz, 1500 lt/seg. y de los Ejidos San Miguel Vindhó, Pueblo Nuevo Jasso y Santa María 500 lt/seg.

Es justo mencionar que la Cía. de Luz y Fuerza de Pachuca, S. A., ha construido algunas de las presas y canales más importantes de Hidalgo y que forman parte del Distrito de Riego 03, como la Presa Jasso, en la que Ferrocarriles de Pachuca contribuyó a la construcción de la misma; Presa Tlamaco y Canal -- Tlamaco-Juandó.

La Presa Endhó fue construida por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1947. Actualmente todas estas obras son propiedad del Gobierno del Estado.

- e) Ganadería. No es un renglón importante en Tula, en --

virtud de la escasez de tierras dedicadas al pastoreo.

En el recorrido, se encontraron rebaños aislados de borregos y vacas que pastaban cerca de los canales de aguas negras y se observó que el ganado constituido por vacas está muy bien desarrollado, en especial el que se localiza cerca de la Presa En-dhó y su tamaño es superior al ganado que bebe agua común, pero sería aconsejable hacer un estudio de su calidad.

Fuentes: Comisión Federal de Electricidad, Tula, Hgo.;  
Problemas Agrícolas de México. S.A.R.H. México 1950.

### 3.8. METODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS.

Es indudable que las aguas negras han beneficiado al Estado de Hidalgo, ya que en conjunto son los diversos productores de alfalfa los que ocupan el primer lugar en nuestro país, pero también es innegable que a medida que avanza la ciencia y tecnología el contenido de las aguas residuales estará cada vez más contaminado, logrando con esto que el suelo se siga perdiendo y deteriorando.

Por esto es necesario que lo antes posible se estudie un método sencillo, económico, eficaz, que ayude a tener agua disponible para el riego u otros usos y que no ocasione problemas ambientales que concluyan con una población enferma.

Los objetivos que se persiguen en el tratamiento de las aguas negras incluyen:

- 1.- La conservación de las fuentes de abastecimiento de agua para uso doméstico
- 2.- La prevención de enfermedades
- 3.- La prevención de molestias
- 4.- El mantenimiento de aguas limpias para el baño y otros propósitos recreativos.
- 5.- Mantener limpias las aguas que se usan para la propagación y supervivencia de los peces
- 6.- Conservación del agua para usos industriales y agrícolas
- 7.- La prevención del azolve de los canales navegables.

Una planta de tratamiento de aguas negras se diseña para retirar de las aguas negras las cantidades suficientes de sólidos orgánicos e inorgánicos que permiten su disposición sin infringir los objetivos propuestos.

Existen tres factores básicos determinantes que hacen variar a un tratamiento determinado:

- a) Las características y la cantidad de sólidos acarreados por las aguas negras
- b) Los objetivos que se propongan en el tratamiento
- c) La capacidad o aptitud que tenga el terreno (para la disposición subsuperficial o por irrigación), o el agua receptora (en la disposición por disolución), para verificar la autopurificación o dilución necesaria de los sólidos de las aguas negras, sin violar los objetivos propuestos.

El tratamiento de las aguas negras es el conjunto de recursos por medio de los cuales es posible verificar las diferentes etapas que tienen lugar en la autopurificación de una corriente dentro de una área limitada y apartada y bajo condiciones controladas.

Son muchos los métodos que se pueden emplear para el tratamiento de aguas negras, en nuestro país existen varias industrias especializadas, esto como respuesta a la constante industrialización, responsable de la alta contaminación en mares, ríos y aguas superficiales. Ejemplo de esto es el río Tula, cuyas aguas contaminadas por las aguas negras hicieron desaparecer la fauna silvestre y la introducida (como la trucha de Israel), creando zonas de plagas como mosquitos.

Existen, como ya se comentó antes, varios métodos para el tratamiento de las aguas negras que comprenden desde la protección del equipo de bombeo, llamado "Tratamiento Preliminar"; el tratamiento primario cuyo fin es eliminar la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas negras entre un 40 a 60%; el químico que es más efectivo en cuanto a la eliminación de los sólidos suspendidos hasta en un 60% o más; el secundario que disminuye hasta en un 90% los sólidos suspendidos y hasta un 70% la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sup>+</sup>).

<sup>+</sup> El DBO cuantifica en términos de oxígeno la materia orgánica putrescible.

Los métodos más conocidos y empleados son el de cloración de las aguas negras, que también se usa en las aguas blancas, sin embargo los peritos en la materia<sup>+</sup> hacen la aclaración de que no se conoce con exactitud la reacción que pueda existir por la diversidad de sustancias contenidas porque podría actuar en lugar de como desinfectante como un tóxico.

Otro método es el tratamiento de los lodos, el cual están empleando en la Comisión Federal de Electricidad en sus instalaciones Francisco Pérez de Tula, Hgo., con buenos resultados para el fin que persiguen.<sup>++</sup>

<sup>+</sup>Manual de Tratamiento de Aguas Negras, Departamento de Sanidad de Nueva York;

<sup>++</sup>Ver otros usos. Inciso 3.7.

## CAPITULO IV

## 4. SUELO

## 4.1. Antecedentes. Capacidad agrológica de los suelos.

Es importante tener en cuenta que en todas las partes del mundo la conservación del suelo depende del uso y cuidados que se le proporcionen según las características particulares de los mismos. Este es el principio fundamental de la conservación de suelos y aguas en todo el mundo.

La conservación del suelo, de acuerdo al concepto de Hugh Hammond Bennett, dice que "es la ciencia de usar y tratar el terreno para aumentar su productividad conservando en él sus cualidades naturales de fecundidad, esto es, tal y como la practican los peritos agrónomos".

Para clasificar a los suelos y conocer su capacidad agrológica se toma en cuenta su espesor y en base a ello se seleccionan las prácticas agronómicas en el uso y conservación de los suelos en cada caso en particular.(Cuadro 6)

La naturaleza del suelo, el grado de erosión y el declive influyen directamente sobre el uso y conservación de la tierra. El clima debe considerarse también porque fija la clase de cultivo que debe utilizarse y la densidad de su vegetación que se constituyen en factores determinantes de la necesidad y posibilidad de detener la erosión.

En los incisos posteriores se describen los suelos del Municipio, según su horizonte y características diagnósticas, así como por su origen, génesis y morfología; estos últimos hechos en base a las características especiales del lugar.

Fuentes: Manual de Conservación de Suelos. Edit. Limusa, México, 1977; Fundamento de la Ciencia del Suelo. C.E.Millar - C.F.C.S.A. México 1975.

Cuadro No. 6

<u>E S P E S O R</u>	<u>C L A S E</u>	<u>C A R A C T E R I S T I C A S</u>
De 0 a 10 Cms.	4a. Clase	Uso muy restringido o desechable
10 25 "	3a.	Uso restringido
25 75 "	2a.	Con restricciones ligeras
Más de 75 "	1a.	Suelos aptos para todos los cultivos.

-----

En este estudio a los suelos de 3a clase se les da una clasificación especial debido a que tienen buena productividad cuando se rigan con aguas negras y aún los considerados de 4a clase, en algunos casos tienen regular producción, ya que generalmente éstos últimos no son fértiles y los de 3a. tienen poca productividad en las clasificaciones convencionales.

Fuente: Estudio Agrológico Comp. del D. de Riego 03 de Tulá, Hgo. México, 1976.



FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS  
COLECCION DE GEOGRAFIA

#### 4.2. CLASIFICACION DEL SUELO.

##### Generalidades.

En la zona de estudio existe una principal unidad de suelo, basada en el sistema FAO-UNESCO, 1970, modificada por CETENAL y referida a los horizontes y características diagnósticas.

- FEQZEM (tierra parda). Son suelos que se encuentran en varias condiciones climáticas desde zonas semiáridas hasta las tropicales lluviosas, a excepción de las frías; la vegetación que se distingue es bosque, chaparral, matorral o pastizal. Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Son de alto rendimiento si se les cuida de la erosión, en tal de los casos se podrá usar para pastoreo o ganadería con resultados favorables. El uso óptimo depende del tipo de terreno y posibilidades de obtener agua en cada caso. Símbolo (H).

Dentro de esta unidad, se distinguen dos subunidades, cuyas características más importantes son:

##### a) Hólico (h)

Espesor: de 15 a 30 cms.

Clasific: limoso-arcilloso

Material parental: calcáreo y de otras rocas sedimentarias

Tipo de suelo: Orgánico

Origen: residual, aluvial y coluvial

##### b) Lúvico (l)

Espesor: de 15 a 30 cms.

30 a 90 cms.

Clasific: limoso-arcilloso

Característica: Susceptible a salinizarse con sodio si se riegan con agua de mala calidad. Climáticamente están más restringidos, pues les favorecen los climas áridos, templados y tropical seco.

Tipo de suelo: orgánico

Origen: residual

Fuente: Manual para la aplicación de las cartas edafológicas de CETENAL para fines de Ingeniería Civil. México 1977.

#### 4.3. ORIGEN, GENESIS Y MORFOLOGIA DEL SUELO DEL MUNICIPIO.

Según su origen, génesis y morfología, se han clasificado a los suelos del municipio de Tula en Aluviales e In situ, siendo sus principales características las que a continuación se mencionan.

**ALUVIALES.-** Son suelos de formación reciente, generalmente localizados en valles, vallecillos y vegas de ríos y arroyos, distinguiéndose en éstos dos tipos de series de suelos principales y cuyas particularidades son:

##### a) Lagunillas

Profundidad: 25 a 75 cms.

Clase: 2a.

Textura: Fina (3)

Topografía: Plana pendiente menor de 2%

Origen: Por diversos materiales arrastrados por las corrientes, entre los que predominan andesitas y riolitas.

Formación: Aluvial con desarrollo incipiente.

Susceptibilidad a : A últimas fechas se han venido afectando por sales algunas pequeñas zonas de esta serie.

Tipos: Arcilla

Fertilidad: Aumenta por medio de fertilizantes u otras correcciones del suelo.

Cultivos: Maíz, alfalfa, cebada, avena, trigo, frijol chile.

Drenaje: Interno deficiente por el predominio de textura fina; sufren inundaciones periódicas por desbordami-

entos de los ríos o escurrimientos de las zonas altas adyacentes. Si se introducen obras de drenaje\_ estos suelos pasan a ser de primera clase.

b) Actopan

**Profundidad:** 200 cms. **Clase:** 1a.

**Textura:** Gruesa (1)

**Topografía:** Plana. Pendiente igual o menor de 2%

**Origen:** Por diversos materiales transportados por las corrientes entre las que predominan tobas y andesitas.

**Formación:** Aluvial con incipiente grado de desarrollo.

**Susceptibilidad a:** La contaminación por el uso de aguas negras; esto las limita sobre todo en cultivos como bulbos y tubérculos.

**Tipos:** Arcilla-Actopan; franco-arcilloso Actopan y franco-arenoso-Actopan.

**Fertilidad:** Son terrenos productivos si se les trata adecuadamente.

**Cultivos:** Camote, papa, hortalizas(restringidos), alfalfa y maíz.

**Drenaje:** Superficial: moderadamente deficiente; interno: rápido.

IN-SITU.- Se dividen en Residuales, localizados en lomeríos, - cerros y lugares altos y Coluviales, en laderas y proximidad - de los cerros y montañas.

En los suelos In-situ, se diferencian dos series de suelos.

a) Tepatepec.

Profundidad: 50 a 150 cms.

Clase: 1a. y 2a.

Textura: Fina(3)y media (2)

Color: Gris, amarillo y café claro.

Topografía: De plana a la inclinada de lomeríos.

Origen: Tobas

Formación: In situ

Susceptibilidad: No presenta problemas de sales, pero en cambio se ve afectado por el suelo y topografía el valor agrícola.

pH: Ligeramente alcalino.

Tipos: Franco-arcilloso-arenoso; franco arcilloso y arcilla tepatepec.

Fertilidad: Baja respecto a nitrógeno, fósforo y potasio; alta respecto a calcio.

Cultivos: Alfalfa, trigo, maíz, cebada, chile, jitomate, árboles frutales(ciruelo, durazno, etc.).

