

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI**

**FACULTAD DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

***"Evaluación cualitativa sobre la calidad  
del agua en el estado de San Luis Potosí"***

**TRABAJO RECEPCIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

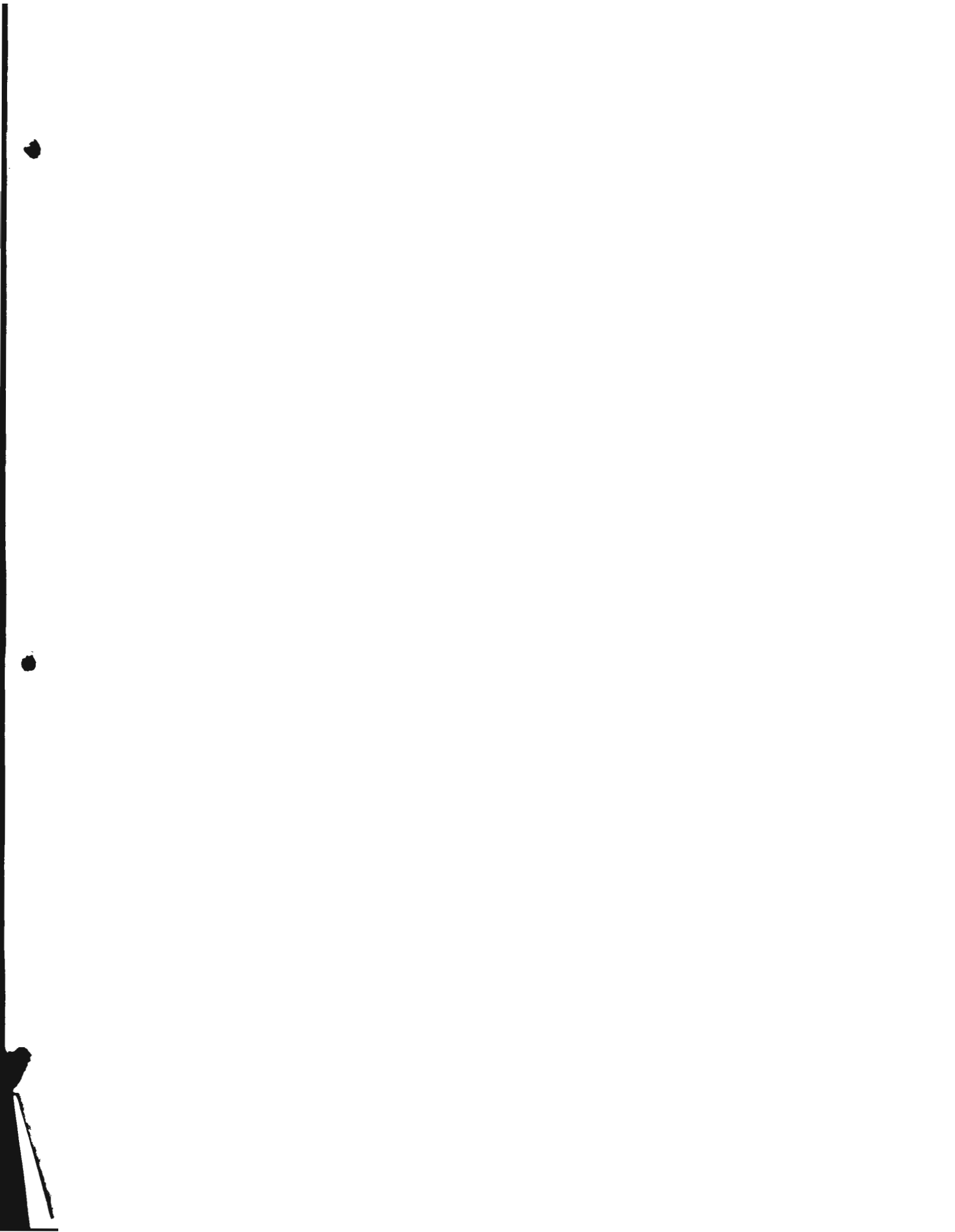
**INGENIERO GEOLOGO**

P R E S E N T A :

**Rosangel Escobar Chávez**

**SAN LUIS POTOSI, S.L.P. 1996**







UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

**FACULTAD DE INGENIERIA**

Dr. Manuel Nava No. 8 Zona Universitaria  
Teléfonos: 13-11-86, 13-52-38, 13-63-35 y 13-82-22  
Fax: (48) 13-09-24  
78290, San Luis Potosí, S. L. P., México

ENERO 19, 1995.

A la Pasante Srta. Rosangel Escobar Chávez  
P r e s e n t e.-

En atención a su solicitud de autorización de Temario, presentada por el -  
Ing. Ramón Ortiz Aguirre, Asesor del Trabajo Recepcional que desarrollará  
Usted, con el objeto de sustentar su Examen Profesional en la Licenciatura  
de Ingeniero Geólogo. Me es grato comunicarle que en la Sesión de Consejo  
Técnico Consultivo celebrada el día 19 de Enero del presente año, fué apro-  
bado el Temario propuesto:

**"EVALUACION CUALITATIVA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ESTADO DE SAN LUIS  
POTOSÍ".**

**TEMARIO:**

- I.- INTRODUCCION
  - II.- ANTECEDENTES
  - III.- GEOGRAFIA
  - IV.- GEOLOGIA
  - V.- HIDROLOGIA
  - VI.- PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACION DEL AGUA
  - VII.- EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ESTADO
  - VIII.- ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS
  - IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFIA.

Ruego a Usted tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado  
por la Ley de Profesiones, debe prestar Servicio Social durante un tiempo  
mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su Examen  
Profesional.

" MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURA "



ING. DAVID ATISHA CASTILLO  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE SAN LUIS POTOSI  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION

'real.



# CONTENIDO

	Pag.
<b>1.- INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1.- GENERALIDADES	
1.2.- AGRADECIMIENTO	
<b>2.- ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>3.- GEOGRAFÍA.....</b>	<b>4</b>
3.1.- LOCALIZACION Y EXTENSION TERRITORIAL	
3.2.- VIAS DE COMUNICACION	
3.2.a.- CARRETERAS	
3.2.b.- FERROCARRILES	
3.2.c.- AEROPUERTOS	
3.2.d.- RED DE COMUNICACIONES	
3.3.- CLIMA	
3.4.- VEGETACION	
3.5.- FAUNA	
<b>4.- GEOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>5.- HIDROLOGIA.....</b>	<b>19</b>
5.1.- AGUAS SUPERFICIALES	
5.2.- AGUAS SUBTERRANEAS	
<b>6.- PROBLEMATICA DE LA CONTAMINACION DEL AGUA.....</b>	<b>28</b>
6.1.- PROBLEMATICA URBANA DE LA CONTAMINACION DEL AGUA	
6.2.- PROBLEMATICA AGROPECUARIA DE LA CONTAMINACION DEL AGUA	
6.2.a.- GENERALIDADES	
6.2.b.- CALIDAD DEL AGUA CON FINES AGRICOLAS	

- 6.2.c.- USO DE FERTILIZANTES Y PLAGUICIDAS
- 6.2.d.- RIEGO CON AGUAS RESIDUALES

### **6.3.- PROBLEMÁTICA INDUSTRIAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

- 6.3.a.- GENERALIDADES
- 6.3.b.- LOCALIZACIÓN DE ZONAS INDUSTRIALES
- 6.3.c.- CONSUMO DE AGUA
- 6.3.d.- CONTAMINACIÓN POR ACCIÓN INDUSTRIAL

### **6.4.- ACCIONES DE CONTROL**

- 6.4.a.- GENERALIDADES
- 6.4.b.- REGISTRO DE USOS DE AGUAS Y CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA
- 6.4.c.- OBRAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS PARA USO
- 6.4.d.- OBRAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

## **7.- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ESTADO..... 67**

- 7.1.- GENERALIDADES
- 7.2.- CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

## **8.- ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS..... 106**

### **8.1.- LEYES**

- 8.1.a.- ANTECEDENTES

- 8.2.- REGIDURÍAS ECOLÓGICAS
- 8.3.- CLAVES HACENDARIAS PARA DESCARGA Y MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- 8.4.- RELACIÓN DE EMPRESAS DEL ESTADO O DE PARTICULARES CON LAS QUE SE ESTABLECIERON CARTAS-COMPROMISO
- 8.5.- REGISTRO DE AGUAS RESIDUALES
- 8.6.- CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA
- 8.7.- RED DE MONITOREO

## **9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 120**

## **BIBLIOGRAFÍA..... 145**

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- GENERALIDADES

El presente trabajo recepcional tiene como objetivo fundamental el efectuar un análisis cualitativo de la calidad del agua tanto superficial como subterránea en el estado de San Luis Potosí.

Al haberse instituido El Programa Agua Limpia por parte del presidente de la República Mexicana, surgió la necesidad de efectuar en primer instancia diagnósticos de carácter global que marcan las líneas de acción a tomar.

El presente trabajo se ha efectuado conforme las directrices que en su momento estableció la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de su delegación en el estado. El marco global de trabajo se dividió en las siguientes áreas :

**Geografía.** En ella se han involucrado aspectos de comunicación, localización, extensión territorial, clima, vegetación y fauna.

**Geología.** Aquí hemos hecho una evaluación global de las características geológicas del estado, sin profundizar en detalles.

**Hidrología.** Se ha efectuado una evaluación tanto de aguas superficiales como subterránea.

**Problemática de la contaminación del agua.** En éste renglón se han establecido las fuentes de impacto ambiental en los usos urbanos, industriales y agropecuarios, con el fin de establecer un criterio de que tan grave es el problema del agua, proporcionando datos referentes a la totalidad de agua residual que se genera en la zona conurbada de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez y principales municipios; así como también que cantidad de agua se podría tratar para su reutilización y de este modo ser menos la sobre explotación de los acuíferos con agua que podría ser utilizada solo para consumo humano. Se incluye también las acciones de control

**Evaluación de la calidad del agua en el estado.** Para la integración de este apartado ha sido necesario recurrir a técnicas hidrogeoquímicas y sistemas de clasificación comprensibles y eficaces. La determinación de la calidad del agua obedece a varios aspectos ya sea si uno desea cubrir un uso doméstico, industrial o agropecuario los parámetros a determinar son muy diferentes en cada caso; debido a lo anterior en este capítulo solo se evaluará la calidad del agua residual, proporcionando los resultados en iones primarios para facilitar la aplicación posterior de cualesquiera de los sistemas convencionales que permiten clasificar el agua dependiendo del uso a que se destine. También se presentan las normas oficiales mexicanas referentes a los parámetros permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales dependiendo del giro de cada empresa.

**Aspectos legales y administrativos.** Este apartado fue elaborado ante la necesidad que tenemos de comprender y sopesar lo indicado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente y la Ley Federal de Aguas.

## 1.2.- AGRADECIMIENTOS

Por medio del presente trabajo quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Ramón Ortiz Aguirre; Jefe del Departamento de Extensión Académica, por sus comentarios, asesoramiento y correcciones en la elaboración de este escrito.

Así como también a todos mis maestros que con paciencia me brindaron todos sus conocimientos.

Un agradecimiento especial a mis padres por haberme brindado todo su apoyo y confianza.

Con amor a Gerardo.



## 2.- ANTECEDENTES

En el marco del Programa Agua Limpia instituido en la ciudad de San Luis Potosí por el Presidente de la República Mexicana establece una serie de líneas de acción para mejorar las condiciones de las aguas superficiales y subterráneas. Es en éste punto donde se contempla la ejecución de estudios de carácter cualitativos que permiten establecer líneas de acción para las autoridades en materia del agua y medio ambiente.

La delegación en el estado de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología por intermedio de su delegado el Dr. Humberto Cesar Rodarte Ramón, confió a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí la ejecución del proyecto, "ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ ". El cual se efectuó por intermedio de un grupo de trabajo comandado por el Ing. Ramón Ortiz Aguirre y los pasantes de ingeniería : Juan J. López Rdz., Jorge Rivas Ramón, Hector D. Covarrubias Rendón, Javier Romo C. y Rosangel Escobar Chávez.

Dados los pocos recursos económicos con que se contó y la urgencia del trabajo, las brigadas se enfocaron en los análisis de las tres zonas geográficas del estado en donde recopilaron la información necesaria, la cual fué complementada con un trabajo de biblioteca y en la toma de muestras en el campo, las que fueron analizadas en los laboratorios del Área Ciencias de la Tierra, delegación SEDUE y en la Facultad de Medicina con el apoyo del Dr. Fernando Díaz Barriga.

### 3.- GEOGRAFÍA

#### 3.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El estado de S.L.P. se localiza en la parte centro - oriental de la Rep. Mexicana, entre los paralelos 21°9'35" y 24°33'09" de latitud norte y los meridianos 98°19'52" y 102°17'51" de longitud al oeste del Greenwich. Limita al norte con los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas; al oriente con Veracruz; al sur con Hidalgo, Querétaro y Guanajuato y al poniente con Zacatecas y Jalisco(Figura 1). La extensión territorial de esta entidad es de 62,304.74 Km<sup>2</sup>, que representan el 3.2 % del total de la extensión del país (CRM, 1992).

#### 3.2.- VÍAS DE COMUNICACIÓN

El sistema de comunicación terrestre con que cuenta el estado, le permite tener una buena conexión, tanto en el interior de la entidad como en el resto del país. En 1989, la red de carreteras federales y estatales tenía una longitud total de 6976 Km., de los cuales correspondían 5827 Km. a carreteras federales y 1149 Km. a carreteras estatales. La densidad de carreteras en el estado es de 9.3 Km. por cada 100 Km<sup>2</sup> de superficie.

La red ferroviaria de la entidad tiene una longitud de 1279 Km. El estado tiene un aeropuerto internacional ubicado en la vecindad de la ciudad de San Luis Potosí, un aeropuerto nacional ubicado en el municipio de Tamuín y complementa su transportación aérea con unas aeropistas distribuidas en el interior del estado (CRM, 1992).(Figura 2)

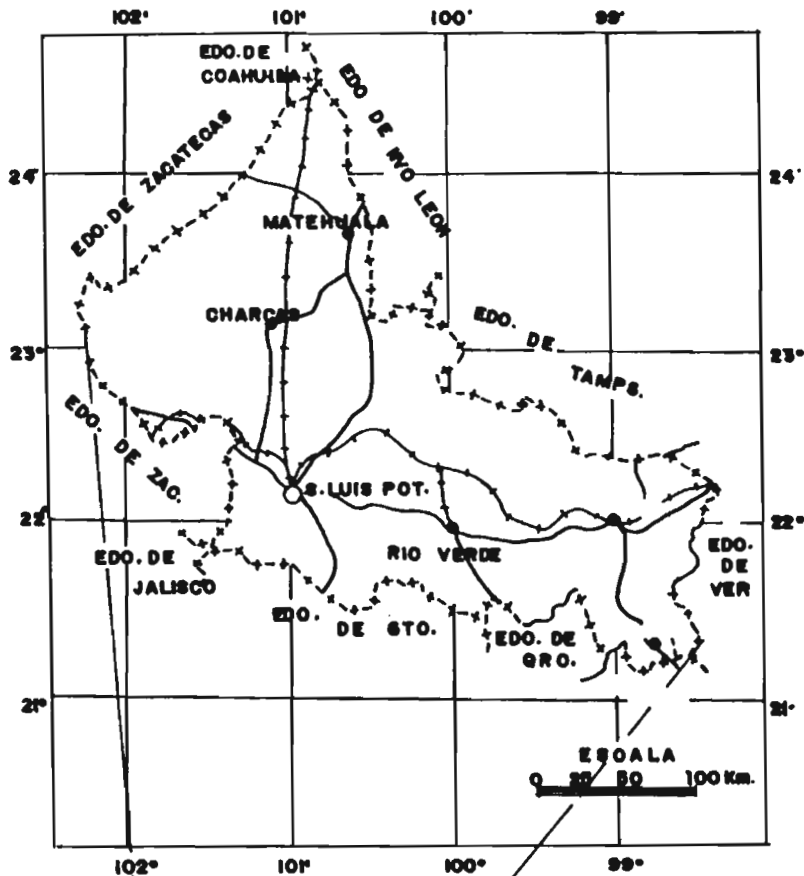
##### 3.2.a.- CARRETERAS

El estado de S.L.P. cuenta con una extensa red de carreteras, principalmente federales y en menor proporción estatales. La carretera principal es la No. 57, México - Piedras Negras, que cruza la entidad de sur a norte por su parte central.

Esta carretera comunica la capital del estado de Matehuala, San Luis Potosí, Saltillo, Coahuila y Monterrey, Nvo. León. En el entronque El Huizache sale un ramal que conecta con la carretera federal No. 85, México - Nvo. Laredo, que comunica al puerto de Tampico, Tamps., pasando por Ciudad Mante, Tamps.(Figura 2)

La carretera No. 70, Tampico, Tamps.- Barra de Navidad, Jalisco cruza la entidad de oriente a poniente en su parte sur y sureste, comunicando a la capital del estado con la ciudad de Rioverde, Valles y Tampico. Ésta misma carretera comunica hacia el poniente con las ciudades de Aguascalientes, Ags.

La carretera No. 49 comunica la ciudad de S.L.P. con las ciudades de Zacatecas y Torreón y entronca con la No. 45, México -Ciudad Juárez. Además existen carreteras estatales que comunican entre sí a las principales ciudades de la entidad y permiten el acceso a otras entidades de los estados vecinos (CRM, 1992).



**U A S L P**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**MAPA DE LOCALIZACION**

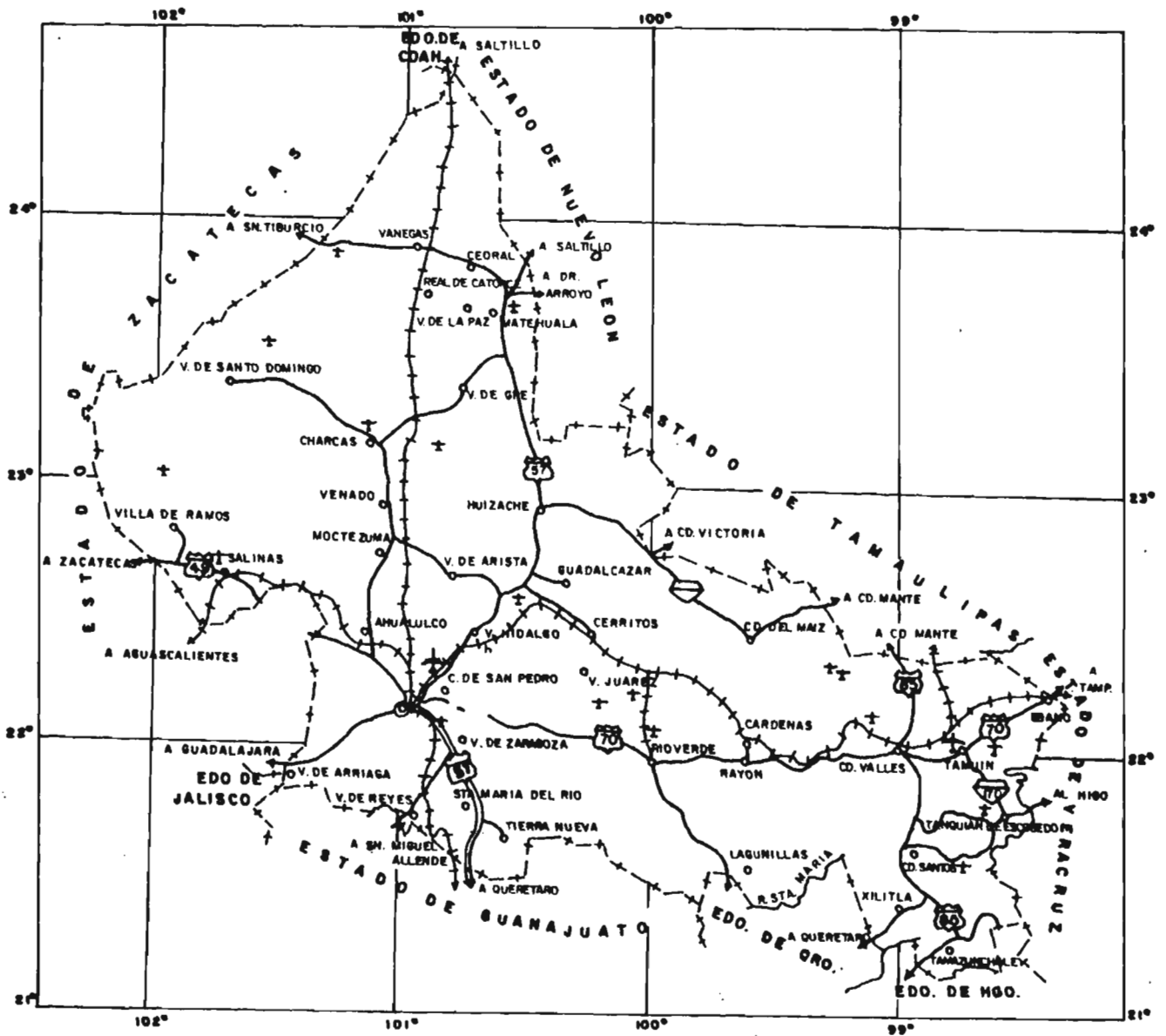
FUENTE: Monografía Geológica-Minera del Estado de San Luis Potosí, CRM 1992.

R. ESCOBAR CH.

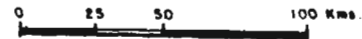
OTOÑO-INVIERNO  
 1994

FIG. No. 1

# ESTADO DE SAN LUIS POTOSI



ESCALA GRAFICA



## EXPLICACION

- LIMITE ESTATAL
- CAPITAL DEL ESTADO ⊙
- POBLADO ○
- AUTOPISTA = 57 =
- CARRETERA FEDERAL 70
- CARRETERA ESTATAL 15
- VIA DEL FERROCARRIL -+ -+ -+ -+
- AEROPUERTO INTERNACIONAL ✈
- AEROPUERTO NACIONAL ✈
- AEROPISTA +

**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**VIAS DE COMUNICACION**

FUENTE: Monografía Geológica-Minera del Estado de San Luis Potosí, CRM 1992.

### 3.2.b.- FERROCARRILES

La línea ferroviaria de mayor importancia en el estado es la del ferrocarril México - Nvo. Laredo que atraviesa la entidad de sur a norte por su parte central. En la altura de Vanegas, que esta sobre esta. línea, sale un ramal con extensión de 18 Km. que comunica con al ciudad de Matehuala, mismo que permite el acceso a la parte norte del estado.

La línea de S.L.P.- Aguascalientes, comunica la capital de la entidad con esta ciudad, a partir de la cual se pueden hacer conexiones con el ferrocarril México - Cd. Juárez, o bien a los puertos de la cuenca del Pacifico pasando por Guadalajara, Jal.

El ferrocarril S.L.P. - Tampico, cruza el estado en la parte centro - oriente, lo que permite un acceso rápido al puerto de Tampico, Tamps., que cuenta con las instalaciones apropiadas para la realización de exportaciones de todo tipo y por el cual salen a Europa variados productos minero metalúrgicos (CRM, 1992).

### 3.2.c.- AEROPUERTOS

El estado de S.L.P. cuenta con un aeropuerto internacional ubicado 10 Km. al norte de la capital de la entidad, el cual actualmente tiene vuelos directos a las ciudades de México, D.F., Monterrey, Puerto Vallarta y San Antonio, Texas. También cuenta con un aeropuerto nacional ubicado en el municipio de Tamuín de donde salen vuelos a diferentes estados de la República. En diferentes localidades del estado existe aeropistas para avionetas, especialmente en zonas de difícil acceso (CRM, 1992).(Figura 2)

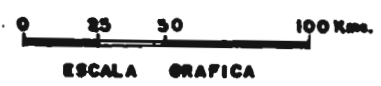
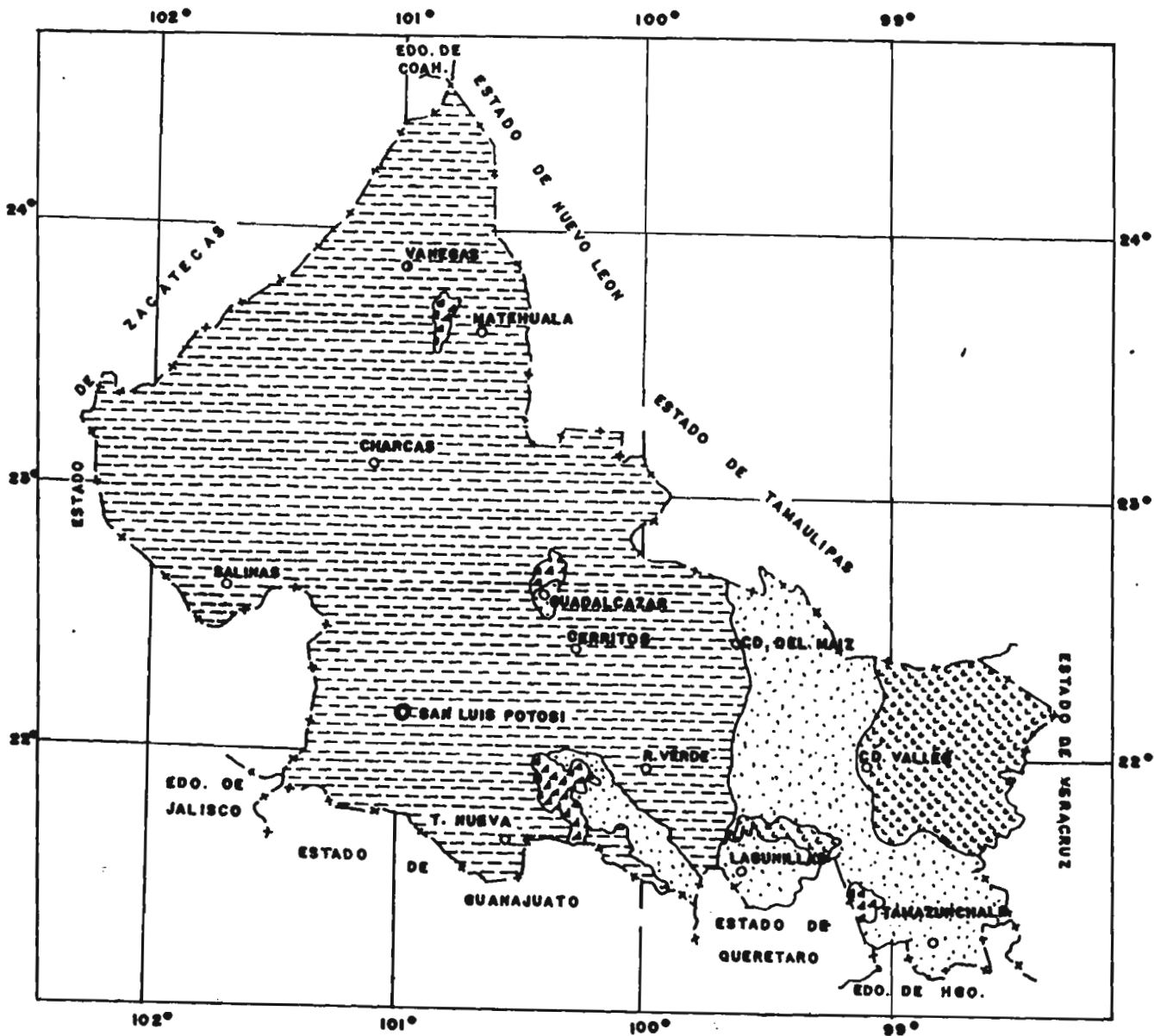
### 3.2.d.- RED DE COMUNICACIONES

Actualmente la entidad tiene en servicio una amplia red de comunicaciones que funciona por medio de microondas y vía satélite,. La mayor parte de las poblaciones del estado, inclusive algunas comunidades rurales tienen servicio telefónico automático nacional e internacional y en San Luis Potosí hay un centro de telecomunicaciones que presta al público los servicios de telégrafos, fax y télex (CRM, 1992).

### 3.3.- CLIMA

El clima que predomina en todo el altiplano y gran parte de la Sierra Madre Oriental, es del tipo seco, según la clasificación de Köppen, modificado por García (1964); con una temperatura media anual entre 16° y 18°C y una precipitación media anual de 410 a 500 mm; con lluvias principalmente en verano y muy escasas en el resto del año.

El clima cálido se presenta en el extremo oriental del estado y esta caracterizado por lluvias en verano y ocasionalmente en invierno, con una precipitación pluvial anual de 800 a 2800 mm y una temperatura media anual de 27°C. La figura 3 muestra la distribución geográfica de los principales climas que se presentan en la entidad.



- EXPLICACION**
- CAPITAL DEL ESTADO \_\_\_\_\_ ⊙
  - POBLADO \_\_\_\_\_ ○
  - CALIDOS \_\_\_\_\_ [Dotted pattern]
  - SEMICALIDOS \_\_\_\_\_ [Cross-hatched pattern]
  - TEMPLADOS \_\_\_\_\_ [Diagonal lines pattern]
  - SECOS \_\_\_\_\_ [Horizontal lines pattern]

**U A S L P**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**C L I M A**

FUENTE: Monografía Geológico-Minera del Estado de San Luis Potosí, CRM 1992.

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIerno  
1994

FIG. No. 3

El clima semicálido cálido afecta una amplia franja de orientación noroeste - sureste, que comprende el flanco oriental de la Sierra Madre Oriental, así como planicies y llanuras del límite oriental del altiplano. Este clima se caracteriza por abundante lluvias en verano, con una precipitación pluvial de 600 a 1000 mm y temperatura media anual de 22°C.

El clima templado se presenta en áreas de poca extensión localizadas en el Altiplano y en el flanco occidental de la Sierra Madre Oriental; su precipitación pluvial media anual es del orden de los 600 mm y su temperatura media anual de 18°C, con lluvias en verano y en menor proporción en invierno (CRM, 1992).

### 3.4.- VEGETACIÓN

El estado de San Luis Potosí tiene en la mayor parte de su territorio poca vegetación debido al predominio de climas de tipo seco caracterizados por una escasa precipitación pluvial. A continuación se presenta un resumen del trabajo que realizó el Dr. Jerzy Rzedowski de la clasificación de la vegetación del estado. En toda la parte norte, noroccidental y central se presenta la vegetación del tipo matorral crasicaule, caracterizado por una gran variedad de cactaceas tales como nopales, garambullos, gardenches, duraznillo, cardón, lechuguilla, guapilla y sotol, que se asocian en ocasiones a matorrales desérticos constituidos principalmente por gobernadora, mezquites, huizaches y palmas.

En las partes altas del altiplano y de la Sierra Madre Oriental, se presenta bosques de pinos, de encinos o de ambos. La vegetación de matorral submontano esta constituida por granjeno, palo blanco, trompillo, garambullo, mezquites y huizaches, y se presentan en la porción central de la entidad.(Figura 4)

En la región de la Huasteca caracterizada por recibir abundantes lluvias, predomina la selva baja caducifolia, constituida por chaca, cedro, higuerón, limoncillo y alquiche.

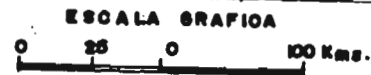
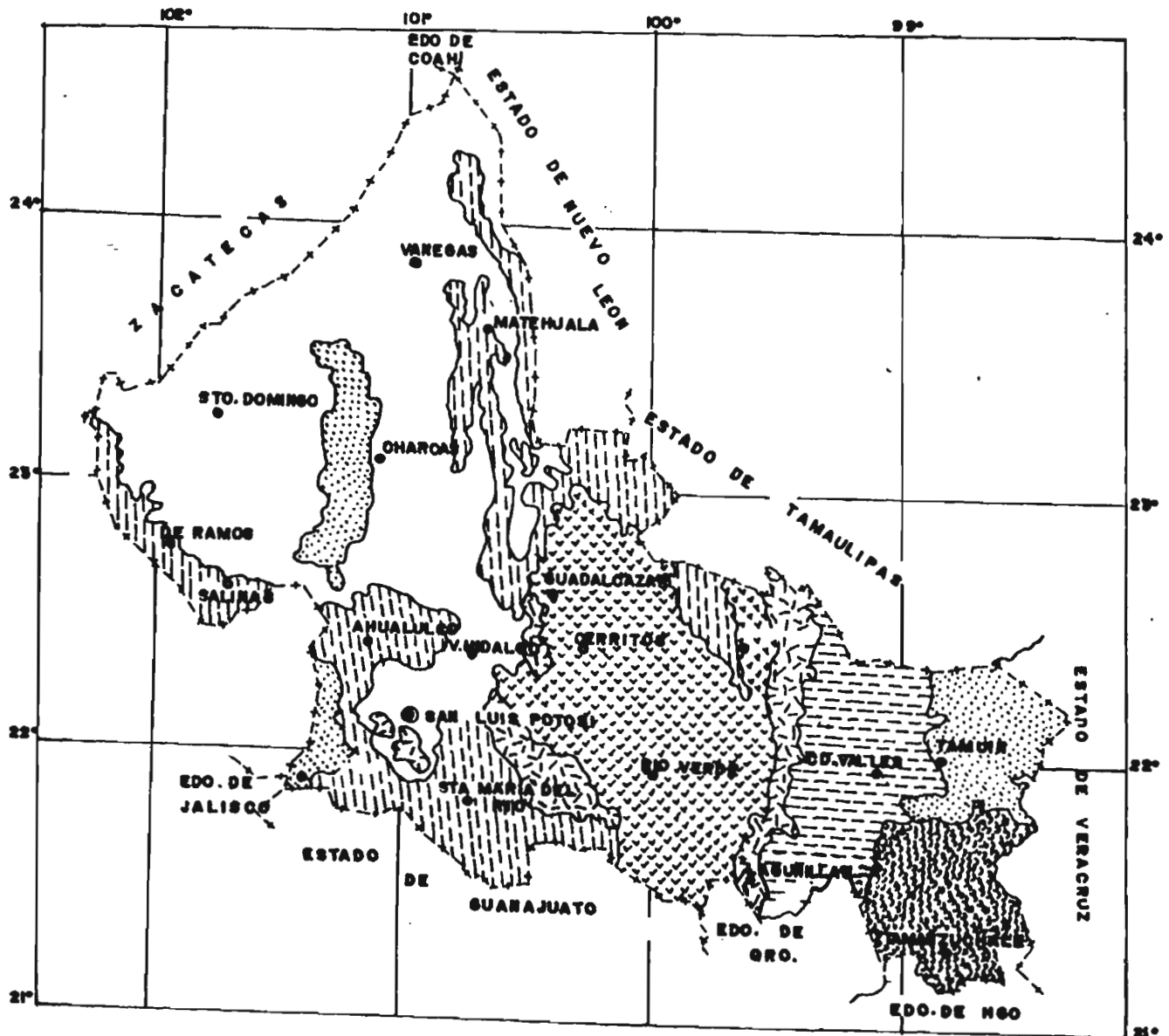
En algunas áreas restringidas del Altiplano se presenta pastizales naturales combinados con matorrales desérticos y cactaceas y en la Huasteca se presentan pastizales cultivados (CRM, 1992).

### 3.5.- FAUNA

En el estado de San Luis Potosí están comprendidas las dos grandes regiones biogeográficas de América, la mayor parte corresponde a la zona neartica y el este a la neotropical. Las especies más importantes consideradas son las aves y mamíferos de caza, de los cuales se localizan las que a continuación se señalan con base en el estudio de el profesor A. Starker Leopold (Almazan, 1972).

#### ORDEN TINAMIFORMES

Perdiz canela.- (*Crypturellus cinnamomeus*). Se encuentra al oriente del estado en la región de clima tropical (Almazan, 1972).



**EXPLICACION**

- CAPITAL DEL ESTADO ———— ⊙
- POBLADO ———— ○
- MATORRAL DESERTICO ———— [ ]
- MATORRAL GRASOAULE ———— [ ]
- PASTIZAL ———— [ ]
- BOSQUE DE PINO Y/O ENCINO ———— [ ]
- SELVA BAJA CADUCIFOLIA ———— [ ]
- SELVA BAJA PERENIFOLIA ———— [ ]
- MATORRAL SUBMONTANO ———— [ ]

FUENTE: Monografía Geológica-Miembra del Estado de San Luis Potosí, CNM 1992.

**U A S L P**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**VEGETACION**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
 1994

FIG. No. 4



## ORDEN ANSERIFORMES

Pichicht o pato maizal.- (*Dendrocygna autumnalis*). De tamaño mediano, color café, y el vientre negro. Habita en la planicie costera.

Pato real.- (*Cairina moschata*). Es de gran tamaño de plumaje negro, opaco con iridiscencia verdusca o púrpura en las alas y dorso, se localiza en el oriente del estado (Almazan, 1972).

## ORDEN GALLIFORMES

Hocofaisan.- (*Crax rubra*). Es del tamaño de un guajolote, con un casquete de plumas rizadas, el macho es casi todo negro y en las hembras predomina un color café, canela, habita en los bosques húmedos tropicales, en el estado se localiza en el oriente en la zona de bosque tropical deciduo y perennifolio, también en la zona de bosque espinoso.

Codorniz común.- (*Colinus virginianus*). Se localiza en algunos sitios del Altiplano y al este de las llanuras del Río Verde hasta la planicie costera.

Guajolote silvestre o cocono.- (*Meleagris gallopavo*). Se localiza al este de la Sierra Madre, en la región del río Salto es abundante (Almazan, 1972).

## ORDEN COLUMBIFORMES

Paloma morada o torcaza.- (*Columba flavirostris*). Se localiza también en San Luis Potosí, al este, principalmente en la planicie costera.

Huilotas o tórtolas.- (*Zenaidura macroura*). Habitan en todo el estado, en el invierno aumenta el número de estas aves las que emigran de los Estados Unidos (Almazan, 1972).

## MAMÍFEROS DE CAZA Y PIEL

### ORDEN MARSUPIALES

Tlacuaches.- (*Didelphis marsupiales*). Se le halla al oriente del estado desde la llanura de Rioverde hasta la planicie costera (Almazan, 1972).

### ORDEN PRIMATES

Mono araña.- (*Ateles geoffroyi*). Se le puede encontrar en el sureste en los bosques tropicales, principalmente en el bosque perennifolio (Almazan, 1972).

### ORDEN EDENTADA

Armadillo.- (*Dasyus novemcinctus*). Es del tamaño de un gato casero cubierto por una concha o envoltura completa que es flexible. Se alimenta de insectos que habitan en el suelo. Se localiza al este principalmente en la llanura costera (Almazan, 1972).

## ORDEN LAGOMORPHA

Liebre cola negra.- (*Lepus californicus*). Habita en las regiones áridas y semidesérticas del país; en el estado de San Luis Potosí, se le haya en el altiplano en los matorrales y zacatales (Almazan, 1972).

## CONEJOS

Conejo del este.- (*Sylvilagus floridanus*). Se localiza en los bosques de pino y encino y bosques tropicales (Almazan, 1972).

## ORDEN RODENTIA

Ardillas grises.- (*Sciurus aureogaster*). Se encuentran en el estado en los bosque tropicales y en el bosque espinoso de la planicie costera (Almazan, 1972).

## ORDEN CARNÍVOROS

Coyote.- (*Cannis latrans*). Es muy conocido por que se le halla con frecuencia en todo el estado, se alimenta principalmente por roedores y otros animales.

Zorra gris.- (*Urocyon cinereoargenteus*). La zorra gris se localiza en toda la república también en todo el estado, principalmente en el sur.

Tejón.- (*Nasua narica*). Se le encuentra en la planicie costera (Almazan, 1972).

## ORDEN ARTIODACTYLA

Jabalí de collar.- (*Pécari tajacu*). Es un pequeño puerco salvaje con un cuerpo robusto, se localiza en zonas con diferentes tipos de vegetación a excepción de las regiones extremadamente áridas del Altiplano.

Bura.- (*Odocoileus bemionus*). El venado bura o cola negra, tiene su habitación en las zonas desérticas del país; en el estado se encuentra en el norte, en las zonas de matorral desértico micrófilo y rosetófilo.

Venado cola blanca.- (*Odocoileus virginianus*). Es más pequeño que el venado cola negra, en todo el territorio potosino se le encuentra, pero prefiere los bosques de pino-encino y los matorrales densos (Almaza, 1972).

## FAUNA ICTIOLÓGICA POTOSINA

- 1.- Peces característicos de las regiones ne rticas.
  - 2.- Peces característicos de las regiones neotropicales.
  - 3.- Peces de procedencia marítima.
- (Almazan, 1972).

Entre los peces más importantes se citan :

Catanes	Neárticos
Sardinitas	Neárticas
Sábalos	Neárticos
Sardinitas ciegas	Neotropicales (Encontradas en la región de Valles, primeros carácidos cavernícolas que conoció la ciencia).
Carpas	Autóctonas del continente americano
Carpas	De la zona neártica
Carpas	Introducidas
Bagres	Neárticos
Lizas	Neotropicales (Penetran a los ríos de los mares).
Robalos	También procedentes de los mares
Mojarras	De tierra caliente, grupo neotropical muy numeroso en género y especies.
Mojarras	De agallas azules introducidas
Huro	Introducido
Burros o burritos	De procedencia marina, se localiza en Valles.
Jureles	De procedencia marina, se observan en las regiones de Valles.

En la estación piscícola El Peaje se cultiva la lobina de boca grande y la mojarra de agalla azul.

En la presa de El Peaje se ha introducido el pescado blanco de Pátzcuaro.

#### DESTRUCCION DE LA FAUNA

La fauna también debido a la destrucción de la flora, ha sufrido serios estragos, algunas de las especies aquí mencionada están a punto de extinguirse; en la región del Altiplano se ha resentido una explotación y saqueo de los nidos y madrigueras de aves y cuadrúpedos que da lugar a un mercado de las especies a lo largo de la carretera 57, en el tramo comprendido entre Villa Hidalgo y el cruce del Huizache, ninguna acción se ha ejercido para detener esta destrucción y saqueo; en las zonas de bosque tropical también se practica el saqueo de animales, la especie más perseguida es el loro de cabeza amarilla.

La ictiofauna también ha resultado grandemente afectada por la contaminación de los ríos, en la cuenca del Río Verde y la región Huasteca, en esta última los ingenios y otras industrias que arrojan sus desechos a las corrientes fluviales han contaminado seriamente los ríos en decremento de la fauna ictiológica y de todo el ecosistema (Almazan, 1972).

#### 4.- GEOLOGÍA

En el presente trabajo se incluye una columna geológica generalizada del estado correlacionada con la columna geológica generalizada del estado de Zacatecas (Figura 5). A continuación se describe en forma sintetizada la geología del estado, tomada de la Monografía geológica-minera del estado de San Luis Potosí, CRM, 1992.

El basamento del edificio geológico potosino está conformado con rocas metamórficas del Paleozoico Superior, que afloran en el núcleo de la Sierra de Catorce, ubicada en la porción nororiental del estado. La carpeta sedimentaria que cubre discordantemente al basamento Paleozoico esta representada en la entidad por una secuencia sedimentaria Mesozoica del Triásico Superior Marino, correspondiente a la Formación Zacatecas y a las Capas Rojas de la Formación Huizachal del Triásico Superior Continental, los cuales a su vez son cubiertas discordantemente ya sea por las capas rojas Jurásicas de la Formación La Joya o por los sedimentos marinos del Jurásicas Superior (Caliza Zuloaga del Oxfordiano). Esta secuencia es sobreyacida en aparente concordancia por un paquete de sedimentos marinos calcáreos del Cretácico en prácticamente todo el estado de San Luis Potosí y en un área muy restringida aflora un paquete volcanosedimentario (Formación Chilitos), que aflora en la parte central en los límites con el estado de Zacatecas.

El Cenozoico cubre discordantemente en diferentes áreas a algunas de las rocas antes mencionadas y está representado por rocas volcánicas no diferenciadas en este trabajo, así como por rocas clásticas de origen marino.

Las rocas ígneas intrusivas existentes son de composición ácida e intermedia que intrusionan al basamento metamórfico y a la carpeta sedimentaria. Finalmente, durante el Pleistoceno se depositaron conglomerados con sedimentos evaporíticos. El Cuaternario comprende derrames de basaltos, depósitos de pie de monte, aluviones y ocasionalmente capas de evaporitas y caliche .

##### **PALEOZOICO METAMÓRFICO (Pzm)**

Las rocas más antiguas hasta ahora identificadas en el estado de San Luis Potosí corresponde al Paleozoico Tardío. La única localidad del estado donde han sido reportadas estas rocas es el Cañón general en la Sierra de Catorce, donde forman un anticlinorio que buza al norte en donde aflora un bloque antiguo constituido por un paquete de rocas metasedimentaria y metavolcánicas compuestas por metagrauvas (rocas verdes), un delgado horizonte de metatobas andesíticas y metapelitas (filitas), que de acuerdo con Reaser et al, 1989; contienen esporas del género *Lycosporas* sp. y *Densosporites* sp, cuya edad comprende del Mississípico Tardío al Pennsylvánico Temprano. Estas rocas estan intrusionadas por diques de composición básica (diabasas). El paquete metamórfico antiguo esta cubierto en discordancia ya sea por capas rojas de la Formación Huizachal del Triásico Superior Continental o por la Caliza Zuloaga del Jurásicas Superior.

##### **MESOZOICO**

Las rocas metamórficas, sedimentarias marinas, clásticas continentales y volcanosedimentarias del Mesozoico, se encuentran expuestas principalmente en la parte centro, norte oriental y sureste del estado, su posición geográfica coincide con el límite oriental

de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental que cruza el estado en toda su extensión en sus límites oriental, noroccidental y la parte occidental y oriental de la provincia de la mesa central. Estas rocas sobreyacen localmente (Sierra de Catorce), en forma discordante a rocas del Paleozoico.

#### Triásico Superior Marino (TRsm)

En el estado de San Luis Potosí, el Triásico Superior Marino esta representado por la Formación Zacatecas. Las rocas pertenecientes a este sistema afloran en áreas de poca extensión en la porción occidental del estado (Charcas y Peñón Blanco), considerándoseles una edad de Triásico Tardío. Las rocas de la Formación Zacatecas por su contenido faunístico se le determinó una edad del Triásico Superior Marino (Cárnico). Litológicamente, la Formación Zacatecas esta constituida por filitas, pizarras, cuarcitas y calizas. También se han reconocido en esta zona conglomerados metamorfoseados y rocas volcánicas que exhiben metamorfismo de bajo grado y foliación débil.

*Formación Zacatecas.* Aflora también en el distrito minero de Charcas, donde está constituida por filitas y pizarras con lentes de calizas de color gris oscuro y contenido faunístico similares (juvavites sp.).

#### Triásico Continental (TRc)

El Mesozoico Continental aflora en la parte norte del estado, en el municipio de Real de Catorce y esta representado por lechos rojos de la Formación Huizachal. Esta unidad aflora en la Sierra de Catorce y est constituida por conglomerado que contiene fragmentos de rocas ígneas, lutitas y limolitas de color verde, gris y rojo, cuyo espesor es de alrededor de cien metros; con base en su posición estratigráfica se le asigna una edad del Triásico Tardío, descansa discordantemente sobre rocas metamórficas paleozoicas.

#### Jurásico Inferior Marino (Jim)

En San Luis Potosí el Jurásico Inferior Marino esta representado por la Formación Huayacocotla, definida por Imlay (1948), en una sección de más de 300 m de espesor situada en Tlahualompa y Tianguistengo, al norte de Tulancingo , Hidalgo; esta constituida por una secuencia de lutitas negras bandeadas, apizarradas y fracturadas que también contienen algunos estratos gruesos de areniscas (bancos). Esta unidad se encuentra distribuida en San Luis Potosí en áreas pequeñas en la región de Tamazunchale.

#### Jurásico Medio Continental (Jmc)

El Jurásico Medio ha sido estudiada en la región por varios autores, entre los que destaca Carrillo Bravo, quien en 1965 propuso el nombre de Formación Cahuasas para una secuencia de sedimentos de origen continental. Se trata de sedimentos aluviales y fluviales depositados en cuencas intermontanas, asociadas probablemente a estructuras de fosas tectónicas; por su posición estratigráfica la Formación Cahuasas es considerada del Jurásicas medio (Bajociano - Batoniano). En San Luis Potosí no aflora esta unidad, ya que solamente se ha reportado su presencia en el subsuelo de la región oriental del estado.

*Formación la Joya.* Aflora en el distrito minero de Charcas, donde yace discordantemente sobre el Triásico Superior Marino de la Formación Zacatecas y litológicamente esta constituida por un paquete aproximadamente 40m de conglomerados areniscas y lutitas. Por su posición estratigráfica se le ha asignado una edad correspondiente al Jurásico Medio.

*Formación Minas Viejas.* Fue propuesta informalmente por Humphrey (1954), para designar un paquete de estratos de yesos, lutitas y areniscas en las que predomina el color rojo y sobreyace a la Caliza Zuloaga cerca de Monterrey, Nvo. León. En San Luis Potosí, esta unidad se ha cartografiado como tal pero se sospecha que pueda corresponder a ciertos horizontes yesíferos pertenecientes a la Formación Zuloaga en la Sierra el Tunal, localizada en el extremo noroccidental de la entidad, así como también al norte de Charcas.

#### Jurásico Superior Marino (Jsm)

En el estado comprende las formaciones siguientes : Caliza Zuloaga, Santiago, Tamán, La Caja, La Casita y Pimienta.

La parte más antigua de este sistema está representada por una secuencia sedimentaria constituida por rocas de Jurásico Superior (Oxfordiano), de La Caliza Zuloaga. Esta unidad se encuentra ampliamente distribuida en la parte norte de la entidad y constituye casi siempre el núcleo de las estructuras anticlinales. Esta constituida por calizas en estratos delgados a gruesos (0.30 a 4 m) de colores que varían de gris claro a gris mediano y crema, que por intemperismo adquieren coloraciones que van del rojizo y el amarillento hasta el gris muy claro. En ocasiones presentan capas con clásticos angulares, así como capas arcillosas. En algunas áreas aisladas, contiene zonas de dolomita criptocristalina. La Caliza Zuloaga subyace en forma concordante a la formación La Caja, por lo que su edad se considera como del Oxfordiano Superior, esta unidad contiene moluscos y fragmentos de coral.

*Formación Santiago.* Que aflora en la Huasteca, fue definida formalmente por Cantú-Chapa (1969, 1971). Formado por lutitas negras-carbonosas con intercalaciones de mudstones arcillosos de color oscuro a negro (hoja Tamazunchale, 1990). Esta Formación subyace concordantemente a la formación Tamán y suprayace también concordantemente a la formación Tepexic, su edad ha sido determinada con base en amonites y comprende el Caloviano Medio al Oxfordiano Tardío (Cantú-Chapa 1971).

*Formación Tamán.* Fue definida por Heim, A. (1940), en el Valle del Río Moctezuma ubicado, al suroeste de Tamazunchale, S. L. P.; litológicamente consiste de una caliza negra en capas medianas y gruesas con intercalaciones de lutitas negras, su espesor se estimó en 500 m. Esta formación suprayace en concordancia a la formación Santiago y subyace concordantemente a la Formación Pimienta.

*Formación La Caja.* Aflora en la parte norte y noroeste del estado principalmente en forma de franjas paralelas que flanquean la Caliza Zuloaga en los núcleos de los anticlinales. Litológicamente, la Formación la Caja esta constituida por argilitas calcáreas, con intercalaciones de capas delgadas de pedernal negro en las partes media y superior. Contienen estratos delgados de calizas, lutitas, lutitas calcáreas y calizas arcillosas. También presenta concreciones de argilita calcárea hasta de un metro de diámetro y horizontes ricos en fosfatos. La condición incompetente de esta formación hace que sea fácilmente atacada por la erosión, formando puertos y valles alargados en sentido paralelo al rumbo de las capas. Con base en el

contenido de fauna de esta formación, se ha determinado que su edad comprende desde la parte superior del Oxfordiano, Kimmeridgiano, el Portlandiano hasta el Tithoniano; la abundancia de amonitas en esta formación sugiere un depósito de ambiente infranerítico.

*Formación La Casita.* Aflora en pequeñas áreas en el extremo boreal de la entidad; fue definida formalmente por Inlay (1967), en el Cañón de la Casita en la Sierra de Parras, Coah. Esta formación esta representada por una secuencia de lutitas, limonitas, areniscas calcáreas y calizas arcillosas en ocasiones ligeramente fosfatadas. En la parte inferior presenta en ocasiones horizontes carbonosos y también esporádicamente horizontes con concreciones calcáreas muy fosilíferas, su espesor es variable alrededor de los 200 m. La edad de esta unidad se determinó con base en su contenido faunístico (amonitas), como del Kimmeridgiano al Tithoniano y es correlacionable con las formaciones La Caja y Pimienta.

*Formación Pimienta.* Fue definida por Heim(1926) su localidad tipo se localiza a la orilla del Río Moctezuma al sur poniente de Tamán. En San Luis Potosí aflora en el extremo sur oriental en la región de la Huasteca. Esta formación subyace concordantemente a la formación Chapulhuacan, al oriente de la Plataforma Valles - San Luis Potosí y a la Formación el Abra. Litológicamente consiste de calizas micrítica negra con estratificación delgada e intercalaciones y nódulos de pedernal negro, calizas arcillosas que contienen ocasionalmente concreciones esféricas de calizas y horizontes de lutitas de color café, rojizo y verdoso. La edad de esta unidad se determinó con base en su contenido de amonitas correspondiendo al Tithoniano y es correlacionable en tiempo con las formaciones La Casita y La Caja.

#### Cretácico Inferior Volcanosedimentario (Kiv)

En la región occidental de la entidad, en la zona limitrofe con la zona de Zacatecas se ha observado una unidad litológica volcanosedimentario denominado formación Chilitos, cuya edad corresponde al Cretácico Inferior. Y su distribución geográfica solamente se ha observado en el área que comprende la parte central del límite con el estado de Zacatecas. La formación Chilitos es una secuencia volcanosedimentaria que ocasionalmente exhibe un grado muy bajo de metamorfismo. Constituida por lavas de composición basáltica-andesítica con intercalaciones de rocas sedimentarias marinas volcánicas clásticas y calcáreas. La edad de la formación Chilitos ha sido determinada con base en su contenido de amonitas colectadas en el arroyo de Chilitos en Fresnillo, Zac., y radiolarios colectados en el Saucito, que han permitido asignarle una edad perteneciente al Cretácico Inferior.