## b) Progreso.

- Profundidad: 10 a 75 cms. Clase: 2a. y 3a.  
 Textura: Medias (2) y fina (3)  
 Colores: Café claro y oscuro al café rojizo claro  
 Topografía: Inclínada y fuertemente inclinada  
 Origen: De una capa caliza consolidada  
 Formación: In-situ en las partes altas y coluvial en las laderas.  
 Limitantes: Espesor del suelo, topografía, erosión, pedregosidad y rocosidad  
 Tipos: Franco-arenoso, arcilla Progreso, Franco-arenoso---Progreso, Franco-ercilloso-arenoso-Progreso y Arcillo-arenoso-Progreso  
 Cultivos: Alfalfa, trigo, cebada, maíz, chile, jitomate, avena, calabaza  
 Drenaje: Interno, varía de rápido a muy rápido.

En general se puede afirmar que los suelos del Municipio son capas que descansan sobre caliche o tepetate y que el subsuelo de estas tierras está compuesta de caliche muy calcáreo, poroso y permeable y localizado en la parte sur del Municipio (clasificado como chesnut); y que encontramos en el noreste suelos con un espesor de más de 50 cms, también con subsuelo de caliche, muy productivos tipo chernozem y por último en la parte occidental, montañosa, el subsuelo es tepetate amarillo-rojizo con partículas de cuarzo y material basáltico estéril por lo seco, pues es parecido a la arena, tipo chesnut.

Fuente: Estudio Agrológico Complementario del Distrito de Riego No.03 de Tula, Hgo. México 1976.

#### 4.4. USO ACTUAL DEL SUELO.

Se refiere al uso que se le da al suelo en el Municipio y según las hectáreas que abarca por orden de importancia se distribuyen de la siguiente manera: (Mapa 11)

	a) Riego	5,703.8 Has.
Agrícola	b) Temporal	7,968.4 Has.
Forestal		37.9 Has.

Es importante mencionar que en Tula existen tres regímenes de tenencia de la tierra y son:

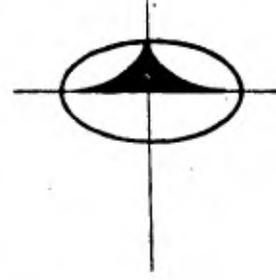
- a) Privado
- b) Municipal
- c) Ejidal

En Tula, la mayoría de los ejidos son muy pequeños, lo que ocasiona problemas de difícil solución como el tener colindancias y no tener el mismo cultivo, por lo tanto no requerir la misma cantidad de agua, creando zonas de mucha humedad que perjudican las cosechas, redivisión insuficiente al ser muchos propietarios y pocas tierras, descuido o abandono de tierras por lo mismo, pues muchas de estas personas emigran a los centros industriales donde tienen mayor seguridad económica. (Cuadro 7).

En base a la naturaleza de la tenencia, las tierras se clasifican en pastos naturales, bosques de especies, tierras incultas productivas y no adecuadas para agricultura ni ganadería y susceptibles a abrirse al cultivo en forma fácil costeable, (Cuadro 8); de labor, que incluyen tierras de temporal, de jugo o humedad y de riego, con cultivos anuales o de ciclo corto, con frutales, plantaciones y agaves, con pastos y praderas cultivables. (Cuadro 9).

Fuentes: Plan Rector de Desarrollo Urbano de Hidalgo. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Pachuca, Hgo. 1970;

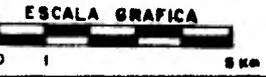
IX Censo General de Población 1970. Secretaría de Industria y Comercio. Estado de Hidalgo. Vol. II, México, 1971.



FUENTE S. P. P.

*SIMBOLOGIA*

- AlpA AGRICULTURA DE TEMPORAL PERMANENTE ANUAL
- Ar (A-Sp) AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL SEMIPERMANENTE
- Pn PASTIZAL NATURAL
- PI PASTIZAL INDUCIDO
- FBL(Q) BOSQUE NATURAL LATIFOLIADAS (ENCINO)
- Ce CARDONAL
- Eh(f) EROSION HIDRICA (FUERTE)
- H<sub>2</sub>O AGUA
- Ms MATORRAL ESPINOSO
- Ms MATORRAL SUBERME
- No NOPALERA
- S SECUNDARIA



Cuadro No.7

## NUMERO Y SUPERFICIE DE UNIDADES DE PROPIEDAD PRIVADA POR TIPO DE TENENCIA.

Munic. y Rama - Censal.	Superficie Total	<u>Propietario</u>		<u>Arrendatario</u>		<u>Aparceo</u>		<u>Ocupante</u>		<u>O t r o</u>	
		Número	Superf.	Número	Superf.	Número	Superf.	Número	Superf.	Número	Superf.
Tula de Allende	2,199.8	1,065	2,181.2	3	5.6	6	8.7	2	.6	2	3.7
Mayor de 5 Has.	1,121.6	69	1,120.6	-	-	1	1.0	-	-	-	-
De 5 Has.o Menos	1,078.2	996	1,060.6	3	5.6	5	7.7	2	.6	2	3.7

Fuente: IX Censo Gral. de Población 1970 S.I.C. Dirección General de Estadística. 1971.  
Vol. II. Hidalgo.

## CLASIFICACION DE LAS TIERRAS. (1)

HAS.

Municipio y Rama	Censal.	Núm. de Unidades	Sup. Total Censada	De Labor	Con Pastos Naturales en:	
					Corros	Llanuras
Tula de Allende		1,091	23,649.4	13,799.6	8,654.8	3.6
I) Unid. de Prop. Privada		1,072	2,199.8	1,507.1	150.0	3.6
a) Mayores de 5 Has.		69	1,121.6	731.9	106.0	3.4
b) De 5 Ha. o menos		1,003	1,078.2	775.2	44.0	.2
II) Ejidos y Com. Agrarias		19	21,449.6	12,292.5	8,504.8	-

## CLASIFICACION DE LAS TIERRAS. (2)

Municipio y Rama	Con Bosques de Especies:			No Adecuadas para Agricult. ni Ganadería	Susceptibles de Abri- se al Cultivo en For- ma Fácil Costea- ble.
	Maderables	No Maderables	Incultas Productivas		
Tula de Allende	3.6	34.3	147.	1,006.5	571.2
I) Unid. de Prop. Privada	3.6	34.3	147.	354.2	121.2
a) Mayores de 5 Has.	1.5	34.	80.8	164.0	73.4
b) De 5 Has. o menos	2.1	.3	66.2	190.2	47.8
II) Ejidos y Com. Agrarias --			--	652.3	450.

Inf. Hasta 1969.

## CLASIFICACION DE LAS TIERRAS DE LABOR.

Municipio y - Rama Censal	Unid.Censa das con -- Tierra de Labor.	T o t a l				H a s .			
		Suma	Temporal	Jugo - Humedad	Riego	Suma	Temporal	Jugo Humedad	Riego
Tula de Allende	912	13799.6	7968.4	127.4	5703.8	13702.6	7884.2	120.4	5698.0
I) Unid.de Prop.Priv	894	1507.1	806.6	26.6	673.9	1431.8	744.1	19.6	668.1
a) Mayores de 5 Has	64	731.9	396.0	12.5	323.4	702.7	376.8	5.5	320.4
b) De 5 Has o Menos	830	775.2	410.6	14.1	350.5	729.1	367.3	14.1	347.7
II) Ejidos y Com.Agra rias.	18	12292.5	7161.8	100.8	5029.9	12270.8	7140.1	100.8	5029.9

Continúa..

Municipio y Rama Cen-	<u>Con Frutales, Plantaciones y Agaves</u>			<u>Con Pastos y Praderas Cultivables</u>			
	Sal.	Suma	Temporal	Riego	Suma	Temporal	Jugo o Hume- dad.
Tula de Allende:	78.5	76.7	1.8	18.5	7.5	7.0	4.
I) Unid. de Prov. Privada	56.8	55	1.8	18.5	7.5	7.0	4.
a) Mayores de 5 Ha.	18.2	18.2	-	11.0	1.0	7.0	3.
b) De 5 Ha. o menos	38.6	36.8	1.8	7.5	6.5	-	1.
II) Ejidos y Com. Agrarias	21.7	21.7	-	-	-	-	-

\* Información hasta 1969.

Fuente: IX Censo General de Población 1970. Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Estadística. Estado de Hidalgo. México 1971. Vol. II

#### 4.5. SUPERFICIE DEL SUELO Y CULTIVOS IRRIGADOS CON AGUA NEGRA.

##### 4.5.1. Superficie del suelo irrigado con aguas negras.

El Distrito de Riego 03, abarca una superficie de 52,118 - hectáreas de las cuales Tula de Allende representa sólo el 8.6% - o sean 4,497 hectáreas de 5,703 de riego, lo que significa que - en sí el Municipio no recibe gran beneficio de las aguas negras - y que la mayor parte de éstas van con dirección norte a la sede - de la administración del agua: Mixquiahuala.

Inclusive, en el recorrido se observaron detalles como el hecho de que en lugares como Ciudad Cooperativa Cruz Azul no se - usan para cultivos, sino para generación de energía porque la -- principal actividad son las cementeras, lo mismo que en Vindhó - donde su empleo es escaso o nulo, sin embargo en esta última re- gión existen problemas por la erosión hídrica y que es urgente - atender.

Lo anterior tiene como justificación que en la cabecera - municipal la actividad industrial se ha intensificado más a par- tir de la instalación de fuentes de trabajo como la refinería de Pemex, la termoeléctrica, entre otras.

##### 4.5.2. Principales cultivos irrigados con aguas negras

Son en orden de importancia: alfalfa, cuya producción es - íntegramente destinada a la zona lechera de México; maíz, frijol, chile, cebada, trigo, etc., así como los cultivos de huerta y hor- talizas. (Ver cuadros 11 y 12).

Aunque se prohíbe regar con aguas negras las hortalizas y - legumbres que se consumen crudas se constató que existen parcelas que no obstante esta prohibición sí se riegan con aguas negras, - esto se observó en pequeñas porciones a lo largo de la carretera - que comunica con el Distrito.

En el cuadro 12 se mencionan diversos productos de horta-

lizas y legumbres, pero el encargado de Operación y Desarrollo - del Distrito, Ing. de la Rosa, informó que son irrigados éstos - con agua distinta a la negra, ya sea de arroyos o de lluvia, y - que les es difícil controlar las parcelas clandestinas.

Llevar un control eficaz de lo que se riega con aguas negras resultaría costoso, lo que indudablemente repercutiría en - el bolsillo de los usuarios que por lo general son de escasos recursos al tener que contratar personal especial para esta vigilancia continua de sembradíos.

#### 4.6. ANALISIS FISICO-QUIMICO-BIOLOGICO DE LOS SUELOS IRRIGADOS CON - AGUAS NEGRAS Y MEZCLADAS.

Las características físicas, químicas y biológicas de los suelos agrícolas forman parte de los factores que determinan la fertilidad de los mismos, pero igualmente existen otros que los pueden demeritar en su productividad como el mal uso y falta de cuidados.

Estas y otras particularidades son desde hace años motivo de continuas investigaciones por parte de los especialistas en suelos, los cuales han tratado de establecer diversos parámetros mediante los análisis de laboratorio.

El laboratorio del Distrito de Riego 03 Tula, efectúa este tipo de exámenes cada año, con objeto de vigilar el buen funcionamiento de las zonas agrícolas que por su conducto se irrigan con agua negra, tratando de evitar con ello el mal uso de la misma y el deterioro de los suelos agrícolas.

En los datos anexos proporcionados por el Distrito, 5 en total, de muestras obtenidas en dos diferentes sitios y profundidades, se puede advertir que el suelo no señala alteración -- por el contenido del agua negra<sup>†</sup>, no obstante el alto contenido de boro y que en cambio continúa beneficiando a los usuarios al proporcionarles materia orgánica a muy bajo costo, sin embargo es recomendable cuidar el material en suspensión, porque existen algunos elementos de los cuales se desconoce qué cantidad - provoca toxicidad y qué reacciones acarrea un alto promedio con tenido en estas aguas.

(Anexos 9, 10, 11, 12, 13 )

<sup>†</sup>Ver cuadro 10

Fuentes: Ing. Francisco de la Rosa, Jefe de Operación y Desarrollo de la S.A.R.H. Mixquiahuala, Hgo. 1982.