#### Cretácico Inferior Marino (Kim)

El Cretácico Inferior está ampliamente distribuido en la parte norte oriental y suroriental de la entidad representado por rocas sedimentarias marinas. La columna estratigráfica de este sistema comprende cinco unidades litológicas de Neocomiano al Albiano, mismas que en general están constituidas por calizas con estratificación que puede ser delgada, mediana, gruesa y que llega a ser masiva. A continuación se describe brevemente cada una de estas formaciones :

*Formación Taraises.* Esta unidad tiene una amplia distribución en la parte norte de la entidad y litológicamente esta constituida por estratos de caliza que pueden ser medianos o delgados, y por algunas capas de lutitas muy delgadas hacia la cima, de un color que va de gris claro a gris oscuro azulado y pardo; en la parte superior de esta unidad se presentan bandas y nódulos de

pedernal negro y color crema. Estas rocas también contienen pirita como débiles disseminaciones y nódulos, que al oxidarse le dan a la roca una coloración que va del ocre amarillento al rojo ladrillo. La edad de esta formación ha sido determinada con base en su contenido faunístico (amonitas) y pertenece al Neocomiano.

*Caliza Cupido.* Aflora en la parte norte de la entidad, esta constituida por calizas con estratificación mediana y gruesa, de color que varía del gris claro al gris mediano y que por intemperismo adquiere un color pardo. Estas calizas contienen lentes y nódulos de pedernal más abundante que la formación Taraises, cuyo contacto no es fácil de distinguir por ser transicional; asimismo, las concreciones de pirita son más abundantes y más grande que en la unidad subyacente, en cambio las intercalaciones de lutita son muy escasas y se presentan en capas muy delgadas. Por su posición estratigráfica se le ha designado una edad del Hauteriviano Superior al Barremiano.

*Formación Tamaulipas Inferior.* Aflora en la parte norte y noreste del estado, su litología consiste en calizas microcristalinas de color gris oscuro y gris acero, con estratificación en capas de 25 a 50 cm, que llevan a formar bancos de un metro de potencia con estilolitas dispuestas paralelamente a la estratificación con nódulos de pedernal de color gris y café, claro con algunos cristales de hematitas pseudomorfos de pirita. Estas calizas; por intemperismo adquiere un color amarillento. El espesor promedio de esta unidad es de alrededor de 300 m; y sobreyace posiblemente en concordancia a la Formación Taraises del Cretácico Temprano o bien a la Formación La Casita o La Caja, ambas del Jurásico Tardío, su contacto superior es concordante con la Formación Otates o La Peña y lateralmente presenta un cambio de facies a la Formación Guaxcamá, su edad corresponde al Neocomiano.

*Formación Guaxcamá.* Tiene su exposición principal en el distrito minero de Guaxcamá, donde se localiza su localidad tipo, fue descrita originalmente por Martínez J., en 1966 y litológicamente esta constituida por una secuencia de anhidritas y yesos con aisladas capas o lentes de calizas recristalizadas y calizas dolomíticas en capas de 50 cm de espesor. Estas calizas presentan una coloración que varía del blanco al gris claro y gris oscuro y ocasionalmente se encuentran estratificadas en estratos de 20 a 80 cm con calizas recristalizadas y dolomitizadas de color gris oscuro o pardo, que al fracturarse producen un olor fétido. Estas rocas también presentan un intenso plegamiento aparentemente intraformacional.

*Formación La Peña.* Aflora en el norte del estado sobreyaciendo de manera concordante y transicional a la Caliza Cupido. Esta formación persiste y aumenta la cantidad de nódulos de pedernal. Pero, las concreciones de pirita disminuyen hasta casi desaparecer. Esta formación también se caracteriza por contener intercalaciones de capas delgadas de argilitas de un color que va de amarillento a gris. Por su posición estratigráfica se le ha designado una edad correspondiente al Aptiano.

*Formación Otates.* Aflora en pequeñas áreas de la región de la Huasteca, generalmente en los pliegues frontales de la Sierra Madre Oriental en el área de Tamazunchale, su espesor es reducido de 5 a 15 m, y litológicamente esta constituida por calizas de color negro que intemperizan a gris amarillento, presentan estratificación ondulante de 10 a 20 cm de espesor, alternan con lutitas de color oscuro a negro, contienen algunas concreciones calcáreas, lentes de pedernal negro y nódulos de hematita. La edad de esta formación se determinó considerando su posición estratigráfica y corresponde al Aptiano correlacionable con la formación La Peña.



*Formación Tamaulipas Superior.* De acuerdo a la descripción de Muir (1936), Esta formada en su base por calizas de grano fino de color blanco y amarillo crema en estratos delgados que alternan con estratos gruesos. En la cima constan de calizas de grano fino con estratificación ondulante de espesor variable con nódulos de pedernal intercalados con margas laminadas. La edad de esta formación con base en su contenido faunístico se ha determinado como del Albiano - Cenomaniano.

*Formación El Doctor.* Esta formación fue definida originalmente por Wilson (1955) y Segerstrom (1961), aflora en la región oriental y suroriental; litológicamente esta constituida por calizas bien estratificadas en estratos de medianos a gruesos con los más potentes en la base y los delgados en la cima; debido a los cambios de facies laterales y verticales que presenta esta unidad ; los autores que la han estudiado la subdividen en cuatro facies; estas calizas se depositaron en un ambiente de plataforma con facies arrecifales en el borde de la Plataforma Valles - San Luis Potosí y de acuerdo con la fauna encontrada por Segerstrom (1961) y otros autores posteriores su edad corresponde al Albiano - Cenomaniano.

*Formación El Abra.* Según Carrillo Bravo esta formación incluye calizas de la Plataforma Valles - San Luis Potosí y Faja de Oro de edad Albiano - Cenomaniano que comprende las facies de Tamabra (prearrecifal), Taninul (arrecifal) y el Abra (posarrecifal). El Abra tiene su localidad tipo en la estación el Abra situado en el oriente de cd. Valles y litológicamente consiste de calizas bien estratificadas con capas de color gris claro de 30 cm a 3 m de espesor; también presenta algunos horizontes de calizas con miliolidos, dolomías con laminación y textura fenestral, su espesor varía de 100 a 300 m.

Las Facies Taninul, con su localidad tipo en la estación del mismo nombre al este de la cd. Valles comprende biohermas tabulares de rudistas y capas lenticulares de calizas bioclásticas con espesor de alrededor de 900 m. La edad de la formación el Abra fue determinada por su contenido faunístico cuya edad comprende del Albiano al Cenomaniano.

*Formación Tamabra.* Comprende un conjunto de facies calcáreas en la zona de transición entre la plataforma de Valles - San Luis Potosí y la cuenca situada al oriente de esta plataforma. De esta manera incluyó las facies de interior de plataforma a calizas El Abra, a las facies de borde de plataforma la caliza Taninul y a las facies de cuenca de la Caliza Tamaulipas.

*Caliza Cuesta del Cura.* Aflora de manera restringida en el noroeste de San Luis Potosí. En la porción norte y noroeste, esta unidad consta de calizas con estratificación laminar, delgada y mediana, de color gris claro a negro, con intercalaciones de pedernal negro y algunas concreciones de pirita. Su edad determinada con base en su posición estratigráfica corresponde al Albiano.

*Formación Tamasopo.* Böse (1906), propuso el nombre de Caliza Tamasopo para designar un litosoma calcáreo que aflora en el Cañón del mismo nombre localizado al poniente de CD. Valles.

#### Cretácico Superior Marino (Ksm)

El Cretácico Superior Marino está expuesto ampliamente en la parte central y norte y escasos afloramientos en la porción suroriental. Litológicamente esta constituido por rocas sedimentarias marinas como : calizas, lutitas calcáreas, lutitas y areniscas que han sido

divididas en tres formaciones formales que en tiempo comprenden del Cenomaniano al Senoniano.

*Formación Indidura.* Se encuentra expuesta ampliamente en la parte norte y noroeste de la entidad. Litológicamente esta constituida por un paquete de calizas arcillosas y lutitas calcáreas con estratificación laminar y delgada intercaladas con capas de calizas de estratificación que va de delgada a gruesa de color gris hasta pardusca, y hacia la cima, lutitas de color gris oscuro muy fisiles, fáciles de erosionar, por lo que tienden a formar ligeras depresiones en el terreno. Esta formación descansa en forma concordante sobre la formación Cuesta del Cura y contienen fósiles que le confieren a una edad que data del Albiano Superior al Turoniano.

*Formación Soyatal.* De acuerdo con Wilson (1955), se encuentra expuesta en la región oriental de la entidad y litológicamente se encuentra constituida por calizas en estratos delgados interestratificados con bandas de pedernal, a la cual se le ha designado una edad correspondiente al Turoniano con base en su posición estratigráfica.

*Formación Caracol.* Aflora al noroeste y oriente del estado, ocupando principalmente la parte central de valles sinclinales y peneplanos. La litología de esta formación esta constituida por "flysh" de alternancia rítmica de grauvacas de grano fino a medio en estratos delgados a mediano con intercalaciones de lutitas y ocasionalmente calizas de naturaleza lenticular; su coloración varia de gris oscuro a casi negro con tintes verdosos y por intemperismo adquiere una coloración amarillenta y ocre; su contenido faunístico es en general muy pobre; por su posición estratigráfica, se la ha determinado una edad del Conaciano al Santoniano.

*Formación Agua Nueva.* Aflora en la región de la Huasteca, sobreyace concordantemente a la Formación Tamaulipas Superior, y litológicamente esta constituida por calizas con estratificación delgada, con nódulos de pedernal negro y limolitas de color verde con abundante glauconita. El espesor de esta formación es de unos 120 m y su edad ha sido determinada como del Turoniano.

*Formación San Felipe.* Aflora en el extremo oriental del estado, litológicamente esta constituida por calizas margosas con intercalaciones de arcillas bentónicas, el espesor estimado para esta formación es del orden de 120 m (Muir 1936). Esta formación cambia transicionalmente en sentido vertical a la Formación Méndez (que litológicamente consiste de margas con algunas intercalaciones de areniscas hacia su cima) y su edad ha sido determinada como el Santoniano al Maestrichtiano y se le han estimado espesores que van de los 200 a los 300 m.

*Formación Méndez.* Aflora en el área de Xilitla, y fue definida por Muir (1936), litológicamente esta constituida por calizas arcillosas de color café, amarillento intercaladas con capas de lutitas y areniscas. La edad de esta formación se denominó como del Campaniano - Maestrichtiano; con base en su contenido faunístico es correlacionable con la Formación Cárdenas que se depositó simultáneamente sobre la Plataforma Valles - San Luis Potosí.

*Formación Cárdenas.* Esta unidad fue definida por Böse (1906), en su localidad tipo que se localiza en el sinclinal de Cárdenas, en las cercanías de la ciudad de Cárdenas, San Luis Potosí. En 1968, Myers realizó un estudio bioestratigráfico de esta unidad y la redefinió, estableciendo la existencia de tres miembros en ella : el inferior con un espesor de 180 m;

consiste de una alternancia de lutitas, areniscas y biosparitas, el medio esta representado por lutitas y areniscas y el superior esta formado por 430 m de limolitas, areniscas y biosparruditas.

## CENOZOICO

En el estado de San Luis Potosí, el Terciario esta representado fundamentalmente por rocas clásticas marinas, ígneas intrusivas de composición granítica, e ígneas extrusivas de composición riolítica, así como de conglomerados y gravas. El Cuaternario comprende basaltos, depósitos lacustres, aluviones y caliche.

### Terciario Marino (Tm)

El Terciario Marino está representado por rocas clásticas marinas correspondientes a las formaciones Velasco y Chicontepec que afloran en el extremo oriental de la entidad.

*Formación Velasco.* Aflora en el área de Xilitla, donde sobreyace concordantemente a la Formación Méndez y sobreyace, también concordantemente a la Formación Cárdenas. Litológicamente esta constituida por una secuencia tipo flysh de lutitas color café, con tonalidades azulosas intercaladas con areniscas. La edad se le determinó por su posición estratigráfica y corresponde al Paleoceno.

*Formación Chicontepec.* Comprende sedimentos de aguas profundas depositadas en la cuenca Tampico - Misantla y litológicamente esta constituida por una alternancia rítmica de areniscas, limolitas y lutitas a la que se ha designado una edad del Paleoceno Temprano (Benavides G., 1969).

### Terciario Ígneo Intrusivo (Tigi)

Las rocas ígneas intrusivas de San Luis Potosí ocupan un área muy pequeña, un 0.1% de la superficie de la entidad. Estan distribuidas de manera irregular en todo el estado y solamente 13 afloramientos tienen una extensión superficial de más de 1 Km<sup>2</sup>. En la porción norte afloran cuatro cuerpos ígneos intrusivos de composición granodiorítica, monzonítica y sienítica, que son los de Catorce, La Paz, La Maroma y El Sabino.

En la parte media afloran ocho cuerpos ígneos intrusivos, cuya composición varía de granito a diorita y que corresponde a los intrusivos de Guadalcazar, Charcas, Ramos, El Socorro, El Cerro, Peñón Blanco, Palo Verde y Tableros.

En la región de la Huasteca afloran algunos cuerpos ígneos intrusivos en forma de troncos de composición gabroica. Suter (1990), cartografio seis de estos cuerpos intrusivos máficos, pero a la escala de 1:500 000, solo estan representados, el tronco de gabro denominado Las Peñitas, localizado en las planicie costera a 29 Km. al norte de Tamiún, San Luis Potosí, y otros más pequeños al poniente y al surponiente de Xilitla.

## Rocas Ígneas Extrusivas (Tige)

Aproximadamente el 10% del territorio potosino se encuentra cubierto por rocas volcánicas, constituidas litológicamente por una gruesa secuencia de ignimbritas riolíticas, riodacitas, tobas parcialmente soldadas, cuya edad corresponde al Oligoceno (31 a 26 m.a.).

El campo volcánico del estado pertenece a una de las provincias ignimbríticas más importantes del mundo, ya que comprende más de 1000 m de espesor de rocas volcánicas félsicas extruidas durante un intervalo relativamente corto de tiempo durante el Oligoceno, comprendido entre los 31 y 26 millones de años. Antes de este evento, la única actividad volcánica única presente en el estado está representado por aislados derrames andesíticos del Eoceno (44 m.a.), que descansan discordantemente sobre rocas sedimentarias mesozoicas o sedimentos continentales del Terciario.

Extensos flujos de cenizas, derrames de lavas riodacíticas o riolíticas han sido cartografiados en unidades distintivas por los geólogos del Instituto de Geología y Metalurgia de la UASLP, que han publicado estos trabajos en forma de folletos técnicos.

En la parte sureste de la entidad afloran ignimbritas y riolitas. Dentro de esta secuencia, en Ahualulco, Villa de Reyes y Villa de Arriaga se han identificado lavas riolíticas con mineralización de topacio y estaño.

## Cuaternario Volcánicas (Qb)

En distintas localidades del estado afloran derrames de basaltos, que se presentan casi siempre formando mesetas; en ocasiones con desarrollo de diaclasas columnares, estructura fluidal o amigdaloides. En algunas localidades se le atribuyen una edad Pleistocénica, como en el caso de las basanitas en la porción norte de la Sierra de Catorce.

## Cuaternario Continental (Qal)

El Cuaternario Clástico Continental comprende depósitos detríticos en proceso de consolidación, compuestos por gravas, como es el caso de la unidad denominada informalmente como grava El Jabonero, que aflora en la parte nororiental del estado. Litológicamente esta formación consiste de gravas sin clasificar subredondeada a angulosa, de tamaño que varía entre 5 cm a 1 m, predominando las de 15 a 20 cm de diámetro. Algunas veces se presentan cementadas pobremente por caliche y arcillas; los fragmentos son de calizas de las formaciones existentes de la región. Cubre en discordancia angular a las demás formaciones, especialmente a las del Cretácico Superior, depósitos de talud y aluviones que en algunas localidades están algo consolidados por una matriz calcárea. El material detrítico más grueso generalmente se encuentra en las laderas de las montañas y hacia los valles disminuye su granometría hasta convertirse en gravas, arenas y limos (CRM, 1992).

TIEMPO		ESTADO DE S.L.P. COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA LITOESTRATIGRAFIA	ESTADO DE ZACATECAS COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA LITOESTRATIGRAFIA	
CENOZOICO	CUATERNARIO MARIO	RECIENTE ALUVIONES, SUELOS Y DEPOSITOS LACUSTRES	SUELOS Y ALUVION	
		PLEISTOCENO GRAVAS Y CONGLOMERADOS POCO CONSOLIDADOS FORMACION JABONERO	BASALTOS Y DEPOSITOS LACUSTRES	
	TERCIARIO		PLIOCENO BASALTOS	BASALTOS
			MIOCENO ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS	RIOLITAS, RIODACITAS, LATITAS, IGRI- BRITAS Y BRECHAS
			OLIGOCENO ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS	CONGLOMERADOS
			EOCENO TERCIARIO MARINO	CONGLOMERADO ROJO DE ZACATECAS
			PALEOCENO FORMACIONES VELASCO Y CHICOTTEPEC	XX
	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO CRETACICO SUPERIOR MARINO	NO DEPOSITO
			CAMPANIANO CALIZAS CON LUTITAS, LUTITAS CON ARENISCAS Y ARE- NISCAS DE LAS FORMACIONES INDIDURA, SOYATAL, TAMASOPO, AGUA NUEVA, SAN FELIPE, CARDENAS Y MERDEZ	LUTITAS DE PAMAS FORMACION LUTITA FORMACION CARACOL FLYSCH
			ALBIANO CRETACICO INFERIOR MARINO	LUTITAS Y CALIZAS CON ESTRATIFICACION DELGADA FORMACION INDIDURA
MEDIO CALIZAS, CALIZAS CON PEDERNAL, LUTITAS, LIMOLI- TAS, EVAPORITAS Y CALIZAS ARRECIFALES DE-			CALIZAS DELGADAS CON LENTES DE PEDERNAL Y BAN- DAS DE PEDERNAL, FORMACION CUESTA DEL CURA	
INFERIOR CALIZAS ANNE- CIPALES Pm CALIZA AURORA			CALIZAS CON PEDERNAL Y MOOULOS DE PIRITA, LIMOLITAS Y MARGAS FORMACION LA PEÑA	
INFERIOR		SARGACIANO CRETACICO INF. VOLCANO SEDIMENTARIO	CALIZAS CON CONCRECIONES DE PIRITA FORMACION CUPIDO	
		BEDELIANO LAVAS ANDESITICAS Y SEDIMENTOS DE LA FORMACION CHILITOS	CALIZAS CON HORIZONTES DE LUTITAS FORMACION TARAISES	
		BARREMIANO CRETACICO INF.	GRUPO NORIA DE ANGELES ANDESITAS Y BASALTOS	
		HAUTERIVIANO VOLCANO SEDIMENTARIO	CALIZAS CON PEDERNAL Y MOOULOS DE PIRITA, LIMOLITAS Y MARGAS FORMACION LA PEÑA	
		VALANGNIANO LAVAS ANDESITICAS Y SEDIMENTOS DE LA FORMACION CHILITOS	CALIZAS CON CONCRECIONES DE PIRITA FORMACION CUPIDO	
JURASICO	SUPERIOR	TITHONIANO JURASICO SUPERIOR MARINO	UNIDAD D LIMOLITAS CALCAREAS CON PEDERNAL	
		PORTLANDIANO CALIZAS FOSILIFERAS ( CALIZA ZULOAGA )	UNIDAD C PEDERNAL CON FOSFORITA	
		BONONIANO CAPAS EVAPORITICAS Y ARENISCAS DE LAS- FORMACIONES LA CAJA, LA CASITA, PIMIENTA, SANTIAGO Y TAMAR	UNIDAD B CALIZAS ARCILLOSAS CON RESTOS DE AMO- NITAS Y PELECIPODOS	
		HAVRIANO CALIZAS CON ESTILOLITAS Y MENIEAS FORMACION CALIZA ZULOAGA	UNIDAD A LUTITAS, LUTITAS CON PEDERNAL Y CALIZAS NEGRAS	
		SEQUANIANO CALIZAS CON ESTILOLITAS Y MENIEAS FORMACION CALIZA ZULOAGA	CALIZAS CON ESTILOLITAS Y MENIEAS FORMACION CALIZA ZULOAGA	
	MEDIO	ARBOVIANO JURASICO MEDIO CONTINENTAL	NO AFLORA	
		DIVESIANO CONGLOMERADO, ARENISCAS Y LUTITAS DE LAS FORMACIONES CANUABAS Y LA JOYA	?	
		CALLOVIANO JURASICO MEDIO CONTINENTAL	NO AFLORA	
		BATHONIANO CONGLOMERADO, ARENISCAS Y LUTITAS DE LAS FORMACIONES CANUABAS Y LA JOYA	?	
		BAJOCIANO JURASICO MEDIO CONTINENTAL	?	
INFERIOR	TOARCIANO JURASICO INFERIOR MARINO	CONGLOMERADO ROJO, LUTITAS, LIMOLITAS, ARE- NISCAS, TOSAS, TOSAS ARENOSAS DE LA FORMA- CION NAZAS		
	PLIENSBAQUIANO LUTITAS NEGRAS APIZARRADAS Y ARENISCAS	?		
	SINEMURIANO FORMACION HUAYACOCOTLA	FORMACION ZACATECAS Y NAZAS ( CERRO TIMAJA )		
	HETTANGUANO FORMACION HUAYACOCOTLA	FORMACION TABAY		
	RETICO TRIASICO SUPERIOR CONTINENTAL	FORMACION ZACATECAS Y NAZAS ( CERRO TIMAJA )		
SUPERIOR	MORICO TRIASICO SUPERIOR MARINO	FORMACION TABAY		
	CARNICO FORMACION ZACATECAS	?		
		?		
PALEOZOICO	PENSILVANICO PALEOZOICO METAMORFICO	ESQUISTOS, FILITAS		
	MISSISSIPICO ESQUISTOS VERDES, FILITAS Y METACONGLO- MERADOS	GRAUVACAS PANUCO ?		
	PERMICO ⊕ NO AFLORA	ESQUISTOS DE BERICITA Y CLORITA CON ME- TACONGLOMERADOS EN LA CIMA FORMACION RODES METARIELITA FORMACION ESQUISTO CAOPAS		

NOTA. XX Nombre Informal

⊕ Tomado de Rogora 1961

FUENTE: Monografía Geológica-Minera de los  
Estados de San Luis Potosí y Zacatecas.

UASLP  
FACULTAD DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

COLUMNA GEOLOGICA

N. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
1994

FIG. No. 5

## 5.- HIDROLOGÍA

La hidrología del estado se nutre de una precipitación pluvial que varía desde unos 410 a más de 2000 mm anuales, y con la principal época y lluvias en verano y otra de menor importancia en invierno, que generan corriente intermitentes en la mayor parte de la entidad en corrientes perennes en la región oriental y sur oriental.

La hidrología de San Luis Potosí presenta fuertes contrastes al igual que la vegetación, la orografía y el clima. Su distribución en la entidad esta determinada fundamentalmente por la configuración orográfica y los tipos de climas. La Sierra Madre Oriental marca dos zonas bien diferenciadas en la entidad:

La sur oriental, con climas cálidos y semicálido cálidos, tanto húmedos como subhúmedos (parte de la Huasteca), donde las abundantes precipitaciones han originado importantes corrientes como la del Río Verde, que pertenece a la cuenca del Río Pánuco, y se forma de los escurrimientos de la Sierra de Alvarez y recorre los municipios de Cd. Fernández, Rioverde, San Ciró de Acosta, Rayón y Lagunosas, hasta unirse con el Río Sta. María, que se origina en el estado de Guanajuato y sirve de limite natural con Querétaro.

La noroccidental, donde el clima es seco y semiseco y las corrientes de poca importancia. Estas ultimas se forman en la temporada de lluvias y su curso es reducido ya que por lo general desaparecen en la llanuras debido a filtraciones y evaporaciones. Esta porción integra la cuencas interiores de la región hidrológica El Salado (No. 37) (INEGI, 1985).

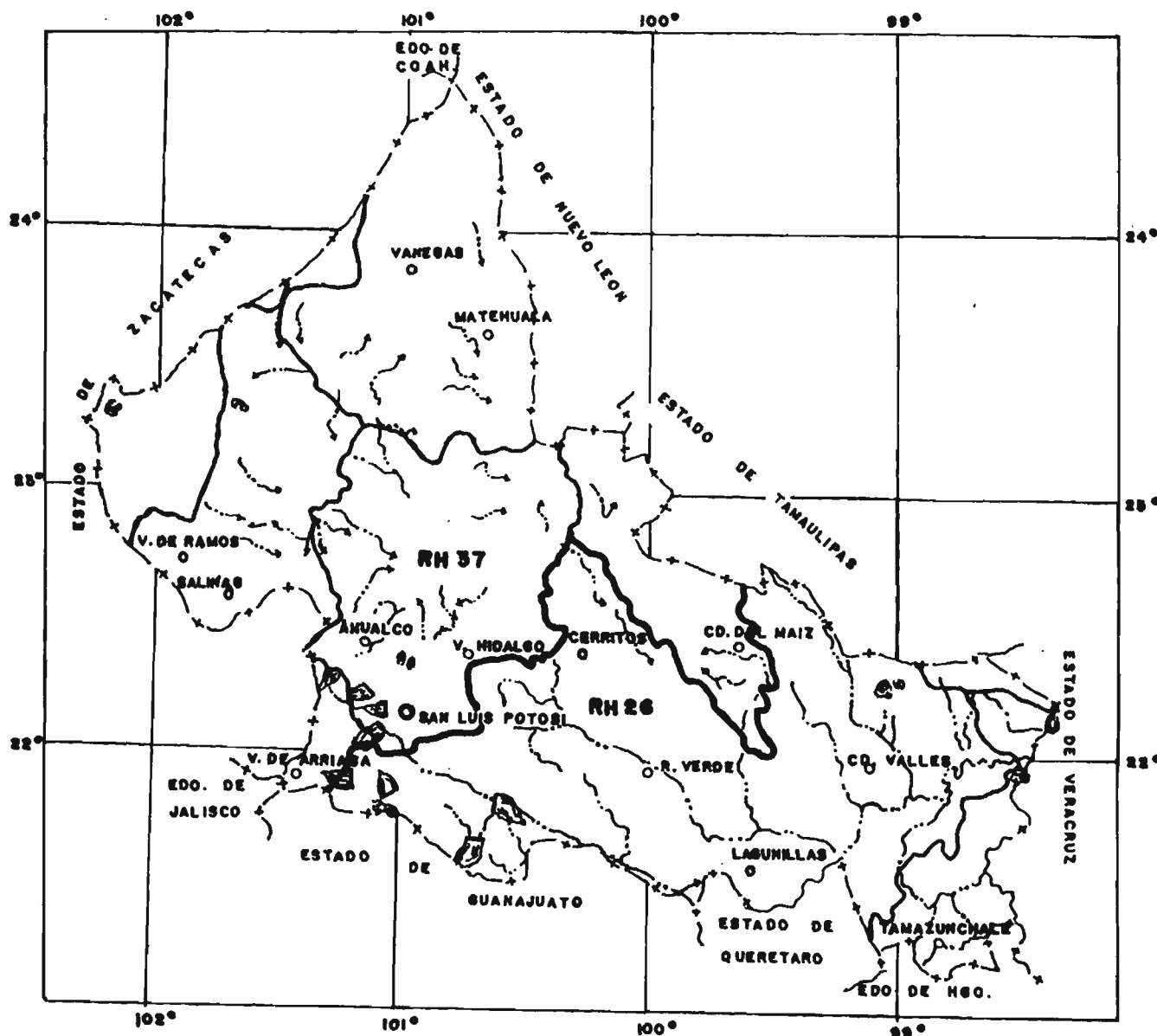
### AGUAS SUPERFICIALES

El estado de S.L.P. se divide en dos regiones hidrológicas fuertemente contrastantes. La región de El Salado localizada en la porción central y norte del estado y con una superficie dentro del mismo de 35164.19 Km<sup>2</sup> donde las corrientes de agua superficiales son intermitentes, escasas y de poco caudal y en ella se encuentran parte de siete cuencas hidrológicas (SARH, 1985). (Figura 6)

#### Región hidrológica Pánuco (No. 26)

Esta dividida en dos porciones : alto y bajo Pánuco para un mejor estudio. A la entidad le corresponde parte de la segunda, la cual tiene importancia dentro del territorio potosino, porque en ella se genera un buen numero de escurrimientos, afluentes que en cierto modo son de gran importancia para el Río Pánuco. Esta río tiene su origen en el Cerro La Bufa dentro del estado de México, a una altitud de 3800 mts. En su inicio recibe el nombre de Tepeji, y después los de Tula y Moctezuma. Entra a la Sierra Madre Oriental sobre una topografía accidentada, la cual es más notable en la medida que desciende la corriente, hasta la confluencia de los ríos Tempoal y Tampaón. A partir de ahí recibe el nombre de Río Pánuco, y continua con esa designación hasta su desembocadura en el Golfo de México, aguas abajo de la cd. de Tampico, Tamaulipas. En el estado existen áreas de cuatro cuencas de esta región hidrológica (SARH, 1985).