M. en C. Felizardo Mascareño Castro, Tesis, Chapingo, Méx.

VARIACION Y NIVELES PROMEDIO EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS SUELOS DEL D.DE RIEGO 03

CONTENIDO		VARIACION		PROMEDIO	INDICACIONES
Materia Orgánica en %		1.20	5.70	2.60	Suelos medianamente ricos
Nitrógeno total	"	0.11	0.27	0.180	Ricos en Nitrógeno
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kg/Ha	18.00	110.00	70.00	" Fósforo
K	"	250.00	2,125.00	1,224.	" Potasio
Ca	"	4,725.	20,000.	23,105.	" Calcio
Mg	"	625.	9,375.	2,226.	" Magnesio
pH		7.7	9.	8.50	Son de reacción alcalina los suelos
CE	Mmhos/cm	0.5	2.7	1.32	Normales si no tienen exceso de sodio
<u>SALES SOLUBLES</u>					
Ca <sup>++</sup>	en me/l	T	14.1	3.50	Normales
Mg <sup>++</sup>	"	T	5.3	1.87	Normales
Na <sup>+</sup>	"	T	17.4	6.25	Normales. Con el tiempo se pueden transformar en suelos con problemas de sodio.
K <sup>+</sup>	"	T	1.5	0.62	Se considera de poca importancia en la clasificación de los suelos con respecto a sales solubles.
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	"	T	5.5.	0.85	Se encuentran algunos suelos altos en éste.
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	"	T	10.	3.90	Normales
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	"	T	8.	1.40	Normales
Cl <sup>-</sup>	"	T	19.1	4.04	Altos en cloruros
CO <sub>3</sub> Insolubles		4.3	24.9	12.10	Altos
Textura:	Franco-migajón Arcilloso-arenoso Migajón arenoso				

Fuente: Estudio Preliminar sobre Cont.de los Suelos y de la Producc.Agrícola en el Distrito de Riego 03 por el uso de aguas negras de la Ciudad de México.1974.

## LABORATORIO CENTRAL DE AGROLOGIA

Análisis físico-químico del suelo irrigado con aguas negras.

Anexo: 9

Muestra No. 439

Municipio y Estado: Tula de Allende, Hgo.

Localización: Sitio 170. Santa Ana Ahuhuepan

Fecha del análisis: 29-marzo-1982. (En que fue proporcionado)

Investigador: Ing. Alberto Aviléz Salgado

Residencia: Mixquiahuala, Hgo.

Profundidad: 00-30 cms.

	en %		en %
Punto de saturación:	36.22	Capacidad de campo:	18,13
Conductividad eléctrica:	1.55	pH:	7.90

<u>SALES SOLUBLES:</u>	p.p.m.
Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ )	3.63
Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ )	3.32
Sodio ( $\text{Na}^+$ )	6.90
Potasio ( $\text{K}^+$ )	1.66
Carbonatos ( $\text{CO}_3^{--}$ )	0.40
Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ )	3.83
Sulfatos ( $\text{SO}_4^{--}$ )	7.50
Cloruros ( $\text{Cl}^-$ )	3.69
% en $\text{CO}_3$ total (calizas)	1.00
Boro (p.p.m.)	0.77
% Materia orgánica:	2.46
% $\text{N}_2$ total:	0.12
RAS:	3.70
PSP:	4.02

CLASIFICACION: SUELO NORMAL

Fuente: Distrito de Riego 03-Tula, Hgo. S.A.R.H. Mixquiahuala, Hgo. 1982.

## LABORATORIO CENTRAL DE AGROLOGIA

Análisis físico-químico del suelo irrigado con agua negra.

Anexo: 10

Muestra No.: 440

Municipio y Estado: Tula de Allende, Hgo.

Localización: Sitio 170 tomada en Santa Ana Ahuehuepan

Fecha del análisis: 29-marzo-1982(En que fue proporcionada)

Investigador: Ing. Alberto Aviléz Salgado

Residencia: Mixquiahuala, Hgo.

Profundidad: 30-60 cms.

	en. %		en %
Punto de saturación:	40.53	Capacidad de campo:	20.00
Conductividad eléctrica:	1.50	pH:	7.40
<u>SALES SOLUBLES:</u>	p.p.m.		
Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ )	3.63		
Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ )	3.32		
Sodio ( $\text{Na}^+$ )	6.52	Potasio ( $\text{K}^+$ )	1.53
Carbonatos ( $\text{CO}_3^{--}$ )	0.40		
Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ )	3.23		
Sulfatos ( $\text{SO}_4^{--}$ )	8.50		
Cloruros ( $\text{Cl}^-$ )	2.87		
% de $\text{CO}_3$ total (calizas)	0.50		
Boro (p.p.m.)	0.55		
% Materia orgánica	1.91		
% $\text{N}_2$ total:	0.09		
RAS:	3.50		
PSP:	3.75		
CLASIFICACION:	Suelo normal		

Fuente: Distrito de Riego 03, Tula, Hgo. S.A.R.H. 1982.

## LABORATORIO CENTRAL DE AGROLOGIA

Análisis físico-químico del suelo irrigado con aguas negras.

Anexo 11

Muestra 441

Municipio y Estado: Tula de Allende, Hgo.

Localización: Sitio 171 Francisco Sojay

Fecha del análisis: 29 marzo-1982. (En que fue proporcionado)

Investigador: Ing. Alberto Aviléz Salgado.

Residencia: Mixquiahuala, Hgo.

Profundidad: 00-30 cms.

	en %		en %
Punto de saturación:	36.57	Capacidad de campo:	18.33
Conductividad eléctrica:	1.62	pH:	7.70

SALES SOLUBLES: p.p.m.Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) 3.87Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) 3.46Sodio ( $\text{Na}^+$ ) 6.90Potasio ( $\text{K}^+$ ) 2.04Carbonatos ( $\text{CO}_3^{--}$ ) 1.61Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) 9.69Sulfatos ( $\text{SO}_4^{--}$ ) 0.0Cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) 5.33% de  $\text{CO}_2$  total (calizas) 2.00

Boro (p.p.m.) 0.88

% de Materia orgánica: 2.03

%  $\text{N}_2$  total: 0.10

RAS: 3.61

PSP: 3.90

CLASIFICACION: Suelo normal

Fuente: Distrito de Riego 03-Tula, Hgo.S.A.R.H. Mixquiahuala, -  
Hgo. 1982.

## LABORATORIO CENTRAL DE AGROLOGIA

Análisis físico-químico del suelo irrigado con aguas negras.

Anexo:: 12

Muestra No. 442

Municipio y Estado: Tula de Allende, Hgo.

Localización: Sitio 171- Francisco Bojay

Fecha del análisis: 29-marzo-1982(En que fue proporcionado)

Investigador: Ing. Alberto Aviléz Salgado

Residencia: Mixquiahuala, Hgo.

Profundidad: 30-60 cms.

	en %		en %
Punto de saturación:	34.41	Capacidad de campo:	17.13
Conductividad eléctrica:	1.50	pH:	8.10

SALES SOLUBLES: en p.p.m.Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) 3.87Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) 3.46Sodio ( $\text{Na}^+$ ) 6.08Potasio ( $\text{K}^+$ ) 1.53Carbonatos( $\text{CO}_3^{--}$ ) 0.40Bicarbonatos( $\text{HCO}_3^-$ ) 2.82Sulfatos ( $\text{SO}_4^{--}$ ) 9.00Cloruros( $\text{Cl}^-$ ) 2.46% de  $\text{CO}_3$  total(calizas) 0.50

Boro(ppm) 0.66

% Materia orgánica: 1.54

%  $\text{N}_2$  total: 0.07

RAS: 3.18

PSP: 3.31

CLASIFICACION: SUFLO NORMAL

Fuente: Distrito de Riego 03-Tula, Hgo. S.A.R.H. Mixquiahuala, Hgo. 1982.

## LABORATORIO CENTRAL DE AGROLOGIA

Análisis físico-químico del suelo irrigado con aguas negras.

Anexo 13

Muestra No. 443

Municipio y Estado: Tula de Allende, Hgo.

Localización: Sitio 171 Francisco Bojay

Fecha del análisis: 29-marzo-1982. (En que fue proporcionado)

Investigador: Ing. Alberto Aviléz Salgado

Residencia: Mixquiahuala, Hgo.

Profundidad: 60-90 cms.

	en %		en %
Punto de saturación:	---	Capacidad de campo:	19.00
Conductividad eléctrica:	1.47	pH:	8.20

SALES SOLUBLES: p.p.m.Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) 3.87Magnesio ( $\text{mg}^{++}$ ) 3.46Sodio ( $\text{Na}^+$ ) 6.08Potasio ( $\text{K}^+$ ) 1.27Carbonatos ( $\text{CO}_3^{--}$ ) 0.80Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) 2.42Sulfatos ( $\text{SO}_4^{--}$ ) 9.00Cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) 2.46% de  $\text{CO}_3$  total (Calizas) 1.00

Boro (p.p.m.) 0.33

% Materia orgánica: -

%  $\text{N}_2$  total: -

RAS: 3.18

PSP: 3.31

CLASIFICACION: Suelo normal

Fuente: Distrito de Riego 03-Tula, Hgo. S.A.R.H. Mixquiahuala,--  
Hgo. 1982.

#### 4.7. RENDIMIENTOS.

Estos son comparablemente ventajosos con los de otras importantes áreas de riego; por ello, en esta parte se presentan: cuadro comparativo de rendimiento medio y la estadística agrícola del Distrito de Riego, proporcionada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, correspondiente al ciclo 1975-1976, el cual abarca desde las siembras de otoño de 1975, hasta las siembras de verano de 1976, cuyas superficies fueron cosechadas en el curso del año de 1976 y los primeros meses de 1977.

En los cuadros que se acompañan se consignan por cultivos, superficies sembradas y cosechadas por hectárea, así como el rendimiento medio por hectárea, producción total, precio medio rural y valor de las cosechas, clasificándose por separado los datos relativos a los subciclos invierno-primavera-verano, Segundos Cultivos y los perennes.

-----  
Cuadro 11

RENDIMIENTOS MEDIOS OBTENIDOS EN EL DISTRITO DE RIEGO 03 TULA, HGO.

<u>C U L T I V O S</u>	RIEGO CON AGUAS	
	<u>NEGRAS</u>	<u>BLANCAS</u>
Alfalfa	110-120 Ton/ha.	61 a 70 Ton/ha.
Maíz	4	2.5
Trigo	3	1.8
Cebada	2.8	1.5
Avena forrajera	26	16

-----

En este cuadro se muestran los rendimientos que tienen los cultivos cuando son regados con aguas negras y con aguas blancas y se puede apreciar que son más altos los irrigados con

la primera inclusive, comparando estos mismos cultivos irrigados con aguas de desecho con los sembrados en otras regiones del país en los que se emplean fertilizantes, existe una diferencia en -- rendimiento, dado que los del Distrito tienen en su riego sufi-- cientes elementos nutrientes y materia orgánica que transforman\_ suelos pobres en fértiles.

Fuentes: Estadística Agrícola de los Distritos de Riego, Ciclo Agrícola 1975-76. Informe estadístico 85 1-ago-77. SARH Tipos de aguas empleadas para el riego en el Distrito de Riego 03 de Tula, Hgo., y su reflejo en la fertili\_ zación de algunos cultivos. Boletín. S.A.R.H. Mixquia-- la, Hgo. 1961.

## SUPERFICIE, PRODUCCION Y VALOR DE LAS COSECHAS EN EL CICLO AGRICOLA 1975-1976.

CULTIVOS	SUPERFICIE - SEMBRADA HAS.	SUP. COSECHA - DA HAS.	REND. MEDIO - TON/HA.	PRODUCCION - TONS.	PRECIO MEDIO RURAL \$/TON.	VALOR DE LA CO- SECHA. \$
RIEGO: <u>INVIERNO</u>						
AJO	72	69	4,377	302	3,294.84	995,041.
ARVEJON	7	1	1,000	1	2,000	2,000
AVENA FORRAJERA	110	100	22,570	2,257	146.56	330,786
CALABAZA	11	8	12,375	99	1,795.64	177,768
CEBADA	1,657	1,058	2,671	2,826	1,962.81	5,546,888
CEBADA FORRAJERA	833	833	19,610	16,335	148.93	2,432,839
CEBOLLA	24	24	7,458	179	2,456.77	439,762
CILANTRO	5	5	1,400	7	1,469.43	10,286
COL	2	2	15,500	31	706.32	29,896
COLIFLOR	3	2	7,500	15	872.87	13,093
FLORES	1	1	-	-	-	5,730
HABAS	74	53	2,491	132	4,472.64	590,389
LECHUGA	8	7	18,000	126	1,214.09	152,975
NABO	125	76	8,539	649	299.75	194,539
RABANO	1	1	1,000	1	840.00	840
REMOLACHA	1	-	-	-	-	-
SEMILLA DE CILANTRO	6	5	1,800	9	4,615.44	41,539
TRIGO	3,182	2,382	3,123	7,440	2,119.94	15,772,389
TRIGO FORRAJE	6	6	15,667	94	139.49	13,112
VARIOS	6	1	-	-	-	9,572
VEZA	2	2	13,000	26	279.46	7,266
TOTAL RIEGO:	6,136	4,636				26,761,710
TOTAL INVIERNO:	6,136	4,636				26,761,710

PRODUCCION, PRODUCTOS Y VALOR DE LAS COSECHAS EN EL CICLO AGRICOLA 1975-1976

CULTIVO	SUPERFICIE* SEBRADA HAS. DA HAS.	SUP. COSECHA M.D.MEDIO	PRODUCCION TON/HA.	PRECIO MEDIO RURAL \$/TON. SECHA.	VALOR DE LA CO-
<u>PRIMAVERA-VERANO.</u>					
<b>R I E G O.</b>					
A J O	5	5	3,200	16	3,539.66 56,633.
AVENA FORRAJERA	151	151	19,272	2,916	118.17 343,862
CALABAZA	622	594	20,495	12,108	984.08 11'974,345
CAMOTE	1	1	6,000	6	735. 4,410
CEBADA	209	209	3,242	937	1,843.78 1'727,624
CEBOLLA	2	2	21,500	43	1,900.65 81,728
CILANTRO	2	2	1,500	3	3,260.67 9,782
C O L	7	7	17,206	121	807.33 99,687
CULIFLOR <sup>1</sup>	1	-	-	-	-
CHILE VERDE	1,090	1,019	7,497	7,639	4,380.99 33'466,363
EJOTE	26	26	7,346	191	4,459.58 851,779
FRIJOL	672	640	1,838	1,176	7,437.80 8'746,858
GARBANZO	1	1	3,000	3	4,583.33 13,750
HABA	10	10	1,800	18	4,323.89 77,830
JITOMATE	1,825	1,729	18,962	32,786	7,204.27 236'199,070.
LECHUGA	10	9	15,778	142	559.42 79,439
MAIZ	19,900	19,835	3,899	77,333	2,022.21 156'383,923
MAIZ FORRAJ.	315	315	54,302	17,705	150. 2'565,675
N A B O	21	10	12,900	129	321.26 41,442
P A P A <sup>1</sup>	1	-	-	-	-
PEPINO	6	6	13,167	79	1,074.49 84,885
SORGO FORRAJ.	2	2	15,500	31	128.90 3,996
TOMATE	433	414	11,821	4,894	2,331.95 11'412,544
TRIGO	50	50	3,100	155	2,194.04 340,076

CULTIVOS	SUPERFICIE SEMBRADA HAS.	SUP. COSECHA DA HAS.	REND. MEDIO TON/HAS.	PRODUCCION TONS.	PRECIO MEDIO RURAL \$/TON.	VALOR DE LA COSECHA.
VARIOS	2	2	-	-	-	12,318
V E Z A	4	4	27,250	109	160.71	17,517
ZEMPOXOCHITL	6	6	10,000	60	857.35	51,441
TOTAL RIEGO:	25,454	25,129				464'644,975
TOTAL PRIMAVERA- VERANO:	25,454	25,129				464'644,975

SEGUNDOS CULTIVOS

R I E G O

A J O	19	19	3,053	58	3,860.02	223,881
AVENA FORRAJ.	441	441	19,492	8,596	95.12	817,635
BETABEL	2	2	5,000	10	2,127.80	21,278
CALABAZA	397	397	18,481	7,337	1,002.01	7'351,774
CEBADA	821	821	3,248	2,667	1,849.81	4'933,436
CEBOLLA	1	1	16,000	16	1,466.63	23,466
C O L	3	3	13,000	39	789.31	30,783
CHILE VERDE	15	15	6,800	102	4,530.10	462,070
FRIJOL	482	482	1,678	809	7,217.39	5'838,868
FLORES	4	4	-	-	-	- 17,865
H A B A	7	7	1,714	12	4,443.25	53,319
JITOMATE	48	48	17,250	828	6,832.02	5'656,909
LECHUGA	6	6	15,167	91	883.01	80,354
M A I Z	1,188	1,188	3,853	4,577	2,208.60	10'108,768
N A B O	74	74	13,432	994	364.09	361,907
PEPINO	2	2	9,500	19	1,130.	21,470
SORGO FORRAJ.	8	8	15,875	127	130.20	16,536

CULTIVOS	SUPERFICIE SEMBRADA HAS. DA HAS.	RENDIMIENTO TON/HA.	PRODUCCION TONS.	PRECIO MEDIO RURAL \$/TON. SECHA.	VALOR DE LA COSECHA \$
TOMATE	34	34	9,735	3,222.78	1'066,741
TREBOL	1	1	61,000	106.	7,208
TRIGO	203	203	3,069	2,200.09	1'370,657
VARIOS	1	1	-	-	1,945
V E Z A	39	39	28,077	159.93	175,120
ZAMPOALXOCHITL	17	17	10,000	846.97	143,985
TOTAL RIEGO:	3,813	3,813			38'785,795
TOTAL SEGUNDOS CULT.	3,813	3,813			38'785,795
<b>PERENNES</b>					
<b>RIEGO</b>					
ALFALFA VERDE	15,798	15,526	86,471	1'342,543	143.79
FRUTALES	169	5	-	-	70,000
PRADERA	11	11	108,818	1,197	76.02
TOTAL RIEGO:	15,978	15,542			193'202,852
TOTAL PERENNES:	15,978	15,542			193'202,852
TOTAL GENERAL:	51,301	49,120			723'395,512

<sup>1</sup> = Pérdidas

Fuente: Estadística Agrícola de los Distritos de Riego. Ciclo Agrícola 1975-1976. S.A.R.H. 1977.

## CAPITULO V

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

De acuerdo con el clima (B), que existe en la mayor parte de la zona de estudio y del Distrito de Riego 03, el promedio -- anual de lluvias de 494.1 mm., no es suficiente para mantener -- una agricultura de temporal, sobre todo porque la evaporación excede en mucho a la precipitación, siendo ésta de 1,600 a 1,800 mm. anuales a nivel Distrito.

No se puede sostener una ganadería aceptable en un sitio donde factores como erosión, tipo de morfología y material geológico (calcáreo principalmente), no les permitiría alimentar por pastos al ganado, máxime porque los predios agrícolas son muy pequeños.

Como la vegetación original de la región está bastante alterada, se pueden observar grandes espacios de suelo erosionados en las laderas y en algunos cerros, los que prácticamente están inservibles a causa del intemperismo, por lo que se ha creado una necesidad de reforestar los cerros con especies como pinos, encinas, etc. (para un clima C). Este que podría ser un recurso económico actualmente se contempla como un problema por la tala inmoderada de que fue objeto.

El agua potable requiere de un tratamiento urgente que -- por lo menos reduzca el número de coliformes y se hace necesario revisar los pozos periódicamente con el propósito de investigar si existen filtraciones que contaminen más el agua y a la vez si éstos se encuentran en buenas condiciones o con algunas otras impurezas visibles además de las microscópicas ya detectadas en -- los análisis que no sólo están causando algunos efectos ambientales como enfermedades gastrointestinales, sino además mal olor y

sabor.

Se sugieren excavaciones para futuros pozos de más de 30 metros de profundidad, a fin de evitar posibles filtraciones -- del subsuelo con aguas residuales, dado el tipo de material geológico que predomina en la zona y que según los estudios hechos en los diversos tipos de suelos existen algunos cuya velocidad de infiltración es extremadamente rápida.

El agua además de los contaminantes bacteriológicos reportados en los exámenes correspondientes, tiene exceso de sales; los análisis respectivos, aunque muy atrasados, por lo menos proporcionan una idea de las cualidades físico-químicas del agua. Este tipo de aguas no sirven para beberse como agua potable y además son duras lo que las hace en ocasiones inútiles -- hasta para cocer algunas legumbres (como papas o zanahorias), -- por lo que deberán tener un tratamiento adicional de ablandamiento y extracción de minerales (desmineralización).

En la contaminación de agua son muchos y muy diversos -- los factores que intervienen y todos muy simples, como: la distancia con la red de drenaje, canales de riego, fosas sépticas, basureros, etc. Ya es tiempo de que se actúe en forma enérgica ante un problema tan importante y vital como es éste creando un fondo para la potabilización del agua, porque no es suficiente que se sepa cuál es el problema que afecta, sino que se tomen medidas para resolverlo, para evitar que el número de personas con enfermedades gastrointestinales aumente cada vez más.

En el recorrido que se hizo para recolección de muestras, se observó que en Fosas Bojay el tanque de almacenaje de agua -- está bastante sucio, así lo demostró el hecho de que el líquido estaba cayendo a las cubetas con residuos de lama y en plástica sostenida con una ama de casa manifestó que siempre es igual de impura y que en ocasiones se llegan a ver otras formas que parecen gusanitos.

Por otro lado, el número de personas con servicio de agua, representa un porcentaje de poco más de la mitad de la población lo cual es bajísimo para un municipio que en los últimos 10 años se ha desarrollado industrialmente.

Se ve la conveniencia que todos los pozos y lo que esté relacionado con agua potable sea controlado por la Comisión, a fin de que sea ella la que responda y distribuya el agua a los diferentes poblados, ahora carentes del líquido y que además sea la encargada de estudiar las deficiencias y darles solución al presentarlas a las autoridades correspondientes que tienen la obligación de atenderlas.

Como ya se indicó en el inicio de este capítulo, el clima provoca pocas precipitaciones ocasionando una fuerte demanda de agua para riego, por lo que negarles el empleo de aguas negras y no poder proporcionarles otro tipo de agua sería injusto, sobre todo porque muchas familias dependen económicamente del resultado de sus cosechas; sin embargo, también es importante que al proporcionarles el agua para riego se les haga ver la responsabilidad que adquieren y que representa trabajar con ella y que deben cumplir estrictamente con el Reglamento de uso de aguas negras y evitar que siembren legumbres que se consuman crudas o cuyo tubérculo o bulbo (como papas, betabel, cebolla, ajo, etc.) estén en contacto directo con el agua, porque no sólo pueden resultar con sabor desagradable, sino provocar toxicidad. Un ejemplo de productos que se pueden consumir crudos y que se creía que estaban protegidos por su cutícula son el ajo y la cebolla. Se pudo comprobar que las bacterias sí penetran al encontrar entre 10 y 3000 organismos por cada 10 gr., lo cual sobrepasa al límite establecido. Esto nos demuestra que en tanto no se compruebe científicamente lo que se cree, no es recomendable irrigar con aguas negras.

En general, el agua negra es muy peligrosa sin tratamien

to porque no se conocen las reacciones que puede formar en combinación con otros elementos; por ejemplo, no se sabe si los detergentes se acumulan en los suelos regados con agua negra.

Se tiene la hipótesis de que éstos inhiben el crecimiento de las plantas en un 70% si tienen una concentración de 10 mg/l. Hasta ahora se sabe que los cultivos regados con soluciones ABS<sup>+</sup> muy diluidas presentan un mejor desarrollo vegetativo.

En el estudio del Maestro en Ciencias Felizardo Mascareño, se encontró que en los tejidos vegetales algunos contaminantes - físicos y químicos sí penetran y hace una variación y contenido promedio (en ppm) de cuáles son éstos y en dichos datos se ve -- que el aluminio está alto, lo mismo que el cobre. No obstante -- que los demás contaminantes están bajos o normales, se debe tomar en cuenta que están bajos o altos según el cultivo de que se trate. (Cuadro 13).

Este tipo de estudios como el del Maestro Mascareño, deben hacerse con cada uno de los productos que se siembran y que son para uso del ser humano para evitar problemas de salud posteriores, porque generalmente es la ignorancia lo que causa enfermedades o plagas y en algunos casos lamentables decesos.

Cabe mencionar que la mala calidad de las aguas empleadas para riego ha provocado un alto contenido de sales solubles en los suelos, así como sodio (cloruros y bicarbonatos de sodio) en concentraciones de 13.4 me(475 ppm), cloruros 7.7 me(470 ppm) - bicarbonatos, por lo cual el pH varía de 7.4 a 8.0.

Las características geográficas de la región favorecen - estos procesos, sobre todo en algunos lugares del Distrito donde el terreno es plano o por el tipo de suelo. En esta zona el manto freático no es profundo y cuando el agua salina se evapora deja en el suelo una capa de sal.

Sería conveniente hacerles ver a los campesinos la necesidad  
<sup>+</sup>Alquilbencilsulfonatos sódicos.

sidad de cuidar el agua, porque en algunos tramos dejan abiertas las compuertas y se derrama el líquido inundando no sólo el terreno del cultivo, sino otros lugares que no lo necesitan, como la carretera. Elaborar una cartilla sencilla con dibujos explicativos sería un material importante para ellos como se hace en algunos países de América del Sur. Ilustrarlos para que aprendan a cuidar su agua y su suelo.