En la región de El Salado se encuentra un patrón hidrográfico de tipo dentrítico y endorréico, que solo fluye durante la época de lluvias en verano y ocasionalmente en invierno. La región de El Pánuco cuenta con varias corriente perennes que forman los siguientes ríos :



**E X P L I C A C I O N**

- CAPITAL DEL ESTADO \_\_\_\_\_ ○
- POBLADO \_\_\_\_\_ ○
- REGION HIDROLOGICA \_\_\_\_\_ RH 26
- CUENCA HIDROLOGICA \_\_\_\_\_ A
- LIMITE DE CUENCA HIDROLOGICA \_\_\_\_\_
- LAGUNA \_\_\_\_\_
- PRESA \_\_\_\_\_
- RIO \_\_\_\_\_
- LIMITE DE REGION HIDROLOGICA \_\_\_\_\_

FUENTE: Monografía Geológica-Minera del Estado de San Luis Potosí, CRM 1992.

**U A S L P**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

---

**HIDROLOGIA**  
**SUPERFICIAL**

---

R. ESCOBAR CH.    OTORO-INVIERNO 1994    FIG. No. 6

## Río Pánuco

Esta cuenca abarca 769.59 km<sup>2</sup> de la superficie estatal, en ella se localiza zonas de cultivo del distrito de riego las Animas - Tamaulipas (DR92), que son irrigadas por los ríos Tampaón y Moctezuma por medio de canales. Tiene una subcuenca intermedia, la del Río Pánuco (SARH, 1985).

Este río se origina en el estado de México, cruza parte del estado de Querétaro y sirve parcialmente del límite entre San Luis Potosí y Veracruz. En este río desembocan los de Tempoal y Tampaón y finalmente desemboca en el Golfo de México aguas abajo del puerto de Tampico, Tamps. (SARH, 1985).

## Río Tamesí

Ocupa 553.90 km<sup>2</sup> dentro de San Luis Potosí. Su principal corriente es la de Tamesí, que en su origen, en estado de Nvo. León, recibe el nombre de Guayalejo. Esta denominación cambia a partir de la confluencia del Río Cajo y el arroyo las Animas. Desde aquí hasta su unión con el Pánuco se conoce como el Tamesí, y es el afluente izquierdo más importante de dicho río. Los escurrimientos de esta cuenca dentro de esta entidad son pocos y se aprovechan en Tamaulipas. Las aguas del Río Tamesí, lo mismo que de la cuenca anterior, se utilizan para irrigar áreas del distrito de riego 92. Tiene únicamente una subcuenca intermedia, la del Río Tamesí (SARH, 1985).

## Río Tamuín

Esta cuenca es la de mayor extensión dentro del estado, pues cuenta con 22841.77 km<sup>2</sup>, y su aportación es la más importante.

La corriente principal es de corta extensión y tiene su origen 32 km. al norte de Tamuín, San Luis Potosí, localidad de la cual toma su nombre. Corre por una topografía suave y su cauce es en dirección sur, hasta llegar al Río Tampaón. Dentro de esta cuenca hay otros ríos de importancia como el Verde, Sta. María, Tamasopo, Sn. Juan, Huichihayan y otros (SARH, 1985).

En ellas se encuentran las ciudades de Rioverde, C rdenas y Cd. Valles; así mismo en su porción central esta situado el distrito de riego Río Verde - Cd. Valles, que se abastece con el agua de los ríos antes mencionados y algunos de sus afluentes (SARH, 1985).

En esta cuenca hay doce subcuencas intermedias :

Río Tamuín o Tampaón, Río Valles, Río Puerco, Río Mesillas, Río de los Naranjos, Drenaje subterráneo, Drenaje subterráneo, Río Gallinas, Río Verde, Río Sta. María Alto, Río Sta. María Bajo y Drenaje subterráneo (SARH, 1985).

## Río Moctezuma

Abarca 2975.29 km<sup>2</sup> del área total estatal y su corriente más importante es la de Moctezuma. Este río nace en el estado de México, donde recibe la denominación de Sn. Juan o



Arroyo Zarco, y sigue por lo general una dirección noreste. Las aguas de esta corriente se aprovechan para irrigar porciones de varios estados, como son los de México, Querétaro e Hidalgo. Se considera que su parte final corre sobre territorio potosino, donde se le unen dos ríos de cierta relevancia : Amajac y Tempoal. A partir de aquí inicia su recorrido por la llanura costera, sobre elevaciones que no exceden los 150 m.s.n.m., y justamente en la confluencia con el Río Tampaón recibe la denominación de Río Pánuco (SARH, 1985).

En la parte norte de esta cuenca, dentro de San Luis Potosí, se encuentran algunas áreas del distrito de riego 92 las Animas - Tamaulipas, que se abastecen principalmente del Río Pánuco. También hay algunas porciones del distrito de riego 60 Pánuco - Veracruz, en el noreste, que son irrigadas por varias afluentes del río antes mencionado. En ambos casos el riego se realiza por medio de canales. Las subcuenca intermedias que tiene son : Río Moctezuma, Río Axtla y Río Sn. Pedro (SARH, 1985).

Los cuerpos de agua que hay en la entidad están representados por lagunas temporales, algunas de ellas de agua salada, un pequeño lago ( la Media Luna en el municipio de Rioverde), y presas (SARH, 1985).

#### Contaminación.

En esta región, el trayecto del Río Pánuco, sobre todo el tramo localizado en Cd. Valles, tiene un índice de contaminación de primer orden, está afectado por organismos coliformes, grasas y aceites, y su porcentaje de demanda bioquímica de oxígeno por carga orgánica única es de 3.16%. La principal fuente de contaminación es la industria papelera, con un 7.89%. El resto de la corriente (ríos Verde y Sta. María, entre otros) son contaminadas con descargas domésticas, clásticas de origen orgánicos y desechos industriales, aportados por las localidades de Cerritos, Rioverde y Cárdenas. Estas poblaciones tienen industria diversa y diseminada con giro muy restringido, por lo que no cuentan con plantas de tratamiento (INEGI, 1985).

#### Almacenamientos

Del total de almacenamientos inventariados en el estado, 8 corresponden a esta región, los tres más importantes están ubicados en la cuenca Río Tamuín, y son : Presa las Lajillas, con una capacidad de 40 millones de m<sup>3</sup>, que benefician un total de 2300 hectáreas; presa las Golondrinas con 30 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales se irrigan 2000 hectáreas; y Presa Valentín Gama, cuya capacidad es de 10 millones de m<sup>3</sup>, los que abastecen 1000 hectáreas aproximadamente (SARH, 1985).

#### Región hidrológica El Salado (No. 37)

Esta región corresponde a una de las vertientes interiores más importantes del país. Se localiza en la altiplanicie septentrional y la mayor parte de su territorio está situado a la altura del trópico de cáncer. Está constituido por una serie de cuencas cerradas de diferentes dimensiones, y carece casi por completo de elevaciones importantes. Esto último, aunado a las condiciones climatológicas de la región, hace que no haya grandes corrientes superficiales por lo que la descripción del aspecto hidrográfico resulta un tanto complicado, lo mismo sucede al referirse completamente a su hidrometría, ya que son muy pocas las corrientes que han sido

medidas en forma sistemática. Dentro de San Luis Potosí se encuentran parte de siete cuencas de esta región (SARH, 1985).

#### Matchuala.

Esta cuenca tiene una superficie de 8 924.97 km<sup>2</sup> en la entidad. Los escurrimientos que hay en ella provienen de las Sierras consideradas menores, de la región El Salado, como son las de Catorce y Sn. Bartolo. Las corrientes que tienen alguna denominación son pocas, entre ellas el Río La Maroma, Arroyo El Astillero y Arroyo de Las Pilas. El agua que se obtiene de estas, se utiliza para abastecer las localidades de Matchuala, Real de Catorce y Cedral. El Salado, y otras pequeñas que están diseminadas en la cuenca. Las subcuencas intermedias son : Matchuala, Huertecillas y Catorce (SARH, 1985).

#### Sierra de Rodríguez

La cuenca abarca 487.01 km<sup>2</sup> dentro del estado y recibe esa denominación debido a la Sierra de Rodríguez, que forma parte de la región El Salado, y es considerada también como sierra menor. Las lluvias ocasionales en esta zona originan las corrientes, algunas de las cuales se conocen como arroyos Pato y Las Vacas. el aprovechamiento de los escurrimientos es escaso en la entidad, ya que la mayor parte de esta cuenca se encuentra en el estado de Zacatecas. Tiene una sola subcuenca intermedia, denominada Sn. Tiburcio. (SARH, 1985).

#### Camacho - Gruñidora

Es la de menor extensión en San Luis Potosí, ocupa 115.07 km<sup>2</sup> del área estatal y en ella no hay corrientes de importancia, por lo mismo no presenta posibilidades de aprovechamiento. La Gruñidora es su única subcuenca intermedia (SARH, 1985).

#### Fresnillo - Yesca.

Recibe esta denominación porque en ella se encuentra esas ciudades, que pertenecen a los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, respectivamente. En esta última ciudad abarca 2804.90 km<sup>2</sup>.

Los escurrimientos de estas zonas, son el río Illescas y los arroyos Palma Verde y El Ratón, abastecen a la laguna de Sta. Clara. Gran parte de las aguas de esta cuenca se utilizan en territorio potosino, donde están ubicadas las ciudades de St. Domingo, Illescas, El Barril, Hernández, Salitral de Carreras, El Zacatón y Villa de Ramos. Su subcuenca intermedia es la de Yesca (SARH, 1985).

#### San Pablo y otras.

Comprende 7866.90 km<sup>2</sup> del área estatal y tiene un buen número de corrientes, empero las más importantes son : Río de la Presa, arroyo la Parada y Río Calabacillas, entre otros, cuyas aguas se almacenan en pequeñas presas como la de Sta. Genoveva y Riviera. Tiene dos subcuencas intermedias : presa Sn. Pablo y Mesa Chiquihuitillo. (SARH, 1985).

### Presas Sn. José - Los Pilares y otras.

Esta cuenca ocupa un lugar importante dentro de San Luis Potosí, tanto por el área que abarca -10817.92 km<sup>2</sup> -, como por las ciudades asentadas en ella, entre las que destaca la capital estatal, Soledad de Graciano Sánchez, Zaragoza, Mexquitic, Los Pilares, Villa Hidalgo, Villa de Arista, Venado, Moctezuma y Charcas.

Las corrientes que aportan sus aguas a la presa Sn. José, a través del río Santiago, son: arroyo Las Escobas, por la margen izquierda, que se origina 15.6 km. al noroeste de la ciudad de San Luis Potosí, a una altitud de 2450 m y que en su parte alta se le conoce como arroyo Juachin. El Río Potosino, uno de los principales aportadores por la margen derecha, cuyo origen está al suroeste de la ciudad antes citada, y el arroyo El Muerto, que nace en el cerro El Potosí, a 2599 m.s.n.m.

De esta misma cuenca hay otros escurrimientos como los arroyos Grande, El Tule, Moctezuma, El Romerillo, Las Jaras y Las Magdalenas entre otros. Tiene dos subcuencas intermedias: presa Los Pilares y presa San José, (SARH, 1985).

### Sierra Madre.

Ocupa 4147.42 km<sup>2</sup> de la superficie total estatal y no tiene cauces permanentes ni definidos, debido a las escasas precipitaciones en la zona.

En esta cuenca se encuentran zonas como las de los Borregos, El Pinal, El Conche, Las Ventanas y otras. Tiene como subcuencas intermedias Las de Tula y Bustamante (SARH, 1985).

### Contaminación.

Esta región hidrológica la contaminan los desechos de las localidades de Matehuala, Salinas y Soledad de Graciano Sánchez, pero principalmente la ciudad de San Luis Potosí, que descarga en el Río Santiago, las aportaciones son de tipo domésticas e industriales (INEGI, 1985).

### Almacenamientos.

En esta región hay seis almacenamientos, entre los que sobresalen las presas Sn. José, y Gonzalo N. Santos (El Peaje), que tienen capacidades de 8800000 m<sup>3</sup> y 8 millones en m<sup>3</sup>, respectivamente, y se localizan en la cuenca presa San José, - Los Pilares y otras. Dentro de la Cuenca Sierra Madre se encuentra la presa Alvaro Obregón (Las Palomas) con 5200000 m<sup>3</sup> que se utilizan para el riego. Las demás obras tienen capacidades menores que se utilizan también en el riego (SARH, 1985).

### Unidades de escurrimiento.

Es así como se le denominan aquellas áreas donde el escurrimiento tiende a ser uniforme en función de las características de permeabilidad de la roca, la cubierta vegetal y la precipitación media. Lo anterior crea ciertas características que permiten que el escurrimiento tienda a la uniformidad. Por lo que corresponde al estado de San Luis Potosí en la región

hidrológica Río Pánuco (No. 26) hay gran uniformidad; además presenta el mayor índice de escurrimiento que, de acuerdo con el régimen de lluvias, otorga características de húmedo y subhúmedo al 40% del estado. Por tal motivo se encuentra en esta área los principales escurrimientos y almacenamientos. Los rangos que tiene esta región son los siguientes: el orden tres para las cuencas del Río Tamesí y Río Tamuín, con porcentajes de 200 a 500 mm de láminas medias; y de 100 a 200 mm para el rango cuatro, en las cuencas del Río Pánuco y del Río Moctezuma, que se encuentran en zonas y climas subhúmedas cercanas a la costa.

En la región El Salado (No. 37), las láminas medias de escurrimiento son de 20 a 50 mm para el rango seis, en la cuenca Sierra Madre; de 10 a 20 mm, en el rango siete, para la cuenca San Pablo; y menor de 10 mm - dentro del rango ocho - en el resto de las cuencas, lo que origina características de aridez en casi toda la región, donde los climas son secos y semisecos y el recurso hidrológico es escaso (SARH, 1985).

## AGUAS SUBTERRÁNEAS

En virtud de que el territorio potosino está dominado por climas del tipo seco y que las corrientes de aguas superficiales son en general escasas y transitorias, los recursos hidráulicos del subsuelo son la principal fuente de abastecimiento de agua para usos diversos en el estado. (Figura 7)

### Zona Norte.

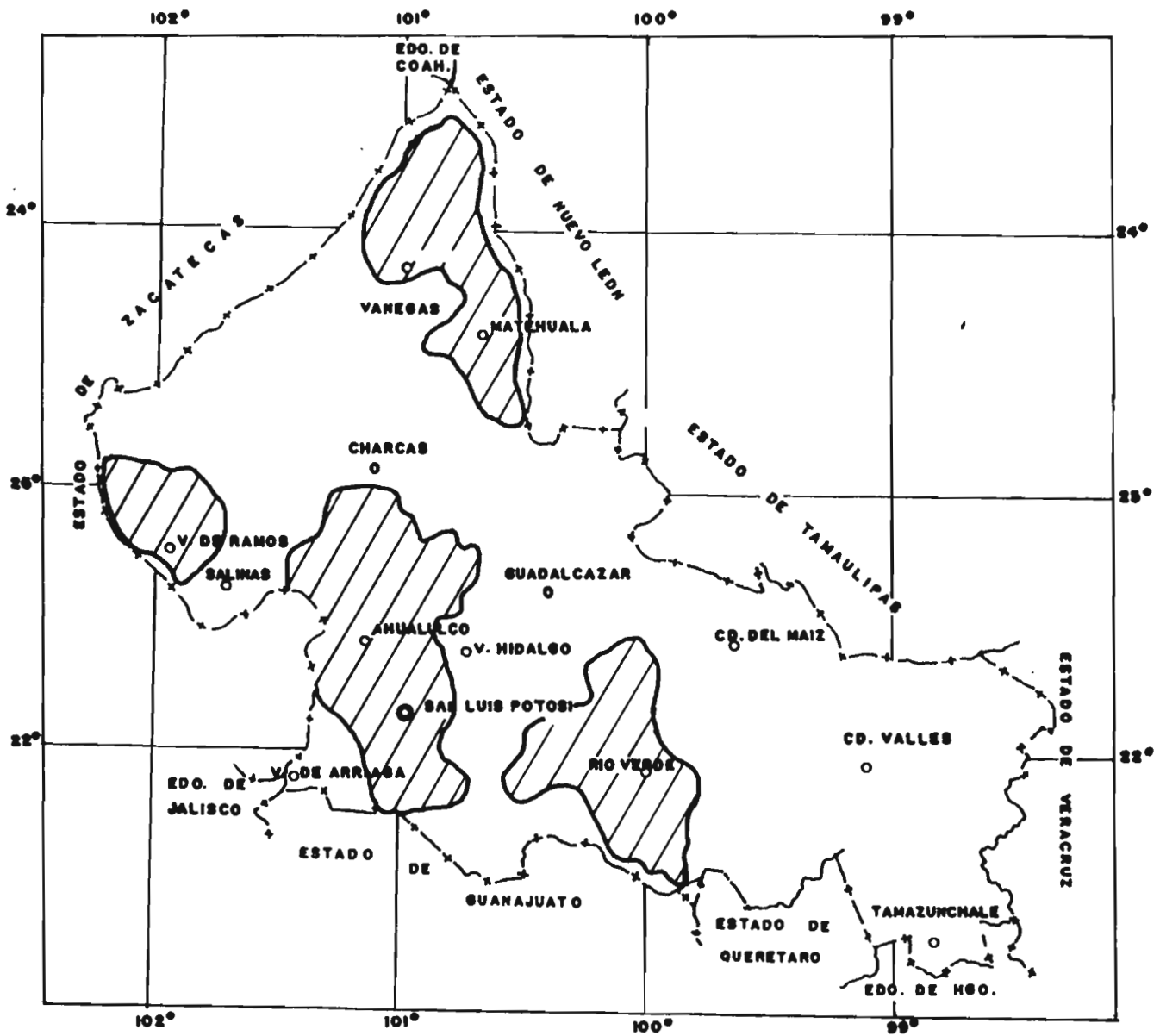
En la zona norte hay amplios valles rellenos por sedimentos terciarios y recientes. En el borde occidental de la zona Matehuala - Villa de Arista, está ubicada el área de San Francisco - La Masita, donde se han encontrado estructuras aisladas de calizas productoras. Al noroeste de Matehuala, en la zona Cedral, las aguas de los aluviones son de buena calidad, tanto para riego como para uso doméstico.

En la zona de El Salado - Wadley, los rellenos aluviales recientes son someros y tienen buena posibilidad de producción acuífera. En fechas recientes se han perforado en las regiones de El Salado, El Gallo y en las proximidades de Refugio de Coronado, con buenos resultados en la calidad del agua y su gasto.

En el área de Villa de Ramos y Sto. Domingo se hicieron numerosas perforaciones exploratorias con las que se determinó que existen cuencas endorreicas (cerradas) de diferentes dimensiones, algunas de ellas rellenas de sedimentos Terciarios evaporíticos, que dan la calidad al agua. Otras como las de El Barril y El Sabino tienen sedimentos Terciarios conglomeráticos y arenosos, y su agua es abundante y de buena calidad (SARH, 1985).

### Zona Centro.

El área de explotación más importante en esta zona es el Valle de San Luis Potosí, el cual destaca por sus actividades industriales y comerciales, por su desarrollo agrícola es reducido. Como en esta ubicada la capital del estado, se ha fomentado esta última actividad, sin embargo existen limitaciones de carácter hidrológico. Las fuentes de aguas subterráneas tienen baja potencialidad, escasa capacidad transmisora y niveles piezométricos profundos, sobre todo en el área urbana y sus inmediaciones. Lo anterior origina problemas para el suministro de agua a la capital y su zona industrial, e impide ampliar las áreas agrícolas. A lo



0 25 50 100km.  
 ESCALA GRAFICA

**E X P L I C A C I O N**

- CAPITAL DEL ESTADO \_\_\_\_\_ ○
- POBLADO \_\_\_\_\_ ○
- ZONA DE ACUIFEROS \_\_\_\_\_ ▨

FUENTE : Monografía Geológica-Minora del Estado de  
 San Luis Potosí, CRM 1992.

**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**HIDROLOGIA**  
**SUBTERRANEA.**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
 1994

FIG. No. 7

largo de los Valles de Arista y Villa de Reyes en sedimentos Terciarios, se esta explotando aguas subterráneas (SARH, 1985).

#### Zona Sur.

En la porción sur destaca el Valle de Rioverde, donde la agricultura reviste importancia y es sustentada por los escurrimientos del Río Verde y las aguas subterráneas procedentes de acuíferos granulares y calcáreos. Los granulares cuentan con una baja potencialidad y en algunas áreas el agua es de mala calidad y los calcáreos que por lo general encierran manantiales caudalosos, en los que destaca la Media Luna en el Valle de Rioverde, que tiene un gasto promedio de 6 m<sup>3</sup>/seg, con lo cuales se benefician unas 5500 has.

Además con dicho gasto se incorporar al riego las regiones de los Angeles y Cofradía. La posibilidad de aprovechar estos afloramientos naturales y de explotar cantidades importantes de agua mediante pozos profundos, abre un panorama alentador para el desarrollo de este valle (SARH, 1985).

#### Potencial acuífero.

En el mapa de aguas subterráneas se ubicaron 86 pozos con características similares de profundidad, niveles estáticos, dinámico y caudal, que cubren las áreas estudiadas por la SARH. A la fecha se calcula una existencia de 1627 a 1800 pozos en el estado, que proporciona los siguiente gastos promedios : mínimo 3.7 l.p.s., medio de 19 l.p.s. y máximo de 48 a 67 l.p.s.; la profundidad de dichos pozos varia de 250 en el Valle de San Luis Potosí hasta 500 m. en el de Matehuala.

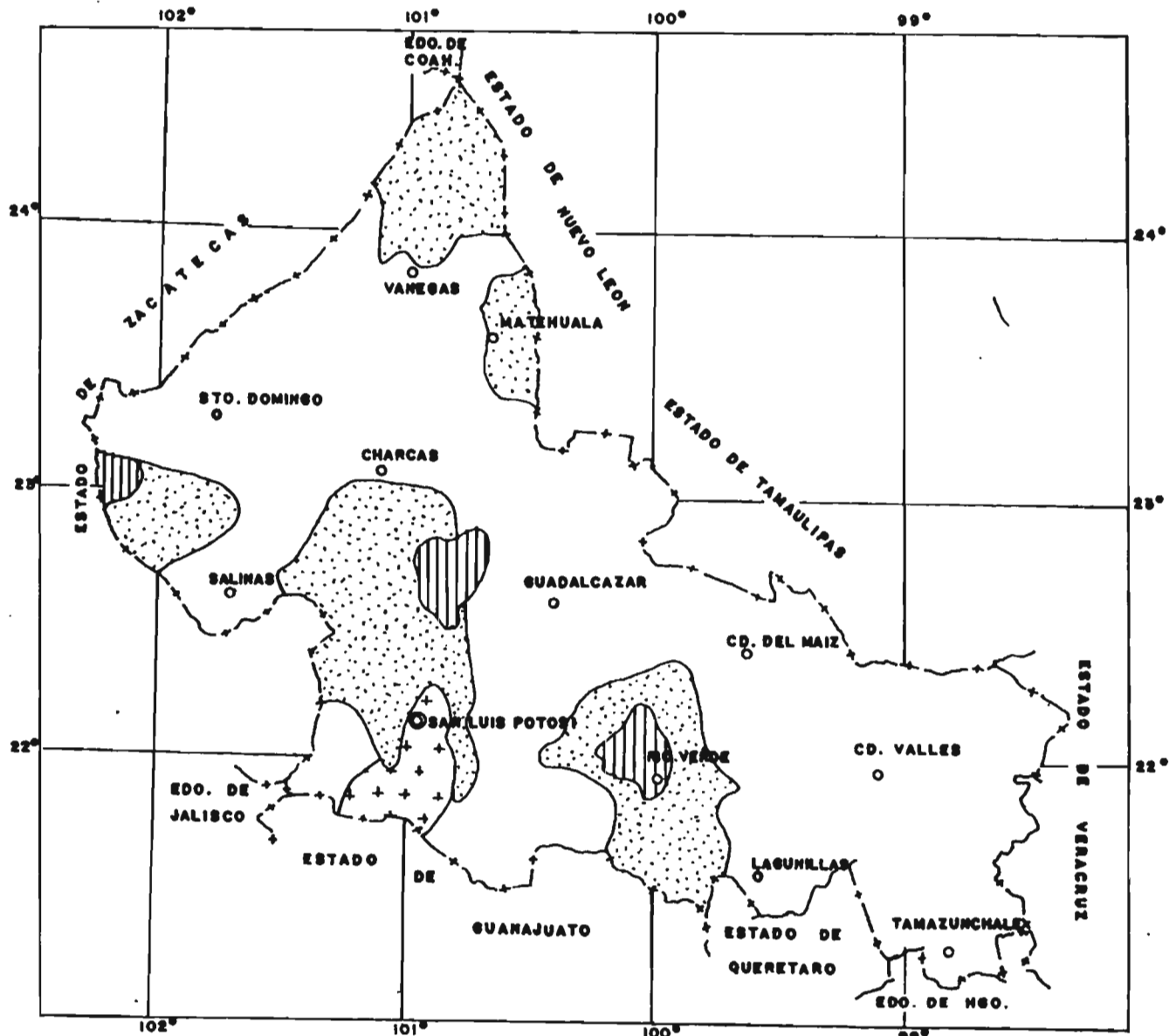
La SARH ha registrado tres tipos de zonas de explotación para un mejor control del agua subterránea, que son las siguientes : zona sobreexplotada, en la que recomienda no incrementar la explotación para ningún uso o fin, este tipo no opera en la entidad (CNA, 1990) (Figura 8).

Zona en equilibrio, donde se recomienda no incrementar la exportación con fines agrícolas, preservándose para satisfacer demandas futuras de agua potable. Abarca el Valle de San Luis Potosí y Villa de Reyes (CNA, 1990).