Además, recomendarles el tipo de cultivo adecuada para lugares con mal drenaje o con tendencia a salinizarse o sodicizarse; por ejemplo la remolacha.

También se debe pensar en un futuro no muy lejano en la posibilidad de instalar una planta de tratamiento de aguas negras porque día a día aumentan los contaminantes químicos y serán por lo mismo más fuertes y tóxicas sus reacciones, obviamente perjudicando el suelo, el rendimiento y calidad de las cosechas.

No se sabe con precisión si el contenido de calcio y magnesio en las aguas negras, así como sus contenidos medios de materia orgánica ayudan a neutralizar parte del efecto que puede causar el sodio o esto sea por el tipo de suelo.

Se puede pensar en instalar una planta que separe los metales de los sólidos orgánicos, para que se conserve el material que los favorece, y con base en el Decreto del 13 de marzo de 1981 en el cual se establecen estímulos fiscales para fomentar la actividad preventiva de la contaminación ambiental y que representa un aliciente para los industriales causantes de la contaminación más peligrosa y que a través de la red colectora desechan sustancias nocivas, solicitar a dichos empresarios una cuota para que el agua residual no llegue al riego en forma natural, sino ya tratada, máxime que es una obligación, según lo establece el Artículo 21, Capítulo Tercero de la Ley de Protección - -

de las aguas y que a la letra dice: " Se prohíbe descargar, sin su previo tratamiento, en las redes colectoras, ríos, cuencas, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de aguas, o infiltrar en terrenos, aguas residuales que contengan contaminantes, desechos, materias radiactivas, o cualquier otra sustancia dañina a la salud de las personas, a la flora o a la fauna o a los bienes. "...

En ambos casos: tanto para agua potable como para aguas negras, se recomienda una planta de tratamiento, sin embargo, se encuentran más posibilidades económicas en el tratamiento de aguas negras porque existen muchas empresas, tanto en la Ciudad de México como en el Estado de México o en Hidalgo, mientras que en el caso del agua potable, los usuarios son en su mayoría gente de escasos recursos con muy pocas posibilidades y apenas pueden pagar su cuota por consumo.

De los suelos del Distrito de Riego 03, se puede concluir lo siguiente:

Que los predios son bastante pequeños y que no todos los campesinos siembran los mismos productos que sus vecinos, originando un desperdicio de agua y perjudicando algunos terrenos, -- creando fuentes para plagas.

Que los suelos son ricos en diversos elementos como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y en materia orgánica medianamente ricos.

Que el Municipio sí está siendo perjudicado por la contaminación de las aguas negras y que en cambio no recibe los beneficios como otros municipios (Actopan, Mixquiahuala) porque la red de distribución del agua ha llevado una línea sur-norte-este, siendo ésta última mínima, y que el agua se requiere en poblaciones como Macua, Héroes Carranza y otras localidades. (Cuadro 14).

Que el alto porcentaje de materia orgánica contenido en -

las aguas negras las hace ricas en nutrientes lo que da por resultado cosechas con alto rendimiento, superiores en algunos casos, a las que se les agregan fertilizantes.

Qué según los análisis, los suelos no han sido muy alterados a pesar del contenido de las aguas negras. No obstante, se recomienda llevar un control estricto respecto de los sitios de muestreo, con objeto de poder cuantificar resultados y evaluar el desgaste que sufren los suelos, sobre todo aquéllos que son delgados y que dado el material parental pueden reaccionar ocasionando degradaciones aceleradas y pérdida total del mismo. -- (Cuadro 14).

No se ha hecho un capítulo especial para tratar el renglón salud porque está íntimamente relacionada con los capítulos II, III y IV y con las conclusiones.

Para apoyo de lo anterior, se recurrió al Centro de Salud B, dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, quien amablemente proporcionó el material disponible como son diversas gráficas y estadísticas.

Dicho material está elaborado de acuerdo al cuadro de enfermedades vigente en el Centro de Salud, por ello las enfermedades de los intestinos se encuentran desglosadas.

Ya se ha mencionado que existen en Tula contaminantes -- en los dos tipos de aguas (blancas y negras) y sí sólo se hicieron análisis bacteriológicos de agua potable, es porque hacerlos de aguas negras sería absurdo, pues se sabe que contienen -- miles de impurezas (de 10 a 100 millones de organismos/100 ml.), pero además se localizaron otros, no menos importantes y relacionados por orden de importancia, en el cuadro 15. Referente al -- polvo y humo, se recomienda efectuar un estudio que cuantifique -- el problema que ocasiona en la salud de los habitantes, porque -- en la gráfica comparativa de enfermedades a nivel estatal, son --

las afecciones de las vías respiratorias las que ocupan el primer lugar. (Cuadro 16 de apéndice). Otro contaminante que les está causando problemas es la basura que no sólo da mal aspecto a los sitios donde se localiza, sino que genera miles de microbios que con el viento se transportan a diversos lugares, especialmente a los alimentos, además de moscas, ratas y malos olores.

Al observar las gráficas, así como los datos estadísticos, se llegó a la siguiente conclusión:

Que los habitantes del Municipio que consumen agua sin -- tratamiento y alimentos regados con aguas negras deben haber adquirido anticuerpos muy poderosos, pues no obstante que se han encontrado microorganismos<sup>+</sup> en los vegetales regados con aguas -- negras, no se han registrado hasta la fecha enfermedades notables o mortales que hagan suponer a estas aguas como las causantes de determinadas enfermedades. Un ejemplo que ilustra lo anterior es ver a las gentes nuevas que llegan a Tula y que sufren enfermedades gástricas, las que desaparecen con el tiempo, (s.i. permanecen viviendo en la zona). Con esto también queda demostrada la contaminación endémica de la región.

Esto no quiere decir que la zona esté libre de enfermedades ocasionadas por la ingestión de agua y alimentos contaminados, pues en el mismo cuadro 16 son las enfermedades entéricas y diarreicas, así como las amibiasis las que ocupan los lugares -- más representativos después de las infecciones respiratorias.

En el cuadro 17<sup>++</sup> correspondiente a las enfermedades transmisibles por causa, se reportan los siguientes datos: las enfermedades diarreicas aumentaron de 1977 que habían 450 casos a --- 1978 que ascendieron a 1199, disminuyendo en 1979 a 1031; así -- mismo las amibiasis y parasitosis se incrementaron de 1977 a ---

<sup>+</sup> Los coliformes fecales son los mejores indicadores de la contaminación sanitaria en los vegetales regados con aguas negras.

<sup>++</sup>

Consultar apéndice

1979.

En los cuadros 18, 19 y 20<sup>+</sup>, se demuestran con números como las causas principales de mortalidad general no las ocasionan los microorganismos, porque en los años 1977, y 1978 los accidentes de trabajo fueron las causas principales, seguramente a consecuencia de la industrialización en el Municipio; en 1979 las causas principales resultaron ser la influenza y neumonías.

Sería no sólo interesante sino importante conocer si dentro de las enfermedades que no sean las gastrointestinales el contenido en sales del agua potable y los contaminantes químicos reportados en las aguas negras son los que provocan algunas de las enfermedades "crónicas" de los habitantes. Un ejemplo de esto es el boro cuyos efectos van desde simples náuseas, calambres, convulsiones hasta coma. Se sabe que una dosis de 5 a 20 gr. en un adulto resulta mortal. El boro se ha incrementado como consecuencia del desarrollo industrial y el abastecimiento de agua potable; de otro elemento que se conocen efectos es el arsénico, aunque no dan los especialistas dosis mortal, se sabe que se acumula en huesos, músculos y piel y en menor cantidad en hígado y riñones.

Dentro de los efectos ambientales ocasionados por el uso de agua no purificada para fines domésticos están el que la zona se encuentre con una fuerte contaminación endémica, consecuencia de los microorganismos existentes en el agua potable y que sobrepasan el límite establecido por la Secretaría de Salubridad y Asistencia;

La cercanía de las aguas negras con las fuentes acuosas de aguas blancas, el descuido en general que existe en la región de sus recursos naturales, ha motivado un fuerte deterioro en la

<sup>+</sup>Consultar apéndice.

Geografía física del Municipio, haciendo que el clima sea más -  
rígido en invierno y más extremoso en verano por la extinción -  
de la flora y fauna silvestres;

La contaminación química acumulativa en suelos, en vege-  
tales y en el hombre, generada por el riego sin control y trata-  
miento que con el tiempo dará como resultado pérdida total de -  
suelos y enfermedades crónicas o mortales en los habitantes.

Cuadro No. 13

Variación y contenido promedio (en ppm) de contaminantes totales, detectados en tejidos vegetales recolectados en suelos regados con aguas negras en el Distrito de Riego 03 de Tula, Hgo.

<u>CONTAMINANTE</u>	<u>VARIACION(en ppm)</u>		<u>PROMEDIO</u>	<u>OBSERVACION</u>
Boro	5.50	61.50	27.30	Normal
Aluminio	26.00	80.00	63.7	Alto
Arsénico	Tr	1.80	0.82	Bajo
Cadmio	Tr	0.07	0.04	Bajo
Cobalto	Tr	0.84	0.37	Bajo
Cromo	Tr	0.70	0.18	Normal
Cobre	30.00	108.00	56.6	Alto
Fierro	143	640.00	302.3	Bajo
Mercurio	Tr	0.81	0.35	-?
Manganeso	17.	140.00	50.18	Bajo
Níquel	0.03	0.43	0.14	Bajo
Plomo	338	779	525	Normal
Selenio	Tr	2.10	0.72	Bajo
Zinc	39.	117	57.3	Variable según el cultivo.

Fuente: M. en C. Felizardo Mascareño. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx. 1974.

VARIACION Y CONTENIDO PROMEDIO (EN PPM) DE CONTAMINANTES EN LOS SUELOS DEL DISTRITO  
DE RIEGO 03 TULA, HGO.

<u>CONTAMINANTE</u>	<u>VARIACION</u>		<u>PROMEDIO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
ABS	0.13	- 2.25	0.47	No se observó incremento en relación a años anteriores.
B	0.85	4.05	2.97	Altos
Al	Tr	1.60	0.96	Bajos a nivel comparativo
As	Tr	Tr	Tr	No detectado
Cd	0.01	0.06	0.02	El PH alcalino posiblemente impide la acumulación de Cd
Co	0.08	1.08	0.53	No detectado
Cu	0.88	11.96	4.58	Bajos a nivel comparativo
Cr	Tr	Tr	Tr	No detectado
Fe	1.58	6.81	2.93	Bajo a nivel comparativo
Hg	Tr	2.10	0.64	Alto.No se indice efectos
Mn	0.10	13.20	5.17	Bajo a nivel comparativo
Ni	Tr	0.27	0.07	Bajo a nivel comparativo
Pb	1.00	7.00	3.63	Alto(puede producir toxicidad en plantas y animales)
Se	Tr	Tr	Tr	No se detectó
Zn	0.02	0.12	0.08	Bajos

## PRINCIPALES CONTAMINANTES EN TULA, HGO.

<u>ZONA CONTAMINADA</u>	<u>TIPO DE CONTAMINANTE</u>	<u>FUENTE</u>
Río Tula	Aguas negras	C. de México
Áreas de Riego	Aguas negras	C. de México
El Llano	Polvo y Humo	Cementeras
El Carmen	Polvo y Humo	Cementeras
Cruz Azul	Polvo y Humo	Cementeras
El Llano	Polvo y Humo	Termo eléctrica, Refinería
Ejido San Lorenzo	Desechos sólidos	Basura de Tula

Fuente: Plan Rector de Desarrollo Urbano SAHOP.

## S U G E R E N C I A S

Del estudio realizado sobre los "Efectos ambientales producidos por la contaminación del agua en Tula", se han considerado dentro de las muchas soluciones que existen como las más importantes y sencillas las siguientes:

- 1- Iniciar campañas exhaustivas de higiene del agua en escuelas y principales centros de trabajo, para evitar beber el líquido sin hervir y reducir el número de casos por infecciones intestinales.
- 2- Unida a la anterior campaña, iniciar la de higiene de los alimentos.
- 3- Exigir el cumplimiento de los distintos reglamentos, tanto a los usuarios de aguas negras como a los industriales.
- 4- Proponer a los fabricantes de detergentes el empleo de fórmulas que contengan soluciones biodegradables. El biólogo Méndez (23), propone en su tesis detergentes lineales L.A.S. -- mencionando sus buenos resultados en países de mayor industrialización como son Estados Unidos de América y Japón.
- 5- Regar con frecuencia los suelos en los que se aplican aguas negras, aplicando riegos pesados para evitar o disminuir la salinidad y acumulación de detergentes para que el suelo sea lixiviado
- 6- Para evitar disminución en el rendimiento de sus cosechas se

se sugiere sembrar especies vegetales semitolerantes o tolerantes a las sales, boro y detergentes, así como considerar\_ que el drenaje sea bueno.