Zona subexplotada, en la cual se puede incrementar la extracción de agua subterránea para cualquier uso, siempre y cuando sea bajo control de la SARH. Compre las áreas de Villa de Arista, Rioverde, Villa de Arriaga, El Barril y Matehuala (CNA, 1990).

Hasta el 6 de febrero de 1976 se tienen registrados, por la SARH dos de los tres tipos de veda dentro del estado (SARH, 1985) :

Veda intermedia, abarca principalmente el Valle de San Luis Potosí y Villa de Reyes; veda elástica comprende el distrito de riego de Llera, los municipios de Vanegas, Cedral y Matehuala, así como el área de Rioverde, el distrito de riego Pujal Coy, el distrito de riego del Río Pánuco y el municipio de Cd. Valles (SARH, 1985).



**EXPLICACION**

- ZONA EN EQUILIBRIO
- ZONA SOBREEXPLOTADA
- ZONA EN DONDE PUEDEN AUTORIZAR POZOS PARA CUALQUIER USO
- CAPITAL DEL ESTADO
- POBLADO

FUENTE: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal C.N.A., S.L.P.

**U A S L P**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**ZONAS DE VEDA GEOHIDROLOGICA**  
**EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSI**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
1994

FIG. No. 8

En general, las condiciones hidrológicas de San Luis Potosí son buenas: las siguientes cifras, citadas en el volumen I del atlas geohidrológico de la SARH, página 278, publicado en 1978, nos dan una idea de la explotación de los recursos subterráneos (SARH, 1985).

La recarga anual en el estado es de 81 millones de metros cúbicos confirmados y/o estimados, mientras que la extracción anual es de 51 millones de metros cúbicos confirmados y 131 millones de metros cúbicos estimados (SARH, 1985).

Recarga y descarga de los acuíferos.

La recarga de los acuíferos se debe, sobre todo, a la infiltración directa del agua pluvial en las unidades geológicas permeables, pero también a la que se efectúa a través de los depósitos fluviales de los ríos y arroyos existentes. Por lo general las zonas de recarga más importante se localiza en las estribaciones de la Sierra, donde los materiales son más permeables y facilitan la infiltración de los escurrimientos.

Por otra parte, la descarga de los acuíferos se realiza de dos formas: artificial y natural.

La primera, por medio de pozos y norias, en tanto que la segunda ocurre espontáneamente, a través de manantiales, o bien, como flujo subterráneo hacia otras zonas.

Además hay posibilidad que una parte de la descarga tenga lugar por medio de los principales ríos, los cuales funcionan como drenes superficiales y subterráneos en ocasiones (SARH, 1985).

Permeabilidad

Unidades geohidrológicas. Estas unidades fueron definidas de acuerdo con las características físicas de las rocas y materiales granulares, así como estructurales y geomorfológicos de la región. todo esto con el fin de determinar el funcionamiento de las unidades litológicas como acuíferos para lo cual se realizó la clasificación en : material consolidado y no consolidado con permeabilidades altas, medias y bajas. en el estado se encuentran las siguientes unidades (INEGI 1985) :

Material consolidado con permeabilidad alta. Esta constituida por derrames volcánicos y tobas arenosas de composición básica.

Los derrames son de espesor reducido y se encuentran sobreyaciendo a la toba arenosa, la cual se encuentra fracturada y es poco consistente. La presencia de agua esta comprobada por los manantiales y norias ubicados en esta unidad, que es bastante restringida y aflora al sur del poblado Villa de Ramos y de la ciudad de San Luis Potosí. También se incluye dentro de esta. unidad las formaciones calcáreas que afloran en gran cantidad al norte y oriente del estado, las cuales presentan buenas condiciones de porosidad y permeabilidad (producto de la disolución y fracturamiento) y contiene agua donde la estructura geológica es favorable, como se ha comprobado con los pozos perforados en el poblado de Cerritos al norte de Palomas y al sur de Matchuala (INEGI 1985).



Material consolidado con permeabilidad media. Se encuentra distribuido en todo el estado y su localización es restringida, pues está cubierto por formaciones más recientes. Aflora al noreste de la ciudad de San Luis Potosí y de los poblados de Cerritos y Cd. del maíz. En estas áreas está constituido de basaltos altamente fracturados, por lo que cuentan con una permeabilidad de consideración. Al norte del poblado el Cedral la unidad está formada por calizas de buena permeabilidad, debido a fracturamiento y disolución; esto permite el afloramiento de aguas (manantiales), por lo que presenta posibilidades para su extracción, con rendimientos económicos (INEGI 1985).

Material consolidado de permeabilidad baja. Esta unidad está compuesta por riolitas, tobas, lutitas, calizas y esquistos; y en menor proporción por basaltos, andesitas y pequeños cuerpos intrusivos ácidos. Los afloramientos de esta unidad se encuentran distribuidos en todo el estado, pero sobre todo en el sureste donde cubre una porción considerable. Por su composición arcillosa, así como el escaso fracturamiento de dichas rocas, se le considera sin muchas posibilidades de contener agua económicamente explotable, pues solo las calizas que constituyen las Formaciones Cupido y Aurora pueden contener acuíferos confinados. Esto se observó al noreste de la población de Sto. Domingo, donde dichas rocas, que subyacen a la Formación Cuesta del Cura, forman pequeños anticlinales que dan origen a lomeros de poca altura, los cuales, en la zona de los Valles se encuentran cubiertos. En esta unidad, al sur de la ciudad de Matehuala, hay pequeños manantiales (INEGI 1985).

Material no consolidado de permeabilidad alta. Está formado por suelos aluviales y lacustres, además de conglomerados y areniscas interstratificadas y poco cementados. El suelo está constituido por partículas de van de finas a gruesas, y abunda en el noroeste y oeste del estado, sobre las zonas llanas. Los fragmentos de areniscas y conglomerados son derivados de rocas ígneas o sedimentarias, tienen formas redondeadas y subredondeadas y se localizan en las partes adyacentes de la Sierra (INEGI 1985).

Los principales acuíferos se localizan en los Valles de Matehuala, San Luis Potosí, Villa de Arista, Rioverde y el sureste de Angostura. En el Valle de San Luis Potosí se ha comprobado la existencia de dos acuíferos, aunque destaca la presencia de un tercero más profundo, el cual no ha sido definido por completo. Dentro de esto, el más importante es el intermedio, ya que además de ser el más explotado, en algunos pozos se han presentado manifestaciones de termalismo. Este acuífero es del tipo semiconfinado y sus niveles estáticos fluctúan entre 56 y 125 mts. (INEGI 1985)

En la parte meridional de este Valle el flujo es de sur a norte, lo que indica una recarga subterránea proveniente de las sierras ubicadas al sur del mismo. Hacia el noreste de la ciudad de San Luis Potosí los flujos se concentran, debido a que ahí se localizan las áreas más bajas de dicho valle. En el de Matehuala los acuíferos existentes son del tipo libre, y en algunas partes se hayan barreras impermeables que provocan cambios en la dirección del flujo (INEGI 1985).

Desde el punto de vista de geotermia existen algunos manantiales de aguas termales entre los que destacan Ojo Caliente en Santa María del Río, Taninul en Tamuín, Gogorrón en Villa de Reyes, el Bañito en Cd. Valles y la Labor del Río en Santa María del Río (Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí, INEGI, 1985).

## 6.- PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Las regiones hidrológicas que corresponden al estado de San Luis Potosí son : El Salado (No. 37) y El Pánuco (No. 26), de éstas la región hidrológica del Pánuco es una de las más afectadas a nivel nacional, para ser precisos es la segunda región hídrica más contaminada.

Las fuentes de contaminación pueden ser : urbanas, agrícolas e industriales; las cuales actúan de forma separada o bien conjugándose entre sí, situación que acrecienta grandemente a los problemas.

En la actualidad los problemas de contaminación en el agua no son privativos de las aguas superficiales sino que los contaminantes logrando trasponer las barreras geológicas naturales, han poluido a los acuíferos, donde se encuentra la mayor reserva hídrica del país y en especial la de San Luis Potosí (Ortiz, 1989).

### 6.1.- PROBLEMÁTICA URBANA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El estado de San Luis Potosí, esta dividido en 58 municipios, con una distribución muy irregular en su población.

La zona conurbada que constituye los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez agrupa a la mayor proporción de habitantes en todo el estado, seguidas por Cd. Valles, Matehuala y Rioverde. Por lógica los municipios con mayor numero de problemas en cuanto a contaminación acuífera se refiere son los citados con anterioridad (Ortiz, 1989).

En la zona conurbada de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez el sistema de alcantarillado es del tipo combinado y proporciona un servicio aproximadamente al 90% de la población. Estas aguas residuales son utilizadas en su mayoría para fines agrícolas sin tratamiento previo (Ortiz, 1989).

A continuación se presenta una tabla de los canales conductores de las aguas residuales en la zona conurbada de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez y Cd. Valles, S.L.P. (CNA, 1990).

CANAL ANUAL	GASTO MEDIO (l. p. S.)	VOL.
1.- Pedroza	82.96	2, 616, 227
2.- Sauzalito	30.49	961, 533
3.- Moctezuma	39.93	1, 259, 232
4.- Enrique Estrada	35.43	1, 117, 320
5.- Río Española	167.56	5, 284, 172
6.- Guanos	55.86	1, 761, 601

7.- Zona Industrial 1	52.27	1, 648, 387
8.- Zona Industrial 2	03.72	117, 314
9.- Jaloma	58.11	1, 832, 557
10.- Río Santiago	91.39	2, 482, 075
11.- General	880.08	27, 754, 203
12.- Los Gómez	89.21	2, 813, 327
13.- Unidad Ponciano Arriaga	113.49	3, 579, 020
14.- Canal No. 6	112.06	3, 533, 924
15.- La Constancia	04.97	156, 734
16.- San Felipe	25.98	819, 305
17.- Los García	No aforado	

---

TOTALES    1, 843.51    58, 136, 931  
(CNA, 1990)

**DESCARGAS INDIVIDUALES CORRESPONDIENTES AL RÍO ESPAÑITA**

San Luis Rey	44.33	1, 397, 991
La Lonja	46.86	1, 477, 777
Los Arbolitos	No aforado	
Otros (CNA, 1990)	No aforado	

**BIFUCACION DEL CANAL GENERAL**

Numero uno (CNA, 1990)	22.81	719, 336
---------------------------	-------	----------

**AFOROS DE LAS EMISIONES DE AGUA RESIDUALES EN CD. VALLES, SAN LUIS POTOSÍ.**

DESCARGA	Q MEDIO EN LPS
García Tellez	5. 664
Galeana	62.153
Servicar	08.647
Central Camionera	00.790
Arroyo Lagartija	07.506
Arroyo Gavilanes	02.831
Central	60.000

---

TOTAL    147.591(CNA, 1990)

Tal vez por ser San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez y Cd. Valles las zonas más conflictivas en cuanto al manejo y disposición de las aguas residuales se tenga un mayor aporte de información mientras que en los 55 municipios restantes se carece en la mayor parte de información.

A continuación se detalla la información básica que se logró capturar de los principales municipios de la entidad.

Municipio : Tamuín  
Habitantes : 20, 000  
Organismo que opera el agua potable : Junta municipal de agua potable.  
Gasto : -  
Extracciones subterráneas : 0  
Extracciones superficiales : 1, 846 m3.día  
Potabilización : Cloración  
Organismo que opera el agua residual : Junta municipal de agua potable.  
% Población servida : 54 %  
Gasto : 3, 110 m3.día  
Cuerpo receptor : Río Tampaón  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Tamazunchale  
Habitantes : 50, 000  
Organismo que opera en agua potable : JASAPAT  
Gasto : -  
Extracciones subterráneas : -  
Extracciones superficiales : 3, 456 m3.día  
Potabilización : Filtración  
Organismo que opera el agua residual : JASAPAT  
% de población servida : 13 %  
Gasto : 1, 037 m3.día  
Cuerpo receptor : Río Moctezuma  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Tamasopo  
Habitantes : 10, 000  
Organismo que opera en agua potable : SEAPA, SIST. TAMASOPO  
Gasto : -  
Extracciones subterráneas : -  
Extracciones superficiales : 1, 980 m3.día  
Potabilización : Ninguno  
Organismo que opera el agua residual : SEAPA, Sist. Tamasopo  
% de población servida : 70 %  
Gasto : 1, 110 m3.día  
Cuerpo receptor : Arroyo sin nombre  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Santa María del Río  
Habitantes : 19, 000

Organismo que opera en agua potable : J. M. A. P. A.  
Gasto : -  
Extracciones subterráneas : 1, 350 m3.día  
Extracciones superficiales : 461 m3.día  
Potabilización : Cloración  
Organismo que opera el agua residual : J. M. A. P. A.  
% de población servida : 60 %  
Gasto : 130, 173, 143 m3.día  
Cuerpo receptor : Arroyo el Cochino, Río Sta. María, Canal Salitre.  
(CNA, 1990)

Municipio : San Ciro de Acosta  
Habitantes : 10, 000  
Organismo que opera en agua potable : JEAPA  
Gasto : -  
Extracciones subterráneas : 2, 592 m3.día  
Extracciones superficiales :  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : Presidencia Municipal  
% de población servida : 80 %  
Gasto : 1, 000 m3.día  
Cuerpo receptor : Arroyo Grande  
(CNA, 1990)

Municipio : Tanquían de Escobedo  
Habitantes : 12,000  
Organismo que opera el agua potable : JAMAPA, Sist. Tanquían  
Gasto : Ninguno  
Extracciones subterráneas :-  
Extracciones superficiales : 864 m3.día  
Potabilización : Ninguno  
Organismo que opera el agua residual : J.M.A.P.A., Sist. Tanquían  
% Población servida : 10%  
Gasto : 93 m3.día  
Cuerpo receptor : Río Moctezuma  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Rioverde  
Habitantes : 35, 000  
Organismo que opera el agua potable : J. M. A. P. A.  
Gasto : -  
Extracciones subterráneas : 14, 775 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : -  
Organismo que opera el agua residual : J. M. A. P. A.  
% Población servida : 65%  
Gasto : 5, 184 m3.día  
Cuerpo receptor : Rioverde  
(CNA, 1990)

Municipio : Sn. Vicente Tancualayab  
Habitantes : 8, 940  
Organismo que opera el agua potable : J. M. A. P. A.  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 1, 598 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguno  
Organismo que opera el agua residual : J. M. A. P. A.  
% Población servida : 6%  
Gasto : 96 m3.día  
Cuerpo receptor : Arroyo sin nombre  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Sn. Martín Chalchicuatla  
Habitantes : 12, 000  
Organismo que opera el agua potable : J. M. A. P. A.  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 1, 080 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguno  
Organismo que opera el agua residual : J. M. A. P. A.  
% Población servida : 55 %  
Gasto : 693 m3.día  
Cuerpo receptor : Arroyo sin nombre  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Salinas de Hidalgo  
Habitantes : 15, 000  
Organismo que opera el agua potable : J. M. A. P.A.  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 5, 184 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : J.M.A.P.A  
% Población servida : 55 %  
Gasto : 2, 332 m3.día  
Cuerpo receptor : Lagunas de Salinas  
(CNA, 1990)

Municipio : Vanegas  
Habitantes : 10, 000  
Organismo que opera el agua potable : JEAPA  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 1, 036 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : J. M. A.  
% Población servida : 50 %  
Gasto : 700 m3.día

Cuerpo receptor : Infiltración  
(CNA, 1990)

Municipio : Xilitla  
Habitantes : 16, 000  
Organismo que opera el agua potable : H. Ayuntamiento  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : -  
Extracciones superficiales : 3.453 m3.día  
Potabilización : -  
Organismo que opera el agua residual : H. Ayuntamiento  
% Población servida : 85 %  
Gasto : 2, 165 m3.día  
Cuerpo receptor : Arroyo La Conchita  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Cedral  
Habitantes : 13, 000  
Organismo que opera el agua potable : JEAPA  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 3, 456 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : JEAPA  
% Población servida : 20 %  
Gasto : 1, 320 m3.día  
Cuerpo receptor : Jales  
(CNA, 1990)

Municipio : Rayón  
Habitantes : 10, 000  
Organismo que opera el agua potable : JEAPA  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 336 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : JEAPA  
% Población servida : 60 %  
Gasto : 225 m3.día  
Cuerpo receptor : Arroyo Rayón  
(CNA, 1990)

Municipio : Matchuala  
Habitantes : 43,000  
Organismo que opera el agua potable : J.M.A.P.A.  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 15, 898 m3.día  
Extracciones superficiales : 3, 024 m3.día  
Potabilización : -

Organismo que opera el agua residual : J.M.A.P.A  
% Población servida : 60%  
Gasto : 6, 523 m3.día  
Cuerpo receptor : Terrenos de cultivo  
(CNA, 1990)

Municipio : Ebano  
Habitantes : 50, 000  
Organismo que opera el agua potable : PEMEX  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : -  
Extracciones superficiales : 15,552 m3.día  
Potabilización : -  
Organismo que opera el agua residual : H. Ayuntamiento  
% Población servida : 20 %  
Gasto : 3, 888 m3.día  
Cuerpo receptor : Terrenos de cultivo  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Charcas  
Habitantes : -  
Organismo que opera el agua potable : J.M.A.P.A  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 2, 938 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : Obras publicas  
% Población servida : 50 %  
Gasto : 2, 320 m3.día  
Cuerpo receptor : Río Sn. Nicolas y P. Gongora.  
(CNA, 1990)

Municipio : Coxcatlan  
Habitantes : 15,000  
Organismo que opera el agua potable : J.M.A.P.A  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : -  
Extracciones superficiales : 288 m3.día  
Potabilización : -  
Organismo que opera el agua residual : No hay sistema  
% Población servida : -  
Gasto : -  
Cuerpo receptor : -  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Cd. Valles  
Habitantes : 130, 000  
Organismo que opera el agua potable : DAPA  
Gasto :



Extracciones subterráneas : -  
Extracciones superficiales : 27, 216 m3.día  
Potabilización : Pre clor., floc., y sedim.  
Organismo que opera el agua residual : DAPA, sist. Valles  
% Población servida : -  
Gasto : 19,008 m3.día  
Cuerpo receptor : Río Valles  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Cd. del Maíz (El Naranjo )  
Habitantes : 12, 000  
Organismo que opera el agua potable : JEAPA, Sist. Naranjo  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 691 m3.día  
Extracciones superficiales : 691 m3.día  
Potabilización : Cloración y filtración  
Organismo que opera el agua residual : JEAPA  
% Población servida : 4 %  
Gasto : 48 m3.día  
Cuerpo receptor : Resumideros naturales  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Ciudad del Maiz  
Habitantes : 25, 000  
Organismo que opera el agua potable : JEAPA  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 2, 739 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : Presidencia Municipal  
% Población servida : 70 %  
Gasto : 700 m3.día  
Cuerpo receptor : Terrenos de cultivo  
(SEDUE, 1990)

Municipio : Cerritos  
Habitantes : 25,000  
Organismo que opera el agua potable : JEAPA  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 3, 110 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : Dir. obras públicas  
% Población servida : 60 %  
Gasto : 1, 996 m3.día  
Cuerpo receptor : Terrenos de cultivo  
(CNA, 1990)

Municipio : Villa de Reyes  
Habitantes : 14, 000  
Organismo que opera el agua potable : J.M.A.P.A.  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 2, 160 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : Presidencia municipal  
% Población servida : 60 %  
Gasto : 900 m3.día  
Cuerpo receptor : Río Altamira  
(CNA, 1990)

Municipio : Cárdenas  
Habitantes : 18, 000  
Organismo que opera el agua potable : J.M.A.P.A.  
Gasto :  
Extracciones subterráneas : 1, 469 m3.día  
Extracciones superficiales : -  
Potabilización : Ninguna  
Organismo que opera el agua residual : Dirección de aguas públicas  
% Población servida : 33 %  
Gasto : 300 m3.día  
Cuerpo receptor : Terrenos de cultivo  
(CNA, 1990)

## 6.2.- PROBLEMÁTICA AGROPECUARIA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

### 6.2.a.- GENERALIDADES

La SARH para facilitar la programación y operación de las actividades del sector agropecuario y forestal, ha zonificado el estado de San Luis Potosí en cuatro distritos de temporal y distritos de riego ubicados dentro de las primeras tres unidades de riego para el desarrollo rural (SARH, 1985) .

A la jurisdicción de la representación general de San Luis Potosí le pertenecen los distritos de temporal I, II y IV, el distrito de riego 049 y, las unidades de riego de desarrollo rural 705 y 549. El distrito de temporal III, el distrito de riego 092 y las unidades de riego 592, son competencia de representación general en la cuenca baja del Río Pánuco. Algunos aspectos relacionados con los distritos y unidades de riego, son los siguientes (SARH, 1985):

**DISTRITO DE TEMPORAL I, Matehuala.-** Esta ubicado en el norte de la zona del altiplano y se integra por nueve municipios que son : Cedral, Charcas, Santo Domingo, Real de Catorce, Matehuala, Vanegas, Venado, Villa de Guadalupe y Villa de la Paz (SARH, 1985).

**DISTRITO DE TEMPORAL IV, San Luis Potosí.-** Se localiza al sur de la zona altiplano y políticamente esta dividido en 17 municipios que son : Ahualulco, Armadillo de los Infante,

Cerro de San Pedro, Mexquitic, Moctezuma, Salinas, San Luis Potosí, San Nicolas Tolentino, Santa María del Río, Soledad de Graciano Sánchez, Tierra Nueva, Villa De Arista, Villa de Arriaga, Villa de Ramos, Villa Hidalgo, Villa de Reyes y Villa de Zaragoza (SARH, 1985).

UNIDADES DE RIEGO 705, San Luis Potosí.- Se integran por 26 municipios anteriormente mencionados y se divide en once regiones (SARH, 1985).

DISTRITO DE TEMPORAL II, Rioverde.- Este distrito esta ubicado en la zona media del estado y se compone de 12 municipios : Alaquines, Cárdenas, Cerritos, Santa Catarina, San Ciro de Acosta, Lagunillas, Rioverde, Rayón y Villa Juárez (SARH, 1985).

UNIDADES DE RIEGO 049, Rioverde.- Se extiende entre los municipios de Rioverde y Ciudad Fernández. Comprende, dentro de su área un total de 11 poblados y tiene una superficie cultivable de 5750 hectáreas (SARH, 1985).

DISTRITO DE TEMPORAL III, Cd. Valles.- Se localiza al oriente de la entidad, en la zona Huasteca, esta compuesta por los siguientes municipios : Aquismón, Huehuetlan, San Martín Chalchicuautla, San Vicente Tancuayalab, Tamasopo, Tamazunchale, Tampacan, Tampamolón, Tamuín, Tanlajas, Tanquian de Escobedo, San Antonio, Villa Alfredo M. Terrazas, Xilitla, parte de Cd. del Maíz, Ebano, Coxcatlan, Cd. Valles y Axtla de Terrazas (SARH, 1985).

UNIDADES DE RIEGO 592, Zona Huasteca.- Tiene bajo su jurisdicción a los municipios de San Luis Potosí, que se dividen en tres regiones (SARH, 1985).

DISTRITO DE RIEGO 092. Pujal Coy.- En una parte esta ubicado en los municipios de Ebano y Tamuín y por lo que respecta al estado de San Luis Potosi tiene en operación 33,695 hectáreas (SARH, 1985).

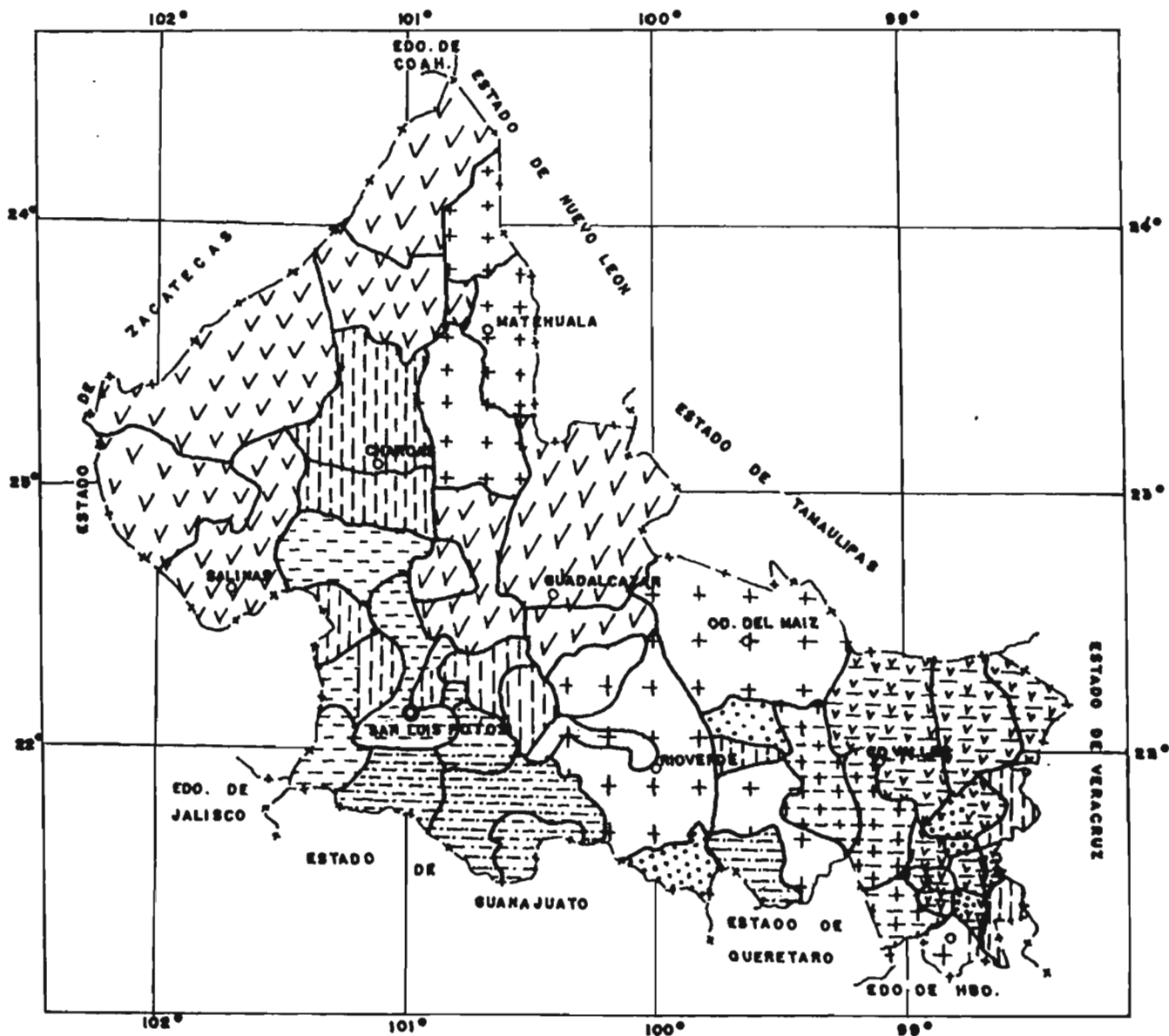
### 6.2.b.- CALIDAD DEL AGUA CON FINES AGRÍCOLAS

Se recurrió a la clasificación de Thorne y Peterson para evaluar la calidad del agua con fines agrícolas dado el carácter universal de este sistema.

El agua que se extrae de los pozos con fines agrícolas en la zona del altiplano generalmente es salina y baja en sodio, a continuación se describen las clasificaciones.(Figura 9)

MUNICIPIO		CALIDAD DEL AGUA
Mexquitic	C3S1	Agua altamente salina y baja en Na
Villa de Reyes	C2S1	Agua de salinidad media y baja en Na
Salinas	C3S1	Agua altamente salina y baja en Na
	C2S1	Agua de salinidad media y baja en Na
Villa de Arista	C2S1	Agua de salinidad media y baja en Na
	C3S1	Agua altamente salina y baja en Na

Matehuala	C4S1	Agua muy altamente salina y baja Na
	C3S1	Agua altamente salina y baja en Na
	C2S1	Agua de salinidad media y baja en Na
	C3S2	Agua altamente salina, media en Na
Vanegas	C3S2	Agua altamente salina y media en Na
	C4S2	Agua muy altamente salina y media Na
Cedral	C3S1	Agua altamente salina y baja en Na
Villa de Ramos	C2S1	Agua de salinidad media y baja en Na
San Luis Potosí	C2S1	Agua de salinidad media baja en Na
Moctezuma	C3S2	Agua altamente salina, media en Na
	C3S1	Agua altamente salina y baja en Na
Catorce	C3S2	Agua altamente salina media en Na
Sto. Domingo	C3S1	Agua altamente salina y baja en Na
Villa de Gpe.	C3S1	Agua altamente salina y baja en Na
Soledad	C2S1	Agua de salinidad media y baja en Na
Venado	C2S1	Agua de salinidad media baja en Na
Sta. M. del Río	C2S1	Agua de salinidad media baja en Na
Ahualulco	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
	C2S1	Agua de salinidad media baja en Na
Rioverde	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
Cd. Fernández	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
Villa Juárez	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
Cd. del Maíz	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
Cerritos	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
Cárdenas	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
Lagunillas	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
Rayón	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
Alaquines	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
San Ciro	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
San Nicolas	C4S1	Agua muy altamente salina baja en Na
Ebano	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Tamuín	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Cd. Valle	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Huehuetlan	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Coxcatlan	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Xilitla	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Tamazunchale	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Sta. Catarina	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Aquismón	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Cd. Santos	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Sn. Martín Ch.	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Sn. Vicente T.	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Tamasopo	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Tampacan	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Tampamolón	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Tanquián	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Sn. Antonio	C3S1	Agua altamente salina baja en Na
Villa A.M.T	C3S1	Agua altamente salina baja en Na



**E X P L I C A C I O N**

- CAPITAL DEL ESTADO. ⊙
- POBLADO. ○
- AGUAS YESOSAS O METALES ALCALINOTERREOS (NO A MUY POCO CARBONATADAS) + +
- AGUAS DE METALES ALCALINOS Y ALCALINOTERREOS (NO A MUY POCO CARBONATADAS) ✓✓
- AGUAS DE METALES ALCALINOTERREOS (PREDOMINANDO) CON ALCALINOS, CARBONATADAS PARCIALMENTE | | |
- AGUAS DE METALES ALCALINOS (PREDOMINANDO) CON ALCALINOTERREOS PARCIALMENTE CARBONATADAS - -
- AGUAS CON PREDOMINIO DE METALES ALCALINO CARBONATADOS MEZCLADO CON LOS OTROS DOS GRUPOS ANIONES - - -
- AGUAS CON PREDOMINIO DE METALES ALCALINOTERREO CARB., MEZCLADOS CON LOS OTROS DOS GRUPOS DE IONES . . .
- AGUAS DE METALES ALCALINOTERREOS, PARCIALMTE CARBOTADOS - + -  
+ - +
- AGUAS YESOSAS O DE METALES ALCALINOTERREO CARBONATADAS PARCIALMENTE - ✓ -  
- ✓ -

FUENTE: Instituto de Investigación de Zonas Desérticas.

**U A S L P**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**COMPOSICION DEL**  
**AGUA SUBTERRANEA**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIerno  
1994

FIG. No. 9

En el estado de San Luis Potosí, particularmente en la zona conurbada San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez, al 5 de agosto de 1991 conforme a C. N. A. gerencia estatal San Luis Potosí 894 hectáreas son regadas con aguas residuales y 43 con aguas residuales restringidas, esto en el municipio de San Luis Potosí. Mientras que en Soledad de Graciano Sánchez se irrigan con aguas residuales 1255-00-00 hect. con un volumen actual de 72, 601 millones de metros cúbicos de aguas residuales sin tratamiento previo.

De estas hectáreas el 98% se utiliza para cultivos forrajeros (75% de alfafa, avena, sorgo, etc., y 23% de maíz forrajero) con el 2% restante se cultivan hortalizas (lechuga, repollo, zanahoria y cilantro) las cuales se riegan con aguas mezcladas.

#### 6.2.c.- USO DE FERTILIZANTES Y PLAGUICIDAS

No existe un estudio enfocado a la medición y evaluación de los efectos de los fertilizantes y plaguicidas en uso en el estado de San Luis Potosí, lo poco que se pudo investigar al respecto es lo siguiente :

#### PLAGUICIDAS MAS EMPLEADOS

SOLEDAD	VILLA DE REYES	CD. VALLES
Tamaron	Folidol	Tamaron
Folidol	Raizone plus	
Metamidofos (tamaron)		
Paration metilico (folidol)		
Raizone plus (enraizador)		

(Comunicación verbal Dr. Fernando Díaz Barriga).

#### CONDUCTAS EN EL USO DE PLAGUICIDAS :

	Soledad	Cd. Valles-V. de Reyes
Nivel socioeconómico :	Bajo	Medio
Analfabetismo :	Alto	Bajo
Conductas de Precaución :	Inexistentes	Adecuadas
Respeto el tiempo entre fumigación y cosecha :	No	Si
Precaución en el manejo de envases usados :	Nulas	Adecuadas
		(Incineran y entierran)

## CONDUCTA EN LA VENTA DE PLAGUICIDAS :

	S. L. P.	Cd. Valles
Tipo de tiendas :	Agroquímicas	Agroquímica y veterinarias
Preparación profesional de los vendedores :	Insuficientes	Insuficiente
Interés de las Cías. por vigilar las tiendas y -- capacitar a vendedores :	Nulo	Nulo
Anomalías encontradas :	Productos caducos envases dañados	Productos caducos, venta de alimentos y medicamentos en la misma tienda

(Comunicado verbal Dr. Díaz Barriga).

No existe un registro de casos accidentales de intoxicación por plaguicidas, se logró obtener información de 3 accidentes.

En 1980 en el ejido Manuel A. Camacho, en Tamuín , S. L. P., 6 niños (edades de 1 a 6 años) se intoxicaron con Paration etílico, 2 de ellos murieron.

En 1987, se notificó que los servicios coordinados de salud pública continúan, empleando malation para exterminar al vector de microorganismos que causa el paludismo.

En 1988, existe la comunicación verbal de pasantes de medicina que detectan la muerte de dos personas en Villa de Reyes y probablemente por plaguicidas (Comunicación verbal Servicios coordinados de salud pública en el estado) .

### 6.2.d.- RIEGO CON AGUAS RESIDUALES

Son diversos los municipios del estado que dedica sus aguas residuales tanto de origen industrial como doméstico, al riego, situación que recrudece en el Valle de San Luis Potosí, asiento de la zona conurbada de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez, la más densamente poblada del estado y asiento de la zona industrial más grande de toda la entidad.

#### ZONA DE SAN LUIS POTOSÍ - SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ

Volumen utilizado en el municipio de S.L.P : 22,819,449.60 m<sup>3</sup>/a  
 Superficie beneficiada en el municipio de S.L.P. : 894-00-00 Has.  
 Vol. utilizado en el municipio de Soledad G.S.: 49,791,244.32 m<sup>3</sup>/a

Superficie beneficiada en Soledad de G.S. : 1,255-00-00 Has.  
(CNA, 1990)

1. - Fuente : Canal Los Gracias

Usuario : Unión de peq. Prop. de la Fracc. Los Gracias

Gasto : 0.81 l.p.s.

Vol. anual m3 : 25,544.16

Superficie beneficiada (Has) : 2-00-00

Vol. anual autorizado m3 : +

Superficie autorizada (Has) : -

Vol. anual en tramite (m3) : -

Superficie en tramite (Has) : -

(Ortiz, 1989)

2. - Fuente : Canal Sauzalito

Usuario : ejido Milpillas Asociación civil

Gasto : 43.41 l.p.s.

Vol. anual m3 : 1,368,977.76

Superficie beneficiada (Has) : 80-00-00

Vol. anual autorizado m3 : 285,085.44

Superficie autorizada (Has) : 50-00-00

Vol. anual en tramite m3 : -

Superficie en tramite (Has) : -

(Ortiz, 1989)

3. - Fuente : Canal Pedroza

Usuario : Soc. C. de consumo "Gustavo D. Ordaz" A.C. Valle de lobos

Gasto : 86.15 l.p.s.

Vol. anual m3 : 2' 716, 826. 40

Sup. beneficiadas (has) : 100-00-00

Vol. anual autorizado m3 : 669, 768. 50

Sup. Autorizada (has) : 39-07-01

Vol. anual en tramite m3 : 497, 024. 64

Sup. en tramite (has) : 60-00-00

(Ortiz, 1989)

4. - Fuente : Canal Moctezuma

Usuario : A.C. "El Astillo", A.C. "Unión de agric. Emiliano Zapata"

Gasto : 36.36 l.p.s.

Vol. anual m3 : 1'146, 648.96

Sup. beneficiadas (has) : 95-00-00

Vol. anual autorizado m3 : -

Sup. Autorizada (has) : -

Vol. anual en tramite m3 : 885, 435.50

Sup. en tramite (has) : 92-57-50

(Ortiz, 1989)

5. - Fuente : Canal Guanos

Usuario : Ejido Milpillas



Gasto : 53.12 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 1' 675, 192.32  
Sup. beneficiadas (has) : 140-00-00  
Vol. anual autorizado m3 : 298,015.20  
Sup. Autorizada (has) : 7-14-91  
Vol. anual en tramite m3 : -  
Sup. en tramite (has) : -  
(Ortiz, 1989)

6. - Fuente : Río Santiago

Usuario : Ejido Milpillás, Zapote, Soledad de Graciano Sánchez  
Gasto : 44.42 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 1' 400, 829.12  
Sup. beneficiadas (has) : 120-00-00 \*  
Vol. anual autorizado m3 : 1' 404, 928.80  
Sup. Autorizada (has) : 26-37-97  
Vol. anual en tramite m3 : -  
Sup. en tramite (has) : -  
(Ortiz, 1989)

7. - Fuente : Canal general

Usuario : Ejidos Sn. Fco., El Zapote. Soledad de Graciano Sánchez, Soc. Coop. Soledad  
Gasto : 1, 366.44 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 43' 092, 051.84  
Sup. beneficiadas (has) : 870-00-00 \*  
Vol. anual autorizado m3 : 12' 000, 000.00  
Sup. Autorizada (has) : 923-48-74  
Vol. anual en tramite m3 : 5' 621, 255.84  
Sup. en tramite (has) : 374-75-04  
(Ortiz, 1989)

8. - Fuente : Canal los Gómez

Usuario : Ejido Los Gómez  
Gasto : 98.83 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 3' 116, 702.88  
Sup. beneficiadas (has) : 100-00-00 \*  
Vol. anual autorizado m3 : -  
Sup. Autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : 1' 325, 142.70  
Sup. en tramite (has) : 53-73-20  
(Ortiz, 1989)

9. - Fuente : Canal La Libertad

Usuario : La Libertad y tres pequeños propietarios  
Gasto : 217.76 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 6' 867, 279.36  
Sup. beneficiadas (has) : 250-00-00  
Vol. anual autorizado m3 : 2' 670, 475.00

Sup. Autorizada (has) : 105-65-70  
Vol. anual en tramite m3 : 110, 590.00  
Sup. en tramite (has) : 10-00-00  
(Ortiz, 1989)

10.- Fuente : Río Españita

Usuario : Ejido Candido Navarro  
Gasto : 137.34 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 4' 331, 154.24  
Sup. beneficiadas (has) : 80-00-00  
Vol. anual autorizado m3 : ++  
Sup. Autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : -  
Sup. en tramite (has) : -  
(Ortiz, 1989)

11.- Fuente : Canal zona industrial I

Usuario : A.C. Agrícola Sta. Rita  
Gasto : 43.46 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 1' 370,554.56  
Sup. beneficiadas (has) : 40-00-00  
Vol. anual autorizado m3 : +  
Sup. Autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : -  
Sup. en tramite (has) : -  
(Ortiz, 1989)

12.- Fuente : Canal zona industrial II

Usuario : Ejido Villa de Pozos  
Gasto : 6.36 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 200, 568.96  
Sup. beneficiadas (has) : 7-00-00  
Vol. anual autorizado m3 : -  
Sup. Autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : 110, 376.00  
Sup. en tramite (has) : 7-00-00  
(Ortiz, 1989)

13.- Fuente : Canal la Constancia

Usuario : Soc. Agric. "Las Capillas" A.C.  
Gasto : 4.68 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 147,588.48  
Sup. beneficiadas (has) : 8-00-00 \*  
Vol. anual autorizado m3 : -  
Sup. Autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : -  
Sup. en tramite (has) : -  
(Ortiz, 1989)

14.- Fuente : Canal Enrique Estrada  
Usuario : Ejido Enrique Estrada  
Gasto : 23.29 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 737, 627.04  
Sup. beneficiadas (has) : 50-00-00 \*  
Vol. anual autorizado m3 : 75, 318.38  
Sup. Autorizada (has) : 7-00-00  
Vol. anual en tramite m3 : 1'042,002.19  
Sup. en tramite (has) : 41-84-19  
(Ortiz, 1989)

15.- Fuente : Canal La Jaloma  
Usuario : Soc. Agric. "Palma de la Cruz" A.C.  
Gasto : 61.51 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 1' 939,779.36  
Sup. beneficiadas (has) : 75-00-00 \*  
Vol. anual autorizado m3 : +  
Sup. Autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : -  
Sup. en tramite (has) : -  
(Ortiz, 1989)

16.- Fuente : Canal No. 6  
Usuario : Ejido Sn. Francisco  
Gasto : 59.14 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 1' 865, 039.04  
Sup. beneficiadas (has) : 60-00-00 \*  
Vol. anual autorizado m3 : -  
Sup. Autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : -  
Sup. en tramite (has) : -  
(Ortiz, 1989)

17.- Fuente : Canal San Felipe  
Usuario : Soc. Agric. "Las Capillas"  
Gasto : 19.29 l.p.s.  
Vol. anual m3 : 608, 329.44  
Sup. beneficiada (has) : 72-00-00 \*  
Vol. anual autorizado m3 : -  
Sup. autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : 734, 788.00  
Sup. en tramite (has) : 77-61-67  
(Ortiz, 1989)

\* Superficies ubicadas en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez

\*\* Superficies ubicadas en los municipios de Soledad de Graciano Sánchez y San Luis Potosí

- + Cuentan con solicitud y a la fecha aprovechan la totalidad
- ++ Compromiso, de mandamiento gubernamental con el ejido Cándido Navarro.

Los usuarios a la fecha se encuentran utilizando el total del volumen existente.

#### ZONA DE MATEHUALA, S. L. P.

1.- Fuente : Canal sin nombre La Carbonera

Usuario : Ejido La Carbonera  
Gasto : 6.42 l.p.s.  
Vol. anual en m3 : 202, 526.82  
Sup. beneficiada (has) : -  
Vol. anual autorizado m3 : -  
Sup. autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : 202, 526.82  
Sup. en tramite (has) : 8-06-40  
(CNA, 1990)

2.- Fuente : Canal de arriba La Lagunita

Usuario : Ejido La Lagunita  
Gasto : 26.80 l.p.s.  
Vol. anual en m3 : 845, 287.80  
Sup. beneficiada (has) : -  
Vol. anual autorizado m3 : -  
Sup. autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : 1' 445 739.81  
Sup. en tramite (has) : 100-00-00  
(CNA, 1990)

3.- Fuente : Canal de abajo La Lagunita

Usuario : Ejido La Lagunita  
Gasto : 19.0 l.p.s.  
Vol. anual en m3 : 600, 452.01  
Sup. beneficiada (has) : -  
Vol. anual autorizado m3 : -  
Sup. autorizada (has) : -  
Vol. anual en tramite m3 : 1' 648, 266.63  
Sup. en tramite (has) : 108-06-40  
(CNA, 1990)

#### ZONA DE CHARCAS, S. L. P.

Descarga No. 1  
Gasto : 197, 730.72  
Vol. anual : 197, 730.72 m3  
(CNA, 1990)

Descarga No. 2  
Gasto : 1.65 l.p.s.  
Vol. anual : 52, 034.40 m<sup>3</sup>  
(CNA, 1990)

Descarga No. 3  
Gasto : 1.08 l.p.s.  
Vol. anual : 34, 058.88 m<sup>3</sup>  
(CNA, 1990)

Diez pequeños propietarios

Manantial y arroyo de Jesús  
Desc. de aguas negras.  
Gasto : 4.51 l.p.s.  
Vol. anual : 142, 227.36 m<sup>3</sup>  
(CNA, 1990)

En algunos municipios se utiliza el agua residual con fines agrícolas, por desgracia la CNA no nos proporcionó información alguna y la junta estatal de agua potable y alcantarillado desconoce que destino se dan a las aguas residuales.

Cárdenas  
Gasto : 300 m<sup>3</sup>/día  
Uso : Riego  
(Pérez, 1991)

Villa de Reyes  
Gasto : 900 m<sup>3</sup>/día  
Uso : Parcialmente al riego  
(CNA, 1990)

Cerritos  
Gasto : 1, 996 m<sup>3</sup>/día  
Uso : Riego  
(CNA, 1990)

Cd. del Maíz  
Gasto : 700 m<sup>3</sup>/día  
Uso : Riego  
(CNA, 1990)

Ebano  
Gasto : 3, 888 m<sup>3</sup>/día  
Uso : Riego  
(CNA, 1990)

Rayón  
Gasto : 225 m<sup>3</sup>/día

Uso : Agrícola  
(CNA, 1990)

Santa María del Río  
Gasto : No reportado  
Uso : Agrícola  
(CNA, 1990)

Otra fuente de contaminación a los cultivos y suelos lo constituye el riego con aguas provenientes de acuíferos semiconfinados y que son empleadas para diversos cultivos, estas aguas se extraen mediante pozos y norias, a continuación se detallan estas obras :

NOMBRE DEL USUARIO	SUPERFICIE	CULTIVO
Ciro Alejandro Mata	2-90-00	lechuga, chile ancho, pepino, chile serrano
Juan Castillo Mtz.	0-36-00	repollo y lechuga
Angel Cisneros Gómez	2-55-00	lechuga y pepino
Bonifacio	2-00-00	calabaza, lechuga y coliflor
Luis Juárez Hdz.	0-30-00	cilantro
Marciano Gómez Nieto	0-25-00	cilantro y calabazas
Andrés Delgadillo Mtz.	2-00-00	lechuga
Isidoro Miranda Zamudio	2-50-00	lechuga
Daniel Miranda Zamudio	1-50-00	lechuga
Elias Dip	6-50-00	lechuga y jitomate
Martiniano Mtz. Mtz.	1-60-00	lechuga
Magdaleno Alemán N.	0-50-00	lechuga
Gerardo Ramírez Hdz.	3-00-00	lechuga y coliflor
Félix Carcona	0-75-00	cilantro y r banos
José F. Delgadillo	3-50-00	lechuga, jitomate y pepino
Hermanos Marquez	6-00-00	lechuga y repollo
Andrés Delgadillo Mtz.	3-00-00	rábano, betabel y acelga
Jacobo Payan Latuf	30-00-00	lechuga, repollo y coliflor
Salin de J. Dip Rame	1-25-00	lechuga
Irma Narvaez	0-50-00	cilantro y acelga
Augusto Monsivais	6-00-00	lechuga, cilantro y acelga
Dolores Gallegos	2-50-00	cilantro y acelgas
José Gallegos Velázquez	2-00-00	cilantro
Maximino Galarza	4-00-00	cilantro

Francisco Velázquez	1-00-00	cilantro y lechuga
Severo Lucio Miranda	3-00-00	cilantro, rábano y acelga
Mario Oviedo	5-00-00	repollo y lechuga
Luis García Compean	6-50-00	lechuga, repollo y pepino
Andrés Delgadillo Díaz	6-50-00	lechuga
Hermanos Lujan	16-00-00	lechuga
Luis Ortiz Govea	2-50-00	cilantro, rábano y acelga
Miguel Ramírez Ortiz	5-75-00	jitomate, lechuga, pepino ajo y chile

---

(CNA, 1990)

### 6.3.- PROBLEMÁTICA INDUSTRIAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

#### 6.3.a.- GENERALIDADES

Todo proceso industrial lleva consigo el problema de la generación de residuos sólidos, gaseosos y líquidos que cambian las condiciones básicas del medio ambiente.

El estado de San Luis Potosí no es ajeno a este problema, por el contrario vive en carne propia esta amarga experiencia en las dos principales zonas urbanas, San Luis Potosí capital y Cd. Valles (Ortiz, 1989).

#### 6.3.b.- LOCALIZACIÓN DE ZONAS INDUSTRIALES

##### SAN LUIS POTOSÍ - SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ

Al lado poniente de la ciudad se encuentran establecidas dos industrias de gran magnitud, mismas que fueron establecidas hace ya varios años de acuerdo a los estudios realizados por el personal técnico extranjero perteneciente a la Compañía American Smelting and Refinement Company y tomando en cuenta la localización de la población existente y la dirección de los vientos dominantes que son del noroeste - suroeste la mayor parte del año. Sin embargo, por el desarrollo urbano contiguo a la zona y la existencia de zonas libres al sureste de la población y la presencia de importantes vías de comunicación como son las carreteras de México - Piedras Negras y San Luis Potosí - Tampico, esta idea fue rechazada permaneciendo las empresas de la ahora Industrial Minera México en sus plantas de cobre, arsénico y zinc (Ortiz, 1989).

##### ZONA INDUSTRIAL I

La zona industrial fue creada al sureste de la Cd. de San Luis Potosí el 24 de octubre de 1963 por decreto No. 3 de la XLIV legislatura del estado y se localiza a 6.5 kilómetros de

la ciudad entre la carretera México - Querétaro y la vía del ferrocarril México - Nvo. Laredo, con una extensión aproximada de 10'886,756 m2 (Ortiz, 1989).

## ZONA INDUSTRIAL DEL POTOSÍ

De acuerdo al decreto 460 del 7 de septiembre de 1981, se creó la nueva zona industrial del Potosí, siendo de enorme importancia dada la saturación de la zona industrial I, colindando con ésta por el oeste. La zona industrial del Potosí, cuenta con una extensión de 12'831, 146.7 m2 y se encuentra localizada entre la carretera México - Querétaro y la vía del ferrocarril México - Nvo. Laredo (Ortiz, 1989).

## CD. VALLES

Ciudad Valles, la segunda ciudad en importancia en el estado cuenta ya con un buen número de empresas y sobre todo que ocasionan problemas ambientales.

En ésta cabecera municipal se ubican compañías cementeras, madereras, ingenios azucareros, beneficiadoras de roca fosfórica, embotelladoras de refrescos y destilerías de ron.

## RIOVERDE

Muestra un muy pobre desarrollo industrial, tan solo una embotelladora y dos pequeñas empaadoras de botanas.

## VILLA DE ZARAGOZA

Cuenta con la mina más grande de fluorita en el mundo, es su única empresa.

## VILLA DE REYES

Dos empresas húmedas y altamente contaminantes se ubican en este municipio; PRONAPADE y la Termoeléctrica de la C. F. E.

## CHARCAS

Su origen es minero y hasta el municipio vive de la minería.

## MATEHUALA

Una incipiente industria y uno de los pueblos que el gobierno del estado, ha considerado como posibles desarrollos industriales.

## VILLA DE LA PAZ

El municipio vive de la minería, en últimas fechas ante el valor que alcanzó la plata "La negociación minera" Santa María de la Paz y anexas ha estado a punto de cerrar.



### 6.3.c.- CONSUMO DE AGUA

Las empresas ubicadas en el Altiplano potosino, independiente del problema de contaminación que originan, consumen grandes volúmenes de agua. A continuación se presenta la relación de consumo de agua subterránea por algunas empresas del Altiplano potosino.

	G A S T O	VOLUMEN
Minera Las Cuevas	30.0	803,520 m3
Industrias químicas de México S. A.	19.0	535,680 m3
PEMEX	20.0	645,620 m3
PEMEX	40.0	345,620 m3
Potosí industrial S. A.	8.5	27,540 m3
Productos Marpe S. A.	30.0	5,475 m3
Productos Doña María - Herdez	20.0	324,000 m3
Productos Coronado, S. A.	3.0	730 m3
Pronaresa	4.0	35,000 m3
Química del potosi, S. A.	15.0	39,420 m3
Refractarios A. P. Green	3.0	23,652 m3
Talleres industriales potosinos S. A.	1.0	20,000 m3
RIOVERDE :		
Embotelladora Rioverde S. A. (Montañéz, 1990)	16.0	77,000 m3
CHARCAS :		
IMMSA	34.0	587,000 m3
IMMSA	14.6	269,133 m3
IMMSA	14.6	192,338 m3
VILLA DE REYES :		
PRONAPADE 1	89.2	2' 419,200 m3
PRONAPADE 2	65.0	1' 965,600 m3
PRONAPADE 3	93.0	2' 788,600 m3
PRONAPADE 4	83.7	2' 531,088 m3
PRONAPADE 5	83.0	2' 531,088 m3
PRONAPADE 6	83.7	2' 531,088 m3
PRONAPADE 7	-	-
	GASTO	VOL. SOL.
Aceros San Luis S. A.	10.0	146,880 m3
Acumuladores Globe S. A.	6.0	134,784 m3
A. C. Mexicana	25.0	100,000 m3
Admora. de baños y cent. t. San Luis Rey	4.0	10,000 m3

Aluprit (prodicom, S.A.)	10.0	160,000 m3
Apelsa	No ha registrado	
Avantram mexicana, S.A.	16.0	430,848 m3
Avantram mexicana, S.A.	14.0	376,992 m3
Avantram mexicana, S.A.	18.0	474,704 m3
Bendix mexicana, S.A.	40.0	1'000,000 m3
Cadena radiodifusora mexicana	5.4	---
Cartonera del centro, S.A.	6.0	35,942 m3
Cascade cartridgde internacional	6.0	19,440 m3
Cigarrera la Moderna, S.A.	20.0	320,000 m3
Conductores C.M.S.A.	4.0	107,000 m3
Consortio manuf. de San Luis	2.1	15,992 m3
Copal mexicana	29.3	946,080 m3
Coyoacan de química, S.A.	7.7	270,432 m3
Cupro San Luis, S.A. de C.V.	20.0	630,720 m3
Chicles Canel's, S.A.	7.75	77,260 m3
Derivados acrílicos	40.0	1'261,440 m3
Detersol	12.0	55,000 m3
Emb. Aga de San Luis, S.A.	15.0	315,360 m3
Emb. América, S.A.	10.0	244,800 m3
Emb. San Luis, S.A.	30.0	518,400 m3
Emb. Potosí, S.A. de C.V.	20.0	128,304 m3
Encajes mexicanos, S.A.	20.0	259,200 m3
Fabrica de hielo el Polo	4.0	35,942 m3
Fanamher, S.A. de C.V.	14.0	21,400 m3
Fabrica de papel potosi, S.A.	30.0	946,080 m3
Fabrica San Luis, S.A.	0.5	10,800 m3
Fertilizantes mexicanos, S.A.	7.0	187,448 m3
General popo, S.A.	32.0	375,000 m3
General popo, S.A.	30.0	375,000 m3
Goodall mexicana, S.A.	30.0	291,600 m3
Hielo cristal, S.A.	7.6	161,280 m3
IMMSA No. 3	16.0	14,034 m3
IMMSA No. 5	35.0	505,890 M3
IMMSA T. Paisano	50.0	1,576,800 m3
IMMSA T. chico	50.0	1,576,800 m3
Industrial papelera San Luis, S.A.	20.0	604,800 m3
Industrias químicas de México	----	1,866,240 m3
Latinoamericana de cables, S.A.	22.3	200,800 m3
Martex potosi, S.A.	36.0	295,000 m3
Mexinox, S.A.	21.0	715,000 m3
Mexinox, S.A.	15.2	479,340 m3
Minera Las Cuevas, S.A. Cia.	30.0	803,520 m3

### 6.3.d.- CONTAMINACIÓN POR ACCIÓN INDUSTRIAL

El problema ecológico más grave en este momento es el del agua en el estado de San Luis Potosí que se ubica básicamente en tres áreas:

1) La zona conurbada San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez. La capital de estado esta considerada en el proyecto nacional de conservación ecológica y de protección al ambiente 1988 - 1994, como " zona critica " (Ortiz, 1989).