- 7- Pensar en un futuro en la posibilidad de separar aguas de - desecho industrial de las domésticas, porque las primeras - contienen metales pesados o sustancias tóxicas que alteran - la naturaleza de los suelos, ríos, lagunas y mares donde son vertidos.
- 8- Solicitar a los peritos de la S.A.R.H., que se hagan estudios analíticos con respecto a los efectos de las aguas negras en cada uno de los productos vegetales que se siembran a fin de comprobar resultados anteriores que sirvan de patrón en la - evaluación de la calidad del agua para riego y se pueda ob- servar si no se ha incrementado el efecto tóxico de la misma.
- 9- Solicitar a los especialistas de las Secretarías de Salubri- dad y Agricultura una vigilancia responsable con el propósi- to de hacer cumplir el reglamento y no permitir que siembren productos que se consuman crudos y de esta manera evitar se\_ continúe afectando a más personas por enfermedades ahora lla- madas ambientales, ocasionadas por la contaminación endémica de la zona.

- 1.- Aceves Navarro Everardo Dr.- Calidad del agua de riego y su aprovechamiento específico en suelos y cultivos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. Mexicali, B.C. abril 1975 pp 37-50.
- 2.- Alanís Patiño Emilio.- Problemas Agrícolas e Industriales de México. - Cáp. III Distrito de Riego de Tula, Hgo. S.R.H. México, 1950.
- 3.- Anteproyecto de la red manual de monitoreo atmosférico en la zona Tula Apasco.- Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente. S.S.A. México, -- 1980.
- 4.- Arita Armendáriz César Ing.- Las aguas negras en el riego en Memorias de la Dirección General de Distritos de Riego. S.R.H. Mexicali, B.C. -- abril, 1975. pp 71-93.
- 5.- Caballero Pedro J.- Análisis de aguas del Gran Canal del Desagüe de la Ciudad de México. Cáp. III-X. S.R.H. México, 1961. pp 5-23.
- 6.- Características del Distrito y Unidades de Riego. Tomo II, 1978. Región Centro II. S.A.R.H. México, 1978 pp 177-178.
- 7.- Estudio Agrológico Complementario del Distrito de Riego 03, de Tula, - Hgo. S.R.H., Serie Estudios. Publicación Núm. 10, México, 1974.
- 8.- Garamendia F. Guillermo y Reyes P. José Luis Ings.- Tipo de aguas empleadas para el riego en el Distrito de Riego de Tula, Hgo. y su reflejo en la fertilización de algunos cultivos.. S.R.H. Boletín del Comité Directivo del Distrito de Riego 03 No.7, Mixquiahuala, Hgo. pp 11-21 abril-junio, 1972.
- 9.- Geografía del Estado de Hidalgo. Secretaría de Economía Nacional, México, D.F. 1939.
- 10.- Guías para la interpretación de Cartografía. Edafología. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.
- 11.- Guías para la interpretación de Cartografía. Geología. Secretaría de -- Programación y Presupuesto. México, 1981.
- 12.- Guías para la interpretación de Cartografía. Topografía. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.
- 13.- Guías para la interpretación de Cartografía. Uso del Suelo. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.
- 14.- Guías para la interpretación de Cartografía. Uso Potencial. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1981.
- 15.- Herrera Rodríguez Alfonso Ing.- Efecto de las aguas negras en los suelos. p 302 Vol. II. S. A. R. H. México, 1980.
- 16.- Instructivo para examen bacteriológico de agua. Secretaría de Salubridad y Asistencia. Escuela de Salud Pública. Bol.68/S.I.

- 17.- Investigación del comportamiento de la calidad del agua en función de descargas de contaminantes y su efecto en la flora y fauna acuática.- S.A.R.H. Subsecretaría de Planeación.- Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. México. 1979.
- 18.- Manual de tratamiento de aguas.- Departamento de Sanidad del Estado - de Nueva York. Editorial Limusa. México, 1981.
- 19.- Manual de tratamiento de aguas negras.- Departamento de Sanidad del - Estado de Nueva York. Direcc. de Saneamiento del Medio Ambiente y Oficina de Entrenamiento Profesional. Editorial Limusa. México, 1980.
- 20.- Manual para la aplicación de las cartas edafológicas de CETENAL para fines de ingeniería civil. CETENAL. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, 1977. pp 3-6; 9,10; 14-26. Cuadro 7.
- 21.- Mascareño Castro Felizardo M. en C.-Estudio preliminar sobre contaminantes de los suelos y de la producción agrícola en el Distrito de -- Riego 03 por el uso de aguas negras de la Ciudad de México. Escuela - Nacional de Agricultura. Colegio de Postgraduados.Chapingo, Méx., 1974. Tesis.
- 22.- Martínez del Río Pablo, Dr.- Tula Guía Oficial, Instituto Nacional de Antropología e Historia de la S.E.P. México 14 septiembre, 1979. pp --- 11-21.
- 23.- Méndez García Teodoro Biol.-Estudio sobre contaminación de suelos agrícolas del Valle del Mezquital, Hgo. por A.B.S., boro y metales pesados por el uso de aguas negras de la Ciudad de México. U.N.A.M. México, 1982. Tesis.
- 24.- Millar C.E., Turk L.M. Foth, H.D.- Fundamento de la Ciencia del Suelo. Cía. Editorial Continental, S.A. México 1975.
- 25.- Miramontes Flores Benjamín Ing.- Interpretaciones agronómicas de datos de análisis físicos y químicos de suelos y plantas. S.R.H. México, D. F. noviembre de 1978.
- 26.- Miramontes Flores Benjamín Ing. y M.C.; Flores Mata Gaudencio Ing.- Métodos para el análisis físico y químico de suelos, aguas y plantas.-- S.A.R.H. Publicación Núm. 10, 2a. Edición. Subdirección de Agrología.- México, 1978.
- 27.- Moreno Dahme Rodolfo Dr.- Mejoramiento de la calidad del agua de riego.- S.R.H. Comisión de Salinidad. Mexicali, B.C. abril 1975. pp 53-70..
- 28.- Peñafiel Antonio.- Nombres Geográficos de México. México, 1815.
- 29.- Plan Rector de Desarrollo Urbano Hidalgo.- S.A.H.O.P., Pachuca, Hgo. - 1980.
- 30.- Proyecto Hidráulico. PLHICEN. S.A.R.H. México, 1970.

- 31.- Proyecto de Tecnificación del riego y plan de mejoramiento parcelario (PLAMEPA) S.R.H. Dirección General de Distritos de Riego. México, 1976.
- 32.- Reglamento Federal sobre obras de provisión de agua potable. S.S.A. Escuela de Salud Pública. Boletín 77/S.A.(6,14) México, D. F.
- 33.- Subproyecto de Rehabilitación del Distrito de Riego 03, Tula, Hgo. --- S.A.R.H. Comisión del Plan Nacional Hidráulico. México, 1978.
- 34.- Sánchez Sánchez Oscar.- La Flora del Valle de México. Editorial Herre- ro, S.A. México, 1978. 4a.edición.
- 35.- Ruiperez Rosario.- Estudio Geográfico del Municipio de Tula de Allende Hgo. U.N.A.M. Colegio de Geografía. México 1975. Tesis.

#### F U E N T E S :

Centro de Salud 8, Secretaría de Salubridad y Asistencia. Tula, Hgo. 1982.

Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). Cartas temáticas 1:50,000. 1974.

Comisión de Servicios Públicos del Estado. Agua Potable, Tula, Hgo. -- 1982.

Comisión Federal de Electricidad. Planta Francisco Pérez. Tula, Hgo. --- 1982.

Coordinación General de los Servicios Estadísticos de Geografía e In- formática al 19 febrero-1979. Estudio preliminar. S.P.P.

IX Censo General de Población del Estado de Hidalgo. S.I.C., 1970.

Distrito de Riego 03. Laboratorio Central de Agrología. Mixquiahuala, -- Hgo. 1982.

Estadística Agrícola de los Distritos de Riego. Ciclo Agrícola 1975-76. Informe estadístico No.85-10. agosto, 1977. S.A.R.H. México 1977.

Instituto de Geología. UNAM. 1982.

Perfil Económico de Tula de Allende. Boletín turístico. Dirección de - Promoción Económica del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hgo. 1980.

Palacio Municipal; archivo del H. Municipio de Tula de Allende. Tula, Hgo. 1982.

Secretarías de Salubridad y Asistencia y Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Decreto del 13 de marzo de 1981. Estímulos Fiscales para el Fomento de la Actividad Preventiva de la Contaminación Ambiental.

Secretaría de Salubridad y Asistencia. Dirección General de Servicios Coordinados de Salud Pública en los estados. Catálogo de unidades médicas, 1980. (Dirección Gral. de Bioestadística Informática y Sistemas) México, 1979.

Secretaría de Salubridad y Asistencia. Nueva Ley Federal de Protección al Ambiente. pp 15, artículo 21. México, diciembre de 1981.

Secretaría de Salubridad y Asistencia. Dirección General de Saneamiento del Agua. Laboratorio. México 1982.

A P E N D I C E .

## METODOS DE PURIFICACION DEL AGUA

### a) Autopurificación y Reposo.

La autopurificación es el proceso mediante el cual una masa de agua móvil o tranquila, se purifica en forma natural, disminuyendo el contenido de bacterias, se estabiliza la materia orgánica y el oxígeno disuelto regresa a su concentración normal.

En la autopurificación y reposo, los factores favorables que hacen posible ésta son: tiempo, temperatura, luz solar, velocidad y flujo, además de otras características físicas, químicas y biológicas.

La autopurificación consiste en que el flujo lento de una corriente en una gran distancia puede llevar a una purificación - equivalente a la de la filtración.

Desventajas: Los efectos del reposo y el tiempo no son todo lo benéfico que se quisiera con respecto a ciertas características del agua, pues, por ejemplo, la purificación bioquímica induce al desarrollo de algas y de otras formas de vida microscópica animal y vegetal (que son los causantes de olores y sabores).

Se requiere de un tratamiento adicional cuando se encuentran presentes dichas formas.

### b) Filtración Lenta por Arena.

La filtración lenta por arena proporciona agua segura y potable; sin embargo, existen limitaciones en el empleo de este tipo de plantas de tratamiento, como la turbiedad media, la que - está reducida a 10 ppm y a un máximo de 30 ppm. La absorción, - que es la retención de sustancias sobre la superficie de una - partícula es un factor importante para hacer que la filtración - sea más efectiva.

La filtración lenta por arena debe hacerse a un gasto relativamente bajo, no mayor de unos  $47,000 \text{ m}^3$  por día por hectárea de superficie de lecho de arena.

El filtro lento de arena es un filtro que se usa en la purificación de agua cuando ésta sin tratamiento previo, se pasa hacia abajo a través de un medio filtrante que consiste en una capa de arena u otro material adecuado, usualmente más fino que el de los filtros rápidos de arena y de 60 a 80 cm. de espesor. El agua filtrada se recoge mediante un sistema de desagüe y el filtro se limpia raspando la capa obstruida y reemplazándola. Se caracteriza por su baja velocidad de filtración que es por lo regular de  $28,000$  a  $56,000 \text{ m}^3$  por día y por hectárea de superficie de filtración. (Figura 3)

### c) Cloración.

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada.

Este proceso, empleado actualmente en nuestro país con buenos resultados, depende del control que se ejerza para asegurarse que todo el abastecimiento recibe cloro continuamente en la cantidad proporcional al gasto, para que se produzca una desinfectación eficaz.

La desinfectación significa una disminución de la población bacteriana.

El cloro puede utilizarse en forma de gas o de alguno de los diversos compuestos que lo contienen como el cloruro de cal, el hipoclorito de sodio, etc.; como sea la forma de uso el cloro en la desinfectación resulta de bajo costo, confiable y fácil de manejar.

Independientemente de que se use en forma de gas o de solu-

ción, se regula mediante aparatos especiales llamados cloradores o hipocloradores.