2) El municipio de Cd. Valles y las poblaciones de la Huasteca por donde cruzan los ríos que forman parte de la cuenca baja del Río Pánuco, es decir, los ríos Valles, Gallinas, Tampaón y Moctezuma.

3) El municipio de Villa de Reyes , asiento de la Productora Nacional de Papel Destintado y la Termoeléctrica de la C.F.E.

Para el caso de la capital del estado y áreas conurbadas, el uso de las aguas residuales y municipales sin tratamiento previo para regar los campos agrícolas, principalmente donde se siembran vegetales, origina un agudo problema de salud pública por el alto nivel de contaminación del agua y del suelo de la región. Aunada a esta situación esta el hecho de que las lagunas de aguas residuales, municipales e industriales de la capital, de acuerdo a estudios recientes, están asentadas sobre el acuífero que sirve para abastecer de agua a la población y a las industrias de la zona. Las descargas industriales constituyen un riesgo potencial debido a que aproximadamente a la mitad de las empresas de la zona industrial desechan sus aguas en el tanque Tenorio, con un volumen aproximado de 56 l.p.s. las cuales son empleadas para el riego de los ejidos de Villas de Pozos y de Santa Rita; el resto utiliza pozos de absorción e infiltración superficial en sus terreno. Las aguas residuales municipales e industriales constituyen un grave peligro de contaminación de los mantos acuíferos profundos que abastecen a la zona conurbada San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez y son también una amenaza para la flora y la fauna de la región (Ortiz, 1989).

En el caso de Cd. Valles, en la zona Huasteca, las aguas residuales municipales son vertidas, sin ningún tratamiento previo, al Río Valles - afluente de la cuenca baja del río Pánuco -; el Valles a su vez ya viene contaminado por los residuos sólidos (Cachaza y tierra de lavado de la caña) y líquidos (vinaza y aceites) que tiran los ingenios azucareros en la época de zafra y de mantenimiento y limpieza de sus equipos; también el río es fuertemente contaminado por el agua residual de la empresa Fibracel, S.A. de C.V., y por los escurrimientos que en épocas de lluvias, provienen de los campos de cultivos, utilizan plaguicidas y fertilizantes, sustancias que son altamente contaminantes (SEDUE, 1990) .

En orden cronológico los principales que han representado incrementos significativos en los efluentes industriales son los siguiente :

En 1949 inicio de operación de la planta de Fibracel, S.A.

Capacidad productiva	50 ton/día
Efluente residual del proceso	8,000 m3/día
Efluente del agua de enfriamiento	19,920 m3/día

(SEDUE, 1990)

En 1960 ampliación de la planta de Fibracel, S.A.

Capacidad productiva	60 ton/día
Efluente residual del proceso	11,000 m3/día
Efluente del agua de enfriamiento	16,720 m3/día

(SEDUE, 1990)

En 1963 inicio de operaciones del ingenio Plan de Ayala, S.A.  
Capacidad productiva 12,000 ton/mes  
(SEDUE, 1990)

En 1980 inicio de la planta de refinación del ingenio  
Capacidad productiva 12,000 ton/mes  
Consumo de agua 133,500 m3/mes  
(SEDUE, 1990)

En 1982 ampliación de la empresa Fibracel, S.A.  
Capacidad productiva 120 ton/día  
Efluente residual el proceso 19,000 m3/día  
Efluente del agua de enfriamiento 9,000 m3/día  
(SEDUE, 1990)

En 1983 inicio de un circuito cerrado para la recirculación de agua en el proceso de Fibracel, S.A.  
Capacidad productiva 120 ton/día  
Efluente residual del proceso 520 m3/día  
Efluente del agua de enfriamiento 9,000 m3/día  
(tomado del comunicado interno de SEDUE).

Otro problema claro en el estado lo representa la contaminación del agua en el municipio de Villa de Reyes y zonas aledañas causadas por la empresa paraestatal Productora Nacional de Papel Destintado (PRONAPADE), integrante del grupo papel prensa y derivados - coordinados a su vez por la Productora e Importadora de Papel, S.A. de C.V. (PIPSA).

Esta fábrica produce 130,000 ton. anuales de papel periódico para consumo nacional y para exportación. Las materias primas que usan son agua, papel periódico de desperdicio y aditivos químicos, que son los que generan la carga orgánica e inorgánica que está presente en su efluente, cuyo volumen es de 32,000 m3 por día (Comunicado verbal con PRONAPADE).

Según PRONAPADE su efluente es apto para la agricultura y no provoca contaminación en los vegetales y en los animales que se ha aplicado. Pero los investigadores de toxicología de la U.A.S.L.P. en una publicación reciente sostienen que las aguas residuales son ricas en plomo y cadmio, metales que normalmente son utilizados en la producción de tintas y pinturas y pueden llegar a las personas a través de los granos, leche y quesos que se producen en la región afectada (Comunicación verbal con el Dr. Fernando Díaz Barriga).

Los acuíferos de Villa de Reyes - que se consideran como reserva futura de agua para la zona metropolitana de San Luis Potosí - también están siendo explotados por la termoeléctrica de la C.F.E que opera en este municipio y que consume cerca de 40,000 m3 por día, que agregados a los 32,000 m3 diarios de PRONAPADE, suma más de un tercio de agua que a diario consume la zona conurbada de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez (aproximadamente 220,000 m3 diarios) (Comunicación verbal Ing. Victor Julian Martinez).

## 6.4.- ACCIONES DE CONTROL

### 6.4.a.- GENERALIDADES

Las diversas acciones de control que se han implantado en el estado de San Luis Potosí para disminuir el impacto ambiental originado por la contaminación del agua, han tenido resultados parciales, debido básicamente a la mala coordinación de acciones entre los diversos organismos e instituciones dedicadas al estudio del agua y su contaminación.

En los últimos meses ha ganado espacio la estrategia nacional de atención a los problemas de contaminación del agua.

El 5 de abril de 1991 en la reunión de agua potable para zonas urbanas, el propio primer mandatario en San Luis Potosí pronunció un importante mensaje que sintetiza las acciones a emprender, sobre la atención a los problemas de la contaminación del agua.

### 6.4.b.- REGISTRO DE USOS DE AGUA Y CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA

Uno de los mayores problemas a que se enfrentan las autoridades de SEDUE, SARH y CNA es la falta de interés por parte de la ciudadanía hacia el cumplimiento de las leyes y normas en vigor de tal suerte que no existe un patrón actualizado de los registros de usos de agua para procesos diversos y mucho menos de las condiciones particulares de descarga.

En todo el estado funcionan más de 300 empresas que consumen agua potable para sus procesos fabriles y sin embargo no todas ellas han registrado sus volúmenes de agua usados en diversos procesos, a continuación se detallan aquellas empresas que tienen registrados sus pozos ante la CNA :

Acero San Luis, S.A.  
Acumuladores globe, S.A.  
A. C. Mexicana  
Admora. de baños y cent. T. San Luis Rey  
Aluprint (Prodicom, S.A.)  
Apelsa  
Avantram mexicana, S.A.  
Avantram mexicana, S.A.  
Avantram mexicana, S.A.  
Bendix mexicana, S.A.  
Cadena radiodifusora mexicana  
Cartonera del centro, S.A.  
Cascade cartridge internacional  
Cigarrera la moderna, S.A.  
Conductores C.M.S.A  
Consortio manuf. de San Luis  
Copal mexicana, S.A.  
Coyoacan química, S.A.  
Cupro San Luis, S.A. de C.V.

Chicles Canel's, S.A.  
Derivados acrílicos  
Detersol  
Emb. Aga de San Luis, S.A.  
Emb. América. S.A.  
Emb. San Luis, S.A.  
Emb. Potosí, S.A. de C.V.  
Encajes mexicanos, S.A.  
Fabrica de hielo el Polo  
Fanamher S.A. de C.V.  
Fabrica de papel, S.A.  
Fabrica de papel, S.A.  
Fabrica de San Luis, S.A.  
Fertilizantes mexicanos, S.A.  
General Popo, S.A.  
General Popo, S.A.  
Goodall mexicana, S.A.  
Hielo cristal, S.A.  
IMMSA No. 3  
IMMSA No. 5  
IMMSA T. Paisano  
IMMSA T. Chico  
Industrial Papelera San Luis, S.A.  
Industrias químicas de México  
Latinoamericanas de cables, S.A.  
Martex potosi, S.A.  
Mexinox, S.A.  
Mexinox, S.A.  
Minera Las Cuevas, S.A. Cia.  
Minera Las Cuevas, S.A.  
PEMEX  
Potosí industrial, S.A.  
Productos Marpe, S.A.  
Productos Doña Maria - Herdez  
Productos Coronado, S.A.  
Pronaresa  
Química del potosi, S.A.  
Refractarios A.P. Green  
Talleres industriales potosino, S.A.  
(CNA, 1990)

RIOVERDE :

Embotelladora Rioverde, S.A.  
(CNA, 1990)

CHARCAS :

IMMSA  
(CNA, 1990)

VILLA DE REYES :

PRONAPADE 1  
PRONAPADE 2  
PRONAPADE 3  
PRONAPADE 4  
PRONAPADE 5  
PRONAPADE 6  
PRONAPADE 7  
(CNA, 1990)

Los usuarios de aguas residuales de los municipios de Soledad de Graciano Sánchez y San Luis Potosí son :

NOMBRE DEL USUARIO	SUP. HAS.	CULTIVOS
Andrés Delgadillo Mtz.	3-00-00	rábano, vetabel y acelga
Jacobo Payan Latuf	30-00-00	lechuga, repollo y coliflor
Salim de J. Dip Rame	1-25-00	lechuga
Irma Narvaez	0-50-00	cilantro y acelga
Augusto Monsivais	6-00-00	lechuga, cilantro y acelga
Dolores Gallegos Rdz.	2-50-00	cilantro y acelga
José Gallegos V.	2-00-00	cilantro
Maximino Galarza	4-00-00	cilantro

Ciro A. Mata	2-90-00	lechuga, chile ancho, pepino y chile serrano
Juan Castillo Mtz.	0-36-00	repollo y lechuga
Angel Cisneros G.	2-50-00	lechuga y pepino
Bonifacio	2-00-00	calabaza, lechuga y coliflor
Luis Juárez Hdz.	0-30-00	cilantro
Marciano Gómez N.	0-25-00	cilantro y calabaza
Andrés Delgadillo M.	2-00-00	lechuga
Isidro Miranda Z.	2-50-00	lechuga
Daniel Miranda Z.	2-50-00	lechuga
Elias Dip	6-50-00	lechuga y jitomate
Martiniano Mtz. Mtz.	1-50-00	lechuga
Magdaleno Alemán N.	0-50-00	lechuga
Gerardo Rmz. Hdz.	3-00-00	lechuga y coliflor
Félix Carcova	0-75-00	cilantro y rábano
José Fernando D.	3-50-00	lechuga, jitomate y pepino
Hermanos Marquez	6-00-00	lechuga y repollo
Francisco Velázquez	1-00-00	cilantro y lechuga
Severo Lucio Miranda	3-00-00	cilantro, rábano y acelga
Mario Oviedo	5-00-00	repollo y lechuga
Luis García Compean	6-50-00	lechuga, repollo y pepino
Andres Delgadillo Díaz	6-50-00	lechuga
Hermanos Lujan	16-00-00	lechuga
Luis Ortiz Govea	2-50-00	cilantro, acelga y rábano
Miguel Rmz. Ortiz	5-75-00	jitomate, lechuga,



pepino, ajo  
y chile

Unión de pequeños propietarios	
de la fracc. Los García A. C.	2-00-00
Ejido Milpillas A. C.	80-00-00
Soc. cop. de consumo "Gustavo Díaz Ordaz" A. C. "Valle de lobos" Ejido Milpillas	100-00-00
Ejido Milpillas	140-00-00
A. C. "El pastillo" A. C. "Unión de agricultores Emiliano Zapata de tercera grande"	95-00-00
Ejido Milpillas Ejido Soledad de Graciano Sánchez Ejido El Zapote	120-00-00
Soc. Cop. de consumo "campesinos de Soledad de Graciano S." Ejido Soledad de Graciano S. Ejido El Zapote Ejido San Francisco Ejido Los Gómez Ejido La Libertad Ejido Cándido Navarro Ejido Villa de Pozos A. C. Agric. "Sta. Rita" Asoc. Agric. "Las Capillas" Soc. Agric. "Las Capillas" Ejido Enrique Estrada Soc. Agric. "Palma de la Cruz"	870-00-00 100-00-00 250-00-00 80-00-00 7-00-00 40-00-00 8-00-00 72-00-00 50-00-00 75-00-00

---

(CNA, 1990)

En el municipio de Charcas el agua residual esta siendo usada por tres pequeños propietarios y un grupo de ejidatarios quienes están tramitando sus concesiones.

En el municipio de Matehuala están concesionadas a los ejidos de La Carbonera y La Lagunita.

Tan solo 94 empresas tienen registradas sus aguas residuales siendo estas :

Industrias químicas de México  
Químicas San Luis, S.A.  
Industrial minera México, S.A.  
Química Potosí, S.A.  
Coyoacan química  
Tracord mexicana  
Industrial papelera San Luis  
Bendix mexicana  
Detersol  
Herdez  
Polipropileno nacional  
Winner Codex  
Aceros San Luis  
Industrial del centro  
Guantes industriales  
Encajes mexicanos  
A. C. Mexicana  
Mármoles Sacarías  
Yesos Sacarías  
Bicicletas y refacciones  
Servicios Díaz de León  
Moorec Busines Formes de México  
Tricot San Luis, S. A.  
Potosí industrial (Bicicletas Mercurio)  
Muebles Comper  
Industrial Prodin  
Oh-Kay de México  
General Popo  
Talleres Industriales Potosinos  
Cia. Mexicana de refractarios A. P. Green  
Productos eléctricos Potosinos  
Cia. Fundidora de Metales y sus aleaciones  
Tumac  
Manufactura de fundición  
Electroquímica de potosí  
Aromáticos químicos  
Abastecedora siderúrgica  
Cupro San Luis  
Cia. Cigarrera la Moderna  
Crown Cork de México  
Industria maquiladora de acero .  
Barmelia textil  
Equipos IEM  
Autotransportes petromex  
Derivados acrilicos  
Tisamatic  
Conductores CM  
Casa de la moneda  
Dina Cummins

Controles eléctricos Comasa  
Empresas químicas de México  
Tubería y estructuras  
Chicles Canel's  
Midland Ross de México  
Fabrica de Cospeles  
Aceros beneficiados del centro  
Parafinas del Potosí  
B. I. González  
Duracero  
Artículos de lamina  
Troqueladora industrial  
Celulosa papelera  
Industrias Monfels  
Industrias parafinera  
Balnearios y desarrollos  
Empaques sanitarios  
Embotelladora San Luis  
Química avangar  
Balneario y manantiales de Lourdes  
Cia. Minera Río Colorado  
Leiser  
PRONAPADE  
Fosfatos tricalcicos  
Fos-Mex  
Norestaño  
Química Coyoacan  
Acabados textitram y Martex potosi  
Polipropileno nacional  
Perfiles Mavi  
Arom ticos la Victoria  
Transform. y serv. del potosi  
Sistemas y componentes Alde  
Industrias Demin. del potosi  
Alloga industrial  
Metales potosi  
Grupo industrial C&F  
Adyasa del centro  
Mier Vickman y Cia.  
Hidrocal san Luis  
Bodegas de granos  
Ramsa  
Concretos Cemmex  
Baleo térmico  
(CNA, 1990)

Hasta este momento tan solo a 52 organizaciones se le han fijado condiciones particulares de descarga :

Abastecedores pecuarios Lozanos  
Aceros beneficiados del centro  
Aceros San Luis  
Aeropuertos y servicios auxiliares  
Alambres potosí  
Balnearios y manantiales de Lourdes  
Barmenia textil  
Bendix mexicana  
Bicicletas Mercurio  
Briquetas de México  
B. I. González  
Cascade Cartridge internacional  
Celulosa papelera  
Cementos mexicanos  
Cementos Anahuac del golfo  
Ing. Joaquín Pozos González  
Cia. Nestle  
Concentrados industriales  
Conductores C. M.  
Conductores Latincasa  
Controles eléctricos Comasa  
Consortio manufacturero de S. L. P.  
Copal mexicana  
Cupro San Luis  
Chicles Canel's  
Derivados acrilicos  
Destiladora Huasteca  
Detersol  
Diener de San Luis  
Dina Cummins  
Duracero  
Empresas químicas de México  
Equipos IEM  
Fibracel  
General Tire  
Herdez  
Industria Maq. de aceros  
Industria química Delgar  
Industrial papelera San Luis  
Industria química de México  
Ingenio Plan de Ayala  
Ingenio Alianza Popular  
Ingenio Plan de San Luis  
Ingenio Ponciano Arriaga  
Latinoamericana de cables  
Maquinaria pesada y equipo  
Mexinox  
PEMEX  
Polipropileno nacional

Productora de Cospeles  
PRONAPADE  
Química Avangar

Todas las descargas de aguas residuales de la zona Valles, San Luis Potosí van a dar al Río Valles.

El Río Valles representa la fuente de abastecimiento de agua de la ciudad y también el cuerpo receptor de las descargas de aguas residuales implícitas en las actividades industriales y domésticas.

Dicha corriente pertenece a la cuenca del Río Pánuco y recibe el nombre de Río Valles en el punto donde converge el Río El Salto y El Arroyo Grande a unos 10 km. al noroeste de la ciudad hasta el lugar donde dicha corriente se une al Río Tambaón, unos 15 km. al sur de la ciudad Valles.

La variación del caudal del río en el transcurso del año refleja evidentemente la capacidad de asimilación de contaminantes en la corriente en las diferentes épocas y muestra una etapa crítica de la contaminación entre los meses de enero a mayo cuando el caudal es menor de los 15 m<sup>3</sup> por segundo.

#### Descargas Municipales

Existen oficialmente 7 descargas y llega directamente al río sin ninguna clase de tratamiento independientemente de las clandestinas, que son numerosas y el uso del río para el lavado de camiones y automóviles.

- 1) Conjunto habitacional García Tellez, 200 descargas domiciliarias y una aportación al río de 4000 m<sup>3</sup> por mes.
- 2) Colector poniente, (parcialmente utilizado) 750 descargas y una aportación de 11,000 m<sup>3</sup> por mes.
- 3) Colector central : Rafael Curiel (primero en importancia), 4,500 descargas y una aportación de 160,000 m<sup>3</sup> por mes.
- 4) Colector Galeana (segundo en importancia), 2,200 descargas y una aportación de 87,000 m<sup>3</sup> por mes.
- 5) Colector " Servicar " (en proyecto), 900 descargas y una aportación de 18,000 m<sup>3</sup> por mes.
- 6) Colector Arroyo de la Lagartija, 50 descargas y una aportación de 8,000 m<sup>3</sup> por mes.
- 7) Arroyo Gavilanes, 800 descargas y una aportación de 16,000 m<sup>3</sup> por mes.

Una manera de evaluar la contaminación de que una región recibe de sus instalaciones industriales, domésticas, agrícolas, etc., se refleja en el valor de la carga orgánica, de sólidos y de nutrientes que recibe. De esta forma se puede estimar cuales son los niveles de contaminación que están recibiendo e inclusive seguir su tendencia.

## Drenaje

Se estima que el 50% de la población tiene acceso a este servicio existiendo un sinnúmero de viviendas que carecen. Lo que representa una diferencia significativa entre el volumen de aguas negras que recibe el río a través de los emisores de la ciudad en relación al volumen real generado debido a las pérdidas por evaporación e infiltración.

Lo anterior que podría considerarse una ventaja desde el punto de vista de la calidad de agua del río representa una de los mayores problemas de la calidad ambiental de los vallenses, la conducción superficial de las aguas negras en los diversos puntos de la ciudad representan un peligro continuo para la salud de la población y un considerable deterioro estético de la ciudad y el peligro de la contaminación de los mantos freáticos.

## RESIDUOS MUNICIPALES

El acelerado crecimiento de la población en las grandes urbes, el consumismo desmedido y la diversificación de las actividades humanas provoca que cada día exista una mayor cantidad de basura que aunada a la deficiencia del servicio de recolección y la falta de una disposición adecuada en rellenos sanitarios queda depositada a la intemperie y que en el caso que nos ocupa, buena parte de ella es enviada al río, además de los problemas del orden sanitario. Se estima una producción de 46 ton/día de basura.

La SEDUE y la SARH han elaborado estudios acerca de la contaminación de la cuenca baja del Río Pánuco - específicamente de las aguas de los ríos Valles, Gallinas, Tampaón y Moctezuma - ya que opera desde hace más de 4 años una red de monitoreo del agua en esa cuenca. Los niveles de descarga orgánica son de tal consideración que a simple vista, las aguas de los ríos mencionados se observan altamente contaminados especialmente durante los meses de sequía.

En la zona conurbada de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez, la más densamente poblada en todo el estado existe un total de 17 canales conductores de aguas residuales correspondiendo 12 al municipio de la capital y 5 al de Soledad de Graciano Sánchez.

Por ser el Valle de San Luis Potosí de una cuenca endorréica, el destino final de las aguas residuales es la infiltración y evaporación, el uso principal que se da a estas aguas es el riego tal como se ha descrito en los puntos 6.1, 6.2 y 6.3 de este mismo capítulo.

Los canales conductores de aguas residuales ubicados en el municipio de la capital del estado son :

- Canal Los García
- Canal Sausalito
- Canal Pedroza
- Canal Moctezuma
- Canal Guanos
- Río Santiago
- Canal General
- Canal Los Gómez

Canal Libertad Río España  
Canal Zona industrial I  
Canal Zona industrial II  
(Ortiz, 1989)

Los canales conductores en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez son :

Canal San Felipe  
Canal No. 6  
Canal La Jaloma  
Canal La Constancia  
Canal Enrique Estrada  
(Ortiz, 1989)

No existe un levantamiento completo sobre las descargas de aguas residuales en los municipios restantes del estado, esto obedece a diversas causas muy complejas.

La interacción entre la junta estatal de alcantarillado (JEAPA), las presidencias municipales, SARH, CNA, SEDUE no ha podido darse, lo que origina innumerables problemas

#### 6.4.c.- OBRAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS PARA USO

En este apartado haremos mención de los sistemas de potabilización del agua para consumo humano en el estado.

La cd. de San Luis Potosí, cuenta con una planta potabilizadora denominada Los Filtros, la cual trata aguas provenientes de la presa San José para la red municipal de agua potable.

El primer proceso para filtrar el agua, es pasarla por camas de arenas y ya filtradas se le agrega sulfato de manganeso para clarificación, se pasa a floculación y se sedimenta con sulfato de aluminio (10 p.p.m.) y se pasa a piletas de aireación agregándoseles un carbonato de calcio para neutralizarlas y pasar por un filtro de arena silica y grava a un carcamo para su clorificación con gas cloro. El cloro se agrega a tanteos pues no se cuenta con un medidor especial, analizándose a la salida de la planta los carbonatos y el cloro libre el cual no debe de exceder de 0.2 p.p.m.

Se trata de un gasto promedio de 150 a 180 l.p.s. beneficiados con este proceso aproximadamente el 20% de la población de la capital. En ninguna otra parte del estado se realiza clorificación eficiente al agua potable.

Dentro del programa agua limpia actualmente no se tiene ninguna planta potabilizadora, las ciudades prioritarias en la primera etapa de desinfección serán : San Luis Potosí y zona conurbada con Soledad de Graciano Sánchez, Cd. Valles, Rioverde y Matehuala, proponiéndose que en la ciudad de San Luis Potosí, el programa de agua limpia se lleve hasta sus últimos propósitos en materia de desinfección.

## DESINFECCION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO QUE SE SUMINISTRA CON PIPAS

El suministro por este medio es a cargo de la Secretaría de la Defensa Nacional que tiene 3 pipas y el municipio de la capital 2. Las pipas del ejército son desinfectadas por el personal médico de su propio hospital diariamente y cada 6 meses desarmen estas pipas para esterilizarlas y limpiarlas, se tiene 2 pipas de 8,000 litros de capacidad y una de 7,000 litros de capacidad.

El municipio controla dos pipas agregándoseles a cada una efectuando un lavado diario a estas y agregándoles al agua hipoclorito de calcio.

El agua que traslada ferrocarriles nacionales es para uso industrial.

## SUMINISTRO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, EMBOTELLADA Y DE HIELO

La Secretaría de la Salud, supervisa que cada 15 días las embotelladoras de refrescos, agua mineral, agua purificada y fabricas de hielo, realizan análisis microbiológicos (cuenta total, coliformes totales, coliformes fecales y mesofilicos) cada mes se realizan análisis fisicoquímicos (calcio, magnesio, conductividad eléctrica, pH, turbidez, color, temperatura, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, sodio, potasio y dureza total) y cada semana la Secretaría muestrea y analiza bacteriológicos de estas industrias (Comunicado verbal SSA).

Los municipios que dan de alguna forma de desinfección a sus aguas son :

San Luis Potosí	
Cárdenas	(muy deficiente)
Rayón	(muy deficiente)
Villa Juárez	(muy deficiente)
Ebano	(con fallas constantes)
Tamuín	(funciona irregularmente)
Cd. Valles	
Axtla de Terrazas	(deficiente)
Xilitla	(deficiente)
Sn. Martín Chalchicuautla	(deficiente)

(Información verbal de SEDUE, comprobado mediante trabajo de campo).

### 6.4.d.- OBRAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En la ciudad capital del estado existen diversas plantas de tratamiento de aguas, construidas por empresas para facilitar sus procesos y cumplir con la normatividad en vigor, las plantas que lograron ubicarse durante el presente estudio son :

Cummins, S. A. de C.V.  
Industrial Papelera San Luis  
Fábricas de Papel Potosí  
(Ortiz, 1989)



Todas estas plantas estan ubicadas en el Valle de San Luis Potosí, el que queda dentro de la región hidrológica del Salado (región No. 37 según SARH).

CUMMINS : Planta en construcción con dos fases distintas para tratar agua de proceso y sanitarias.