Es muy grande el número y tipo de cloradores que existen, por lo que en este estudio sólo se presenta una ilustración típica de un diagrama de flujo. ( Figura 4 )

#### d) Tratamiento de los Lodos.

Los lodos de las aguas negras están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que se separa con ellos.

Objetivos: Eliminar total o parcialmente el agua que contienen los lodos para disminuir su volumen en fuerte proporción y para que se descompongan todos los sólidos orgánicos putrescibles transformándose en sólidos minerales o sólidos orgánicos - relativamente estables.

Se considera como tratamiento de los lodos a aquellos métodos o procesos que se emplean en una planta hasta la disposición final de los productos del proceso de tratamiento. Estos procesos incluyen:

- 1.- Espesamiento.
- 2.- Digestión con o sin calentamiento.
- 3.- Secado sobre lecho de arena.
- 4.- Acondicionamiento químico.
- 5.- Elutriación.
- 6.- Filtración al vacío.
- 7.- Secado con calor.
- 8.- Incineración.
- 9.- Oxidación húmeda.

Figuras 5

### e) Cloración de las Aguas Negras.

Este método empleado también en aguas blancas, puede usarse - para muy diversos propósitos en todas las etapas de un tratamiento de aguas negras y aún antes del tratamiento preliminar gene-- ralmente se aplica el cloro al agua con los siguientes fines:

- 1.- Desinfección o destrucción de organismos patógenos.
- 2.- Prevención de la descomposición de las aguas negras para:-
  - a) controlar el olor,
  - b) protección de las estructuras de la planta.
- 3.- Como auxiliar en la operación de la planta para:
  - a) la sedimentación,
  - b) en los filtros goteadores,
  - c) el abultamiento de los lodos activados.
- 4.- Ajuste o abatimiento de la demanda bioquímica de oxígeno.

La acción del cloro en las aguas negras no se conoce con exacti tud en vista de que su reacción es diferente según las sustan- cias contenidas, por lo que habrá que ver en qué momento es con- veniente adicionarlo para que actúe como un desinfectante y no - en forma tóxica.

Fuentes: Manual de Tratamiento de Aguas. Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, 1981.

Manual de Tratamiento de Aguas Negras. Departamento de - Sanidad del Estado de Nueva York, 1980.

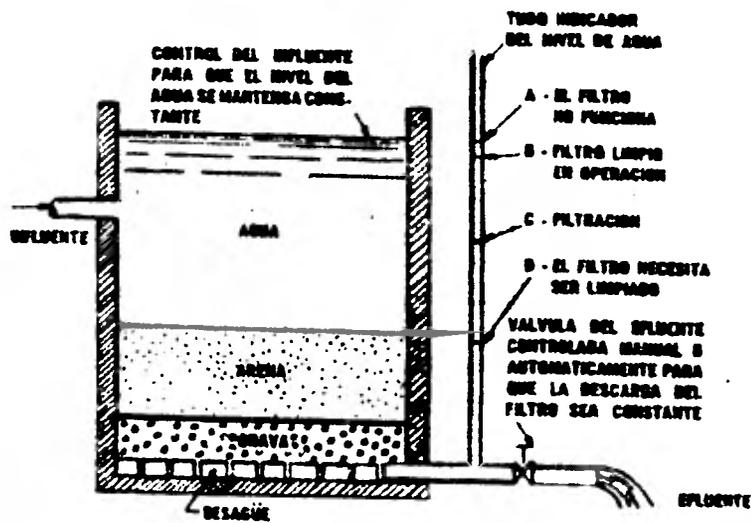
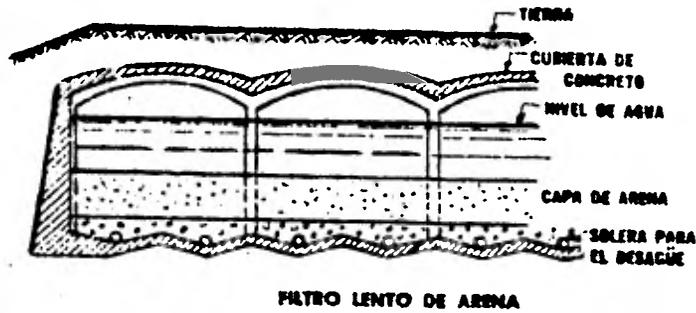


Figura 3

Fuente: Manual de Tratamiento de aguas. Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York.

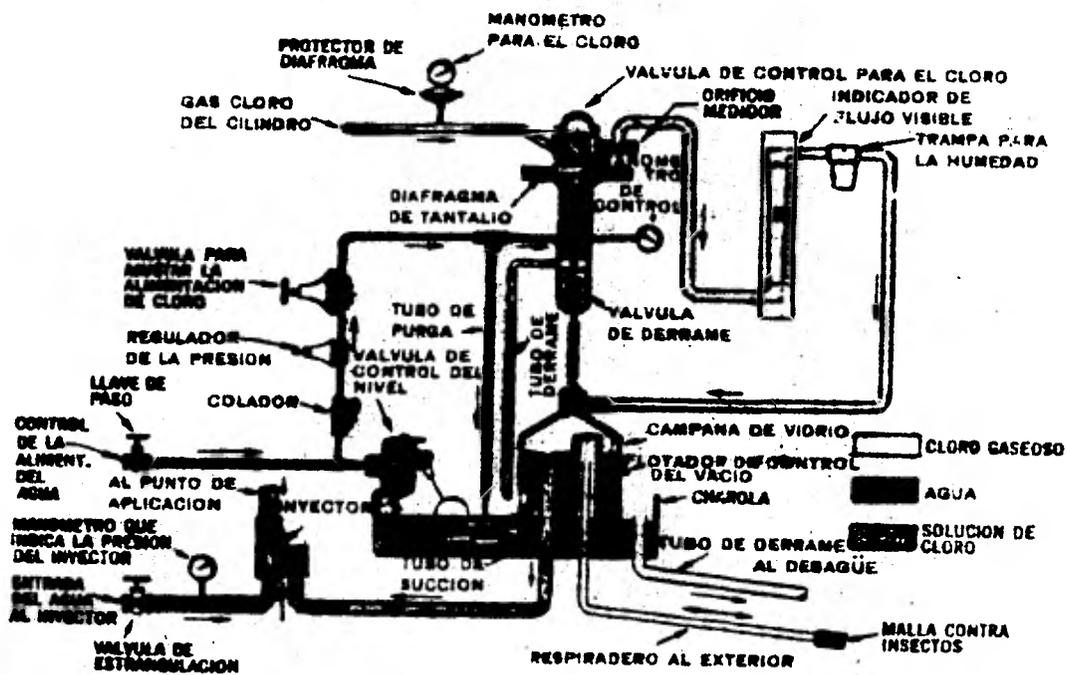
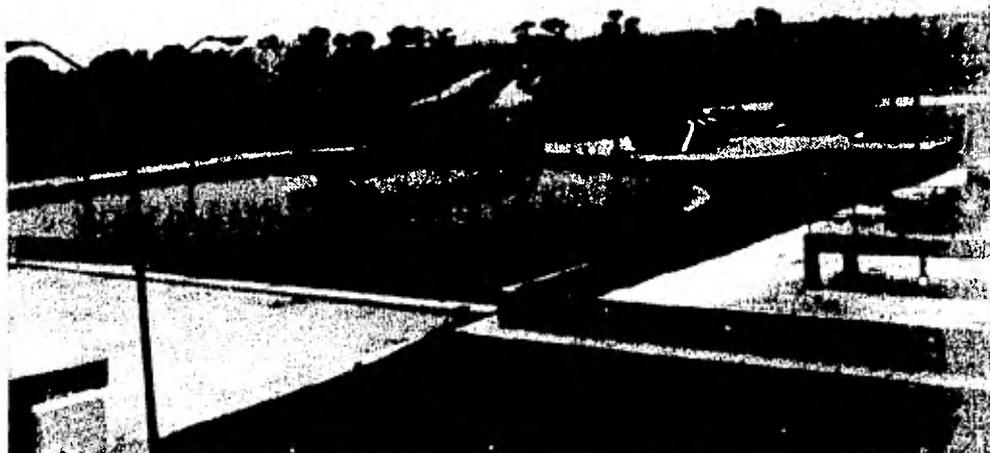


Fig. 4 DIAGRAMA DE FLUJO DE UN CLORADOR

Fuente: Manual de tratamiento de aguas. Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York.



Vistas parciales de la planta tratadora de aguas negras de la Comisión Federal de Electricidad "Francisco Pérez" en sus instalaciones de Tula de Allende, Hgo., por el método de los lodos.

INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN EL ESTADO DE  
HIDALGO EN 1979.

130

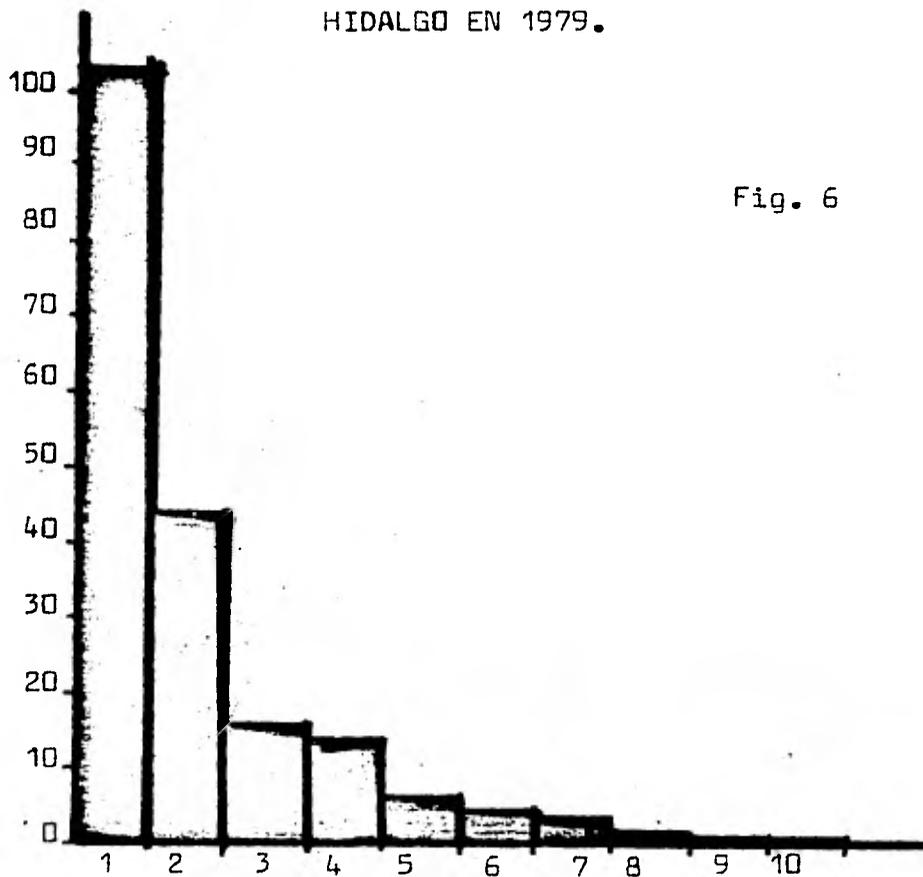


Fig. 6

Cuadro 16

	No. de casos atendidos <sup>+</sup>
1.- Infecciones respiratorias	103,752
2.- Enteritis y otras Enf. diarreicas	44,897
3.- Amibiasis	16,097
4.- Otras parasitosis intestinales	14,247
5.- Escarlatina	6,455
6.- Influenza	4,735
7.- Escabiosis	3,669
8.- Intoxicación alimentaria bacteriana	1,380
9.- Parótidis (Fiebre urliana)	1,167
10.- Salmonelosis	1,094

<sup>+</sup> Datos de casos atendidos por la S.G.A. I.M.S.S. e I.S.S.S.T.E.

Fuente: Dirección General de Bioestadística Informática y Sist.  
1979. México, D.F.

## Cuadro 17

## ENFERMEDADES TRANSMISIBLES POR CAUSA

## JURISDICCION TULA, HGO.

1977 - 1979

## TOTAL GENERAL (POR AÑO)

C	A	U	S	A	A	N	O	S	TOTAL
-	-	-	-	-	1977	1978	1979	1979	GENERAL
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastroenteritis, Enteritis y otras Enf. Diarréicas.					450	1199	1031		2680
Amibiasis					134	237	423		794
Parasitosis					149	187	361		697
Disentería Amibiana					10	20	51		81
Fiebre Tifoidea					6	-	5		11
Salmonelosis (N/Tifo)					-	1	2		3
Disentería Bacilar					-	-	2		2
Fiebre Paratifoidea					1	-	-		1

Fuente: Forma EPI-1-65

Elaboró: Centro de Salud "B" Con Hosp. D.  
Sec. Estadísticas, Tula, Hgo.

Cuadro 18  
PRINCIPALES CAUSAS DE LA MORTALIDAD GENERAL

LOCALIDAD: TULA DE ALLENDE, HGO.

1977

C A U S A	NUMERO DE CASOS <sup>†</sup>
1- Accidentes, envenenamientos y violencias	26
2- Ciertas causas de la morbilidad y de la mortalidad perinatales	21
3- Influenza y neumonía	21
4- Enfermedades del corazón	16
5- Enteritis y otras enfermedades diarréicas	11
6- Cirrosis hepática	4
7- No específicas	4
8- Tumores malignos	4
9- Diabetes Mellitus	3
10- Tuberculosis todas formas	2
11- Avitaminosis y otras deficiencias-nutricionales	2
12- Nefritis y Nefrosis	2
13- Anomalías congénitas	2
14- Anemias	2
15- Otras enfermedades del intestino y del peritoneo	2

Fuente: Departamento de Estadística del Centro de Salud B de - la Secretaría de Salubridad y Asistencia. Tula, Hgo.

<sup>†</sup>Sintetizado del cuadro "por grupos de edad", según forma 823 de dicho Centro.

## Cuadro 19

## PRINCIPALES CAUSAS DE LA MORTALIDAD GENERAL

LOCALIDAD: TULA DE ALLENDE, HGO.

1978

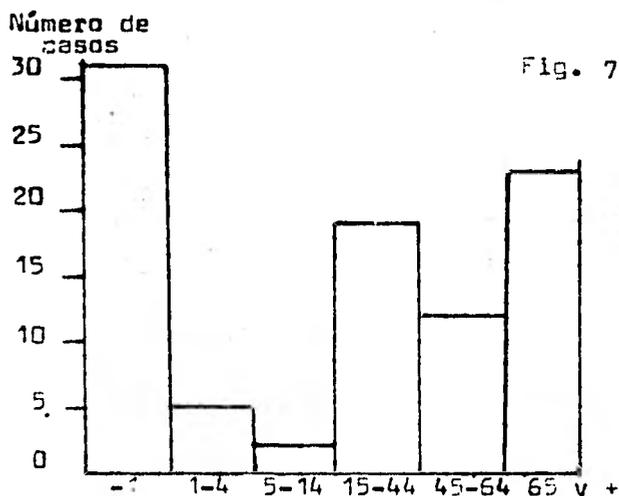
C A U S A	NUMERO DE CASOS <sup>+</sup>
1- Accidentes, envenenamientos y violencias	16
2- Enteritis y otras enfermedades diarréicas	14
3- Influenza y neumonías	11
4- Cirrosis hepática	9
5- Enfermedades del corazón	8
6- Infecciones respiratorias agudas	6
7- Infecciones meningocócicas	4
8- Ciertas causas de la morbilidad y la mortalidad perinatales	3
9- Otras enfermedades del intestino y del peritoneo	3
10- Avitaminosis y otras deficiencias nutricionales	3
11- Enfermedades cerebro-vasculares	3
12- Diabetes Mellitus	2
13- Tumores malignos	2
14- Nefritis y Nefrosis	2
15- Obstrucción intestinal y hernias	1

Fuente: Departamento de Estadística del Centro de Salud B de la S.S. A. Tula, Hgo.

+Sintetizado por la autora del cuadro "Grupos de edad".Forma 823

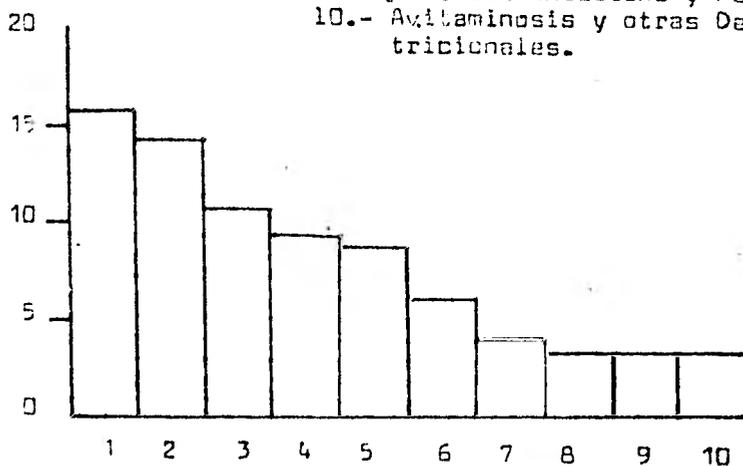
GRAFICAS DE LA MORTALIDAD GENERAL  
Tula de Allende, Hgo.  
1978

■ Por Grupos de Edad ■



■ POR LAS DIEZ PRINCIPALES CAUSAS ■

- 1.- Accidentes de todas formas
- 2.- Enteritis y otras Enf. Diarréicas
- 3.- Influenza y Neumonías
- 4.- Cirrosis Hepática
- 5.- Enfermedades del Corazón
- 6.- Infecciones Rep. Agudas
- 7.- Infecciones Meningocócicas
- 8.- Perinatales
- 9.- Enf. del Intestino y Peritoneo
- 10.- Avitaminosis y otras Deficiencias Nutricionales.



Fuente: Forma 823

Elaboró: Depto. de Estadística del Centro de Salud "B" de la S.S.A.

## Cuadro 20

## PRINCIPALES CAUSAS DE LA MORTALIDAD GENERAL

LOCALIDAD: TULA DE ALLENDE, HGO.

1979.

C A U S A	NUMERO DE CASOS <sup>+</sup>
1- Influenza y Neumonías	56
2- Enfermedades del corazón	36
3- Cirrosis hepática	29
4- Enteritis y enfermedades diarreicas	25
5- Accidentes todas formas	22
6- Tumores malignos	14
7- Enfermedades de arterias, arteriolas y capilares	12
8- Anemias	12
9- Diabetes Mellitus	12
10- Nefritis y Nefrosis	11
11- Enfermedades cerebro-vasculares	10
12- Insuficiencia hepática	10
13- Causas perinatales	9
14- Avitaminosis y deficiencia nutricional	9
15- Infecciones respiratorias agudas	9

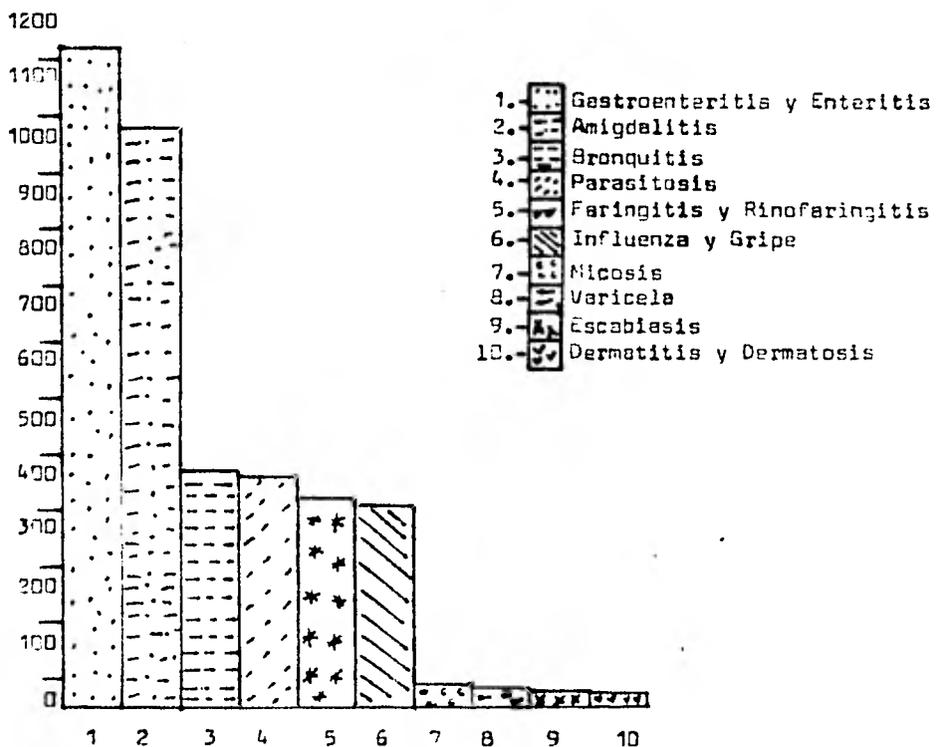
Fuente: Departamento de Estadística del Centro de Salud B de la Secretaría de Salubridad y Asistencia en Tula, Hgo.

<sup>+</sup>Sintetizado del cuadro "Diez principales causas de mortalidad general por grupos de edad", según forma de certificados de defunciones.

DIEZ PRINCIPALES CAUSAS DE ENFERMEDADES TRANSMISIBLES

• Jurisdicción Tula •  
1978

Fig. 8



Fuente: Forma EPI-1-65 (semanal)

Elaboró: Depto. de Estadística.  
de la S. E. A. Tula, Hgo.  
1982.

## Cuadro 21

PRINCIPALES CAUSAS DE LA MORBILIDAD GENERAL  
ENFERMEDADES TRANSMISIBLES

Jurisdicción: TULA DE ALLENDE, HGO.

1 9 7 9

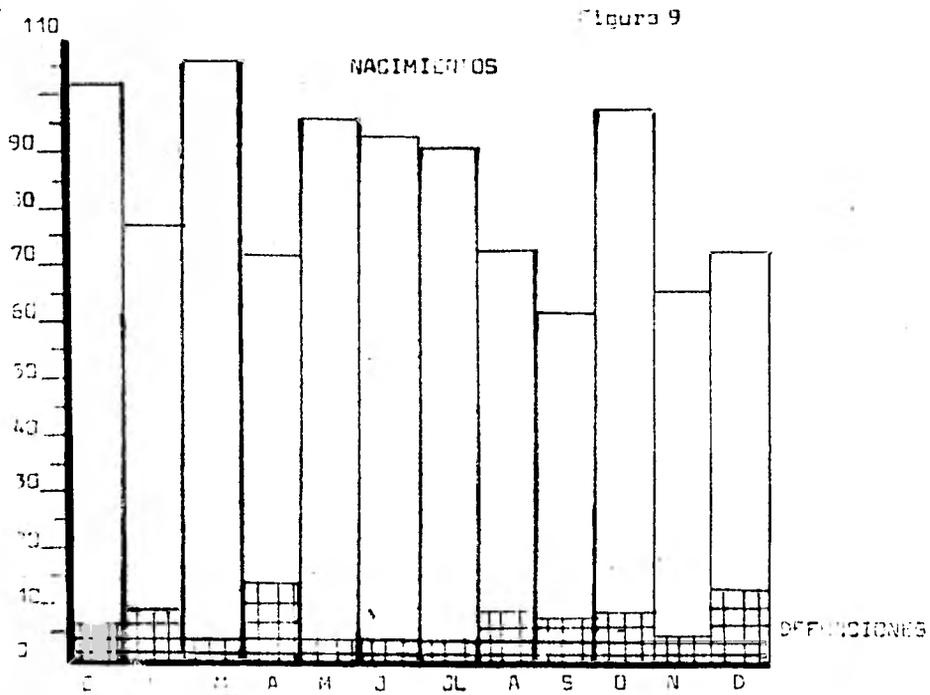
C A U S A	NUMERO DE CASOS <sup>+</sup>
1- Gastroenteritis y Enfs. diarreicas	684
2- Amigdalitis	517
3- Faringo-amigdalitis	352
4- Amibiasis	327
5- Parasitosis	311
6- Bronquitis	310
7- Influenza	226
8- Rino-faringitis	123
9- Faringitis	85
10- Sarampión	84

Fuente: Departamento de Estadística del Centro de Salud B de la  
S.S.A. en Tula, Hgo.

+

Sintetizado del cuadro Diez principales causas de morbilidad --  
general por grupos de edad, según forma EPI-1-65.

GRAFICA COMPARATIVA DE  
 NACIMIENTOS CON DEFUNCIONES  
 LOCALIDAD: TULA DE ALLENDE, HGO.  
 1979



Fuente: Certificados de Defunciones y Partos F-1-79

Elaboró: Dirección de Asesoría del Centro de Salud "3", S.S.A. Tula, Hgo.