INDUSTRIAL PAPELERA SAN LUIS : Cono de precipitado y activación a base de sulfato de amonio.

FAPSA : Filtración por medio de lagunas decantadoras.

### DESINFECCIÓN DE EFLUENTES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES

No se realiza esta desinfección, únicamente algunas industrias realizan tratamientos primarios a sus descargas de aguas residuales y otras solo hacen procesos de sedimentación.

El gobierno del estado construyó dos plantas de tratamiento a base de lodos activados, en los parques Tangamanga I y II.

La planta del parque Tangamanga I funciona al 50% de su capacidad y solo da tratamientos a 20 l.p.s. los que se destinan al riego de 20 hectáreas del citado parque. La planta del parque Tangamanga II nunca ha sido puesta en operación, sus características son similares a la planta No. 1 y se piensa irrigar parte del Tangamanga II con el agua tratada en esta planta (Ortiz, 1989)

Al igual que las plantas industriales están ubicadas dentro de la región hidrológica No. 37 "El Salado" conforme a la SARH.

En la zona Huasteca la planta de Fibracel ,S.A. esta contruyendo una planta para tratar sus aguas residuales en base a lagunas de oxidación. Esta planta estará ubicada en la cuenca del Pánuco región hidrológica No. 26.

Existen en el interior del estado otras 7 plantas localizadas en los municipios de :

1. Cárdenas
2. Rayón
3. San Vicente Tancuayalab
4. San Ciro de Acosta
5. Cedral
6. Salinas de Hidalgo
7. Villa Juárez

Todas a la fecha están inoperables. El sistema de tratamiento es de lodos activados de todas las plantas.

## 7.- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ESTADO

### 7.1.- GENERALIDADES

La determinación de la calidad del agua obedece a varios aspectos, si uno desea cubrir un uso doméstico, los parámetros a determinar son muy específicos, si por el contrario uno busca la calidad del agua para usos industriales las consideraciones cambian y lo mismo sucede para la agricultura.

Dado que en el presente estudio no se pretende evaluar cada uno de los aspectos citados anteriormente, se hará un énfasis especial en la calidad del agua residual. Las determinaciones están dadas en iones primarios para facilitar la aplicación posterior de cualesquiera de los sistemas convencionales que permiten clasificar al agua subterránea y superficial para fines agrícolas, industriales y doméstico.

### 7.2.- CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES

El uso que en el estado de San Luis Potosí se da a las aguas residuales provenientes de las zonas urbanas e industriales nos obliga a implementar medidas emergentes para regularizar sus destinos.

Los municipios de la Huasteca, Zona Media y algunos del Altiplano las descargas se dan a Ríos y arroyos alterando notablemente las condiciones de vida vegetal y animal. En la zona conurbada de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez las aguas residuales se destinan básicamente al riego y constituyen un serio riesgo para la salud, en la cuenca endorréica, de San Luis Potosí, la principal fuente de recarga agrícola está constituida por la infiltración de las aguas residuales provenientes de la zona urbana como de la zona industrial.

La contaminación de Ríos en la Huasteca potosina alcanza niveles muy altos. Por ejemplo la carga transportada y asimilable por el Río Valles en tres diferentes tramos es la siguiente :

#### CARGA TRANSPORTADA ACTUAL Y ASIMILABLE POR EL RÍO VALLES

TRAMO	DBO ACT. mg/lt	G. DE DISEÑO l.p.s.	C.T.A. ton/día	DBO. PER. mg/lt	C.T.P. ton/día
A	5.393	5,409	2.520	19.056	8.906
B	6.384	4,469	2.465	19.294	7.450
C	86.016	3,700	27.498	18.732	5.988

Carga transportada =  $Q \times 0.0000864 \times \text{DBO} (=)$  ton/día

C.T.A. = Carga transportada actual

C.T.P. = Carga transportada permitida  
(SEDUE, 1990)

Las descargas urbanas de Cd. Valles aportan un gasto al río de 304,000 m<sup>3</sup> por mes cuya aportación en términos de carga orgánica, sólidos y grasas son los siguiente :

D.B.O	2.77 ton/día
Sólidos totales	13.88 ton/día
Grasas y aceites (SEDUE, 1990)	0.61 ton/día

Las características de los efluentes industriales de CD. Valles son:

Ingenio :	D.B.O	9.07 ton/día
	Sólidos totales	45.36 ton/día
	Sólidos susp. Totales	15.55 ton/día
	Grasa y aceites	3.24 ton/día
Fibracel:	D.B.O	0.91 ton/día
	Sólidos totales	1.38 ton/día
	Sólidos susp. Totales	0.34 ton/día
	Grasas y aceites (SEDUE, 1990)	0.11 ton/día

La caracterización de aguas residuales en el estado se torna problemática porque la mayor parte de las empresas no tienen el más mínimo interés en efectuarlo, la C.N.A. no ha aplicado la Ley General de derechos en materia de agua y solo ha monitorcado algunas factorías, los gobiernos municipales nunca efectúan análisis de sus aguas residuales (SEDUE, 1990).

A continuación se presentan los análisis de aguas residuales de origen industrial y urbano que fue posible obtener :

#### INDUSTRIAS QUÍMICAS DE MÉXICO

pH	7.20
pH de campo	7.50
temperatura de campo (°C)	38.00
grasas y aceites	53.85 ppm
sólidos sedimentables	7.50 ppm
oxígeno disuelto	2.00 ppm
D.B.O	250.80 ppm
D.Q.O	529.20 ppm
N - N (NH <sub>3</sub> )	1.57 ppm
N - N (orgánico)	0.34 ppm
P - PO <sub>4</sub> (total)	0.99 ppm
P - PO <sub>4</sub> (orto)	0.47 ppm
detergentes	0.36 ppm
dureza	580 ppm
sulfatos	620.00 ppm

cloruros	1,831.00 ppm
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	107.60 ppm
sólidos totales	4,620.00 ppm
S.S.T	850.00 ppm
S.D.T	3,730.00 ppm
conductividad	5,000.00 Micromhos
coliformes totales (Ortiz, 1989)	24,000.00

#### DERIVADOS ACRÍLICOS, S.A.

pH	5.00
pH de campo	5.50
temperatura de campo (°C)	27.50
grasas y aceites	53.51 ppm
D.B.O	1,107.60 ppm
D.Q.O	3,660.00 ppm
N - N (orgánica)	5.04 ppm
P-PO <sub>4</sub> (total)	6.60 ppm
dureza	86.40 ppm
sulfatos	940.00 mg/lt
color	125.00
cloruros	45.50 mg/lt
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	76.30 mg/lt
sólidos totales	1,120.00 mg/lt
S.S.T.	654.00 mg/lt
S.D.T.	534.00 mg/lt
conductividad (Ortiz, 1989)	700.00 Micromhos

#### ALAMBRES POTOSÍ

pH	2.90
pH de campo	3.00
temperatura de campo (°C)	33.00
grasas y aceites	7.67 mg/lt
sólidos sedimentables	0.30 mg/lt
D.B.O.	752.40 mg/lt
D.Q.O.	967.78 mg/lt
N - N (orgánica)	2.24 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (total)	0.20 mg/lt
sulfatos	4,500.00 mg/lt
cloruros	618.60 mg/lt
sólidos totales	12,088.40 mg/lt
S.S.T.	1,121.60 mg/lt
S.D.T.	10,966.80 mg/lt
conductividad	9,000.00 Micromhos
coliformes totales (Ortiz, 1989)	Neg.

## QUÍMICA COYOACAN

pH	8.70
pH de campo	10.00
temperatura de campo (°C)	33
grasas y aceites	135.35 mg/lit
sólidos sedimentables	4.00 mg/lit
oxígeno disuelto	4.60 mg/lit
D.B.O.	627.00 mg/lit
N - N (orgánica)	1.12 mg/lit
sulfatos	10,500.00 mg/lit
cloruros	2,523.90 mg/lit
alcalinidad en fenolftalcina	22.89 mg/lit
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	828.89 mg/lit
sólidos totales	19,526.20 mg/lit
S.S.T.	367.20 mg/lit
S.D.T.	19,159.00 mg/lit
conductividad	16,500.00 Micromhos
coliformes totales (Ortiz, 1989)	4,000.00

## CHICLES CANEL'S (AGUA DE PROCESO)

pH	4.34
pH de campo	4.00
temperatura de campo (°C)	24.00
grasas y aceites	32.35 mg/lit
sólidos sedimentables	1.25 mg/lit
oxígeno disuelto	4.50 mg/lit
D.B.O.	9,252.00 mg/lit
color	1,000 esc. pt-co
sólidos totales	1,140.00 mg/lit
S.S.T.	350.00 mg/lit
S.D.T.	790.00 mg/lit
conductividad (Ortiz, 1989)	1,300.00 Micromhos

## CHICLES CANEL'S (DES. SERVICIOS GENERALES)

pH	10.00
pH de campo	9.00
temperatura de campo (°C)	34.00
sólidos sedimentables	0.05 mg/lit
oxígeno disuelto	3.00 mg/lit
D.B.O.	2,467.20 mg/lit
detergentes	0.31 mg/lit
sólidos totales	820.00 mg/lit
S.S.T.	100.00 mg/lit
S.D.T.	720.00 mg/lit

conductividad	1,050.00 Micromhos
coliformes totales (Ortiz, 1989)	24,000.00 mg/lt

#### COPAL MEXICANA

pH	6.20
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	45.00
grasas y aceites	120.20 mg/lt
sólidos sedimentables	15.00 mg/lt
oxígeno disuelto	3.00 mg/lt
D.B.O.	3762.00 mg/lt
N - N (orgánica)	0.90 mg/lt
P - PO4 (total)	11.99 mg/lt
dureza	40.50 mg/lt
sulfatos	40.50 mg/lt
cloruros	129.20 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	124.26 mg/lt
sólidos totales	449.40 mg/lt
S.S.T.	120.80 mg/lt
S.D.T.	328.50 mg/lt
conductividad (Ortiz, 1989)	465.00 Micromhos

#### CONSORCIO MANUFACTURERO

pH	8.00
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	33.00
grasas y aceites	586.00 mg/lt
sólidos sedimentables	0.50 mg/lt
D.B.O.	365.40 mg/lt
Oxígeno disuelto	0.00 mg/lt
N - N (NH3)	22.96 mg/lt
P - PO4 (total)	100.00 mg/lt
detergentes	283.00 mg/lt
Color	75 esc. pt-cu
sólidos totales	1340.00 mg/lt
S.S.T.	460.00 mg/lt
S.D.T.	880.00 mg/lt
conductividad (Ortiz, 1989)	860.00 Micromhos

#### DIENER

pH	2.00
pH de campo	2.50
temperatura de campo (°C)	35.00

grasas y aceites	175.60 mg/lit
sólidos sedimentables	4.50 mg/lit
D.B.O.	12.35 mg/lit
N - N (orgánica)	0.22 mg/lit
P - PO4 (total)	14.10 mg/lit
sólidos totales	0.05 mg/lit
S.S.T.	200.00 mg/lit
Color	2.50 esc. pt-co
conductividad	4200.00 Micromhos
(Ortiz, 1989)	

#### MEXINOX

pH	7.60
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	13.00
grasas y aceites	5.08 mg/lit
sólidos sedimentables	1.00 mg/lit
D.B.O.	121.80 mg/lit
N - N (NH3)	15.70 mg/lit
P - PO4 (total)	20.00 mg/lit
Color	50.00
S.S.T.	60.00 mg/lit
conductividad	9500 Micromhos
(Ortiz, 1989)	

#### MEXINOX (AGUAS NEGRAS)

pH	9.20
pH de campo	10.00
temperatura de campo (°C)	15.00
grasas y aceites	8.82 mg/lit
sólidos sedimentables	0.50 mg/lit
oxígeno disuelto	6.00 mg/lit
N - N (NH3)	9.00 mg/lit
P - PO4 (total)	0.30 mg/lit
Color	25
S.S.T.	80.00 mg/lit
conductividad	300.00 Micromhos
(Ortiz, 1989)	

#### GENERAL POPO

pH	9.70
pH de campo	10.00
temperatura de campo (°C)	36.80
grasas y aceites	29.05 mg/lit
sólidos sedimentables	1.20 mg/lit
oxígeno disuelto	1.50 mg/lit

D.B.O.	752.40 mg/lt
N - N (orgánica)	1.23 mg/lt
P - PO4 (total)	5.10 mg/lt
sulfatos	140.00 mg/lt
Alcalinidad fenolftaleina (CaCO3)	128.68 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	915.60 mg/lt
S.S.T.	207.60 mg/lt
S.D.T.	347.40 mg/lt
conductividad	900.00 Micromhos
(Ortiz, 1989)	

#### CEMEX

pH	9.50
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	29
grasas y aceites	5.71 mg/lt
sólidos sedimentables	0.00 mg/lt
oxígeno disuelto	4.50 mg/lt
D.B.O.	61.50 mg/lt
D.Q.O.	61.50 mg/lt
N - N (NH3)	0.67 mg/lt
N - N (orgánica)	0.112 mg/lt
P - PO4 (total)	0.70 mg/lt
P - PO4 (orto)	0.45 mg/lt
Color	25
dureza	246.00 mg/lt
sulfatos	122.00 mg/lt
cloruros	495.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	143.50 mg/lt
alcalinidad con fenolftaleina	18.00 mg/lt
sólidos totales	660.00 mg/lt
S.S.T.	150.00 mg/lt
S.D.T.	510.00 mg/lt
conductividad	800.00 Micromhos
coliformes totales	9300 mg/lt.
(Ortiz, 1989)	

#### HERDEZ

pH	8.00
pH de campo	10.90
temperatura de campo (°C)	35
grasas y aceites	29.10 mg/lt
sólidos sedimentables	50.00 mg/lt
oxígeno disuelto	0.00 mg/lt
D.B.O.	31.20 mg/lt
dureza	161.10 mg/lt
Color	3500
alcalinidad total (CaCO3)	760.00 mg/lt



sólidos totales	3960.00 mg/l
S.S.T.	0.50 mg/l
conductividad (Ortiz, 1989)	2800 Micromhos

#### CUPRO

pH	6.50
pH de campo	6.00
temperatura de campo (°C)	36.00
grasas y aceites	4105.18 mg/l
sólidos sedimentables	0.80 mg/l
oxígeno disuelto	0.00 mg/l
D.B.O.	2508 mg/l
N - N (orgánica)	15.20 mg/l
P - PO4 (total)	2.25 mg/l
Color	8750.00
sólidos totales	79356.00 mg/l
S.S.T.	16.438 mg/l
S.D.T.	6291.00 mg/l
conductividad (Ortiz, 1989)	4800.00 Micromhos

#### INDUSTRIAL PAPELERA SAN LUIS

pH	7.20
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	31.80
grasas y aceites	73.00 mg/l
sólidos sedimentables	78.50 mg/l
oxígeno disuelto	0.00 mg/l
D.B.O.	1755.60 mg/l
N - N (orgánica)	3.92 mg/l
P - PO4 (total)	3.95 mg/l
Color	2,500
cloruros	73.00 mg/l
ácidos anaranjados de metilo	78.50 mg/l
sólidos totales	2,635.00 mg/l
S.S.T.	1414.20 mg/l
conductividad	1,169.00 Micromhos
coliformes totales (Ortiz, 1989)	2,400,000.00 mg/l

#### QUÍMICA DELGAR

pH	9.50
pH de campo	10.00
temperatura de campo (°C)	37.00
grasas y aceites	88.22 mg/l

sólidos sedimentables	1.30 mg/lt
oxígeno disuelto	0.60 mg/lt
D.B.O.	1,254.00 mg/lt
D.Q.O.	860.00 mg/lt
N - N (orgánica)	3.92 mg/lt
P - PO4 (total)	1.92 mg/lt
dureza	102.60 mg/lt
sulfatos	1,060.00 mg/lt
Color	62.50
cloruros	143.50 mg/lt
alcalinidad fenolftaleina-CaCO3)	54.50 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	612.60 mg/lt
sólidos totales	3,200.00 mg/lt
S.S.T.	446.40 mg/lt
S.D.T.	2,753.60 mg/lt
conductividad	1,930.00 Micromhos
(Ortiz, 1989)	

#### CELULOSA PAPELERA

pH	6.50
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	29.00
grasas y aceites	48.02 mg/lt
sólidos sedimentables	44.30 mg/lt
D.B.O.	1,065.90 mg/lt
D.Q.O.	400.00 mg/lt
N - N (orgánica)	7.84 mg/lt
P - PO4 (total)	2.00 mg/lt
dureza	155.20 mg/lt
Color	175.00
cloruros	44.50 mg/lt
alcalinidad total (CaCO)	375.00 mg/lt
sólidos totales	1,060.00 mg/lt
S.S.T.	635.60 mg/lt
S.D.T.	424.40 mg/lt
conductividad	1,030.00 Micromhos.
(Ortiz, 1989)	

#### FIBRACEL (DESCARGA)

pH	7.88
pH de campo	6.50
temperatura de campo (°C)	28.00
grasas y aceites	11.76 mg/lt
sólidos sedimentables	13.50 mg/lt
oxígeno disuelto	4.00 mg/lt
D.B.O.	86.35 mg/lt
D.Q.O.	94.16 mg/lt

N - N (NH <sub>3</sub> )	0.240 mg/lt
N - N (orgánica)	0.056 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (total)	1.13 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (orto)	0.52 mg/lt
detergentes	0.02 mg/lt
dureza	348.30 mg/lt
sulfatos	190.00 mg/lt
alcalinidad fenolftaleina (CaCO <sub>3</sub> )	0.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	81.90 mg/lt
sólidos totales	460.00 mg/lt
S.S.T.	100.00 mg/lt
S.D.T.	360.00 mg/lt
conductividad	550.00 Micromhos
coliformes totales	2,400,000.00 mg/lt
color	100.00
cobre	0.05 mg/lt
hierro	0.29 mg/lt
plomo	0.50 mg/lt
calcio	216.30 mg/lt
magnesio	132.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### FIBRACEL (ABASTECIMIENTO)

pH	8.40
pH de campo	6.50
temperatura de campo (°C)	26.00
grasas y aceites	26.45 mg/lt
sólidos sedimentables	0.05 mg/lt
oxígeno disuelto	7.00 mg/lt
D.B.O.	74.01 mg/lt
D.Q.O.	85.60 mg/lt
N - N (NH <sub>3</sub> )	0.59 mg/lt
N - N (orgánica)	0.28 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (total)	1.40 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (orto)	0.61 mg/lt
detergentes	0.06 mg/lt
dureza	321.30 mg/lt
sulfatos	205.00 mg/lt
color	5.00
cloruros	690.00 mg/lt
alcalinidad fenolftaleina (CaCO <sub>3</sub> )	0.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	92.40 mg/lt
sólidos totales	440.00 mg/lt
S.S.T.	60.00 mg/lt
S.D.T.	380.00 mg/lt
conductividad	500.00 Micromhos
coliformes totales	1,100,000.00 mg/lt
cobre	0.05 mg/lt

hierro	0.07 mg/lt
plomo	0.05 mg/lt
dureza Ca.	189.00 mg/lt
magnesio	132.30 mg/lt
ras	4.37 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### FIBRACEL

pH	7.50
grasas y aceites	7.32 mg/lt
sólidos sedimentables	0.40 mg/lt
D.B.O.	106.70 mg/lt
cloruros	24.60 mg/lt
S.S.T.	131.80 mg/lt
conductividad	1,300.00 Micromhos
ras	0.52 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### BICICLETAS MERCURIO

pH	6.00
pH de campo	6.00
temperatura de campo (°C)	26.00
grasas y aceites	43.46 mg/lt
sólidos sedimentables	0.01 mg/lt
oxígeno disuelto	7.90 mg/lt
D.B.O.	188.89 mg/lt
D.Q.O.	2,065.26 mg/lt
P - PO4 (total)	23.25 mg/lt
sulfatos	33.10 mg/lt
alcalinidad fenolftaleina	0.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	117.72 mg/lt
sólidos totales	855.70 mg/lt
S.S.T.	70.40 mg/lt
S.D.T.	785.30 mg/lt
conductividad	510.00 Micromhos(NMPx100ml)
fenoles	Neg.
Cromo	61.69 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### QUÍMICA AVANGAR

pH	7.20
temperatura de campo (°C)	21.00
grasas y aceites	40.00 mg/lt
sólidos sedimentables	N.D.
materia flotante	N.D.
D.B.O.	64.90 mg/lt

D.Q.O.	934.30 mg/lt
detergentes	0.16 mg/lt
S.S.T.	42.00 mg/lt
coliformes totales (Ortiz, 1989)	N.D.

#### EMPRESAS QUÍMICAS DE MÉXICO

pH	0.92
pH de campo	2.00
temperatura de campo (°C)	75.00
grasas y aceites	80.00 mg/lt
sólidos sedimentables	0.05 mg/lt
N - N (orgánica)	N.D.
P - PO4 (total)	1,267.00 mg/lt
sulfatos	96,250.00 mg/lt
sólidos totales	102,640.00 mg/lt
S.S.T.	5,350.00 mg/lt
S.D.T.	97,290.00 mg/lt
conductividad (Ortiz, 1989)	250,000.00 Micromhos

#### EMBOTELLADORA SAN LUIS, S.A.

pH	10.37
pH de campo	10.00
temperatura de campo (°C)	22.00
grasas y aceites	22.00 mg/lt
sólidos sedimentables	4.25 mg/lt
oxígeno disuelto	5.50 mg/lt
D.B.O.	308.40 mg/lt
D.Q.O.	500.00 mg/lt
N - N (NH3)	N.D.
N - N (orgánica)	N.D.
P - PO4 (total)	40.00 mg/lt
detergentes	3.88 mg/lt
dureza	3,780.00 mg/lt
sulfatos	630.00 mg/lt
color	125.00
alcalinidad total (CaCO3)	675.00 mg/lt
sólidos totales	660.00 mg/lt
S.S.T.	200.00 mg/lt
S.D.T.	6,460.00 mg/lt
conductividad	2,150.00 Micromhos
coliformes totales	110,000.00 mg/lt
dureza Ca.	262.00 mg/lt
magnesio (Ortiz, 1989)	66.00 mg/lt

CASCADE CARTRIDGE INT., S.A.

pH	2.80
pH de campo	3.00
temperatura de campo (°C)	25.00
grasas y aceites	100.60 mg/lt
sólidos sedimentables	0.10 mg/lt
oxígeno disuelto	2.30 mg/lt
D.B.O.	81.20 mg/lt
N - N (orgánica)	50.30 mg/lt
- PO4 (total)	2.00 mg/lt
color	187.50
sólidos totales	1,960.00 mg/lt
S.S.T.	120.00 mg/lt
S.D.T.	1,840.00 mg/lt
conductividad	4,500.00
Micromhos fecales	300,000.00 mg/lt
cobre	21.25 mg/lt
cianuro	0.50 mg/lt
zinc	0.25 mg/lt
plomo	1.03 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

AGUA RÍO, S.A. DE C.V.

pH	7.30
N - N (NH3)	0.08 mg/lt
N - N (NO2)	Neg.
N - N (NO3)	0.60 mg/lt
dureza	60.20 mg/lt
color	incolora
cloruros	18.70 mg/lt
alcalinidad fenolftaleina (CaCO3)	Neg.
alcalinidad total (CaCO3)	134.00 mg/lt
sólidos totales	296.00 mg/lt
S.S.T.	16.00 mg/lt
S.D.T.	280.00 mg/lt
coliformes totales	Neg.
(Ortiz, 1989)	

ACEROS SAN LUIS, S.A.

pH	6.38
temperatura de campo (°C)	25.00
dureza	73.10 mg/lt
sulfatos	33.70 mg/lt
color	incolora
cloruros	20.70 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	138.40 mg/lt

conductividad	384.00 Micromhos
calcio	24.00 mg/lit
hierro	2.80 mg/lit
HCO <sub>3</sub>	153.00 mg/lit
CO <sub>3</sub>	20.70 mg/lit
(Ortiz, 1989)	

#### AROMÁTICOS QUÍMICOS POTOSINOS

pH	7.00
dureza	20.00 mg/lit
cloruros	30.00 mg/lit
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	150.00 mg/lit
conductividad	58.00 Micromhos
(Ortiz, 1989)	

#### JOMART

pH	7.40
dureza	8.00 mg/lit
color	incolora
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	110.00 mg/lit
calcio	58.00 mg/lit
magnesio	22.00 mg/lit
hierro	0.00 mg/lit
(Ortiz, 1989)	

#### CIGARRERA LA MODERNA (BEBEDERO)

pH	6.78
temperatura de campo (°C)	24.00
N - N (NH <sub>3</sub> )	0.15 mg/lit
dureza	55.80 mg/lit
color	incolora
cloruros	20.70 mg/lit
ácido anaranjado de metilo	5.20 mg/lit
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	134.00 mg/lit
sólidos totales	406.00 mg/lit
S.S.T.	82.00 mg/lit
S.D.T.	324.00 mg/lit
calcio	22.30 mg/lit
SiO <sub>2</sub>	34.00 mg/lit
(Ortiz, 1989)	

#### CIGARRERA LA MODERNA (CISTERNA SUR)

pH	5.60
temperatura de campo (°C)	24.00

N - N (NH3)	0.06 mg/lt
dureza	55.80 mg/lt
color	incolora
cloruros	18.70 mg/lt
ácido fenolftaleina (CaCO3)	3.90 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	125.00 mg/lt
sólidos totales	332.00 mg/lt
S.S.T.	32.00 mg/lt
S.D.T.	300.00 mg/lt
calcio	19.30 mg/lt
SiO2	15.00 mg/lt

#### CIGARRERA LA MODERNA (CISTERNA NORTE)

pH	5.60
temperatura de campo (°C)	24.00
N - N (NH3)	0.09 mg/lt
N - N (NO3)	0.60 mg/lt
dureza	5.80 mg/lt
color	incolora
cloruros	20.70 mg/lt
ácido fenolftaleina (CaCO3)	3.90 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	134.00 mg/lt
sólidos totales	346.00 mg/lt
S.S.T.	31.00 mg/lt
S.D.T.	315.00 mg/lt
calcio	23.80 mg/lt
SiO2	21.40 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### INDUSTRIAS MONFEL S.A. DE C.V.

pH	7.50
temperatura de campo (°C)	39.00
Turbiedad (VTJ)	No
dureza	80.00 mg/lt
sulfatos	29.30 mg/lt
cloruros	50.70 mg/lt
color	incolora
calcio	80.00 mg/lt
magnesio	124.00 mg/lt
sodio	359.00 mg/lt
hierro	0.00 mg/lt
HCO3	336.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	



### TRACORD MEXICANA, S.A.

pH	7.00
dureza	70.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> ) (Ortiz, 1989)	150.00 mg/lt

### ESTIRADORA DE ALAMBRE, S.A.

pH	6.38
temperatura de campo (°C)	25.00
dureza	6.20 mg/lt
sulfatos	33.70 mg/lt
cloruros	20.70 mg/lt
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	138.40 mg/lt
conductividad	384.00 Micromhos
color	incolora
calcio	24.00 mg/lt
hierro	2.80 mg/lt
HCO <sub>3</sub>	153.00 mg/lt
CO <sub>3</sub>	20.70 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

### QUÍMICA SAN LUIS, S.A. DE C.V.

pH	8.30
temperatura de campo (°C)	32.00
dureza	28.00 mg/lt
color	incolora
cloruros	200.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	170.00 mg/lt
conductividad	420.00 Micromhos
calcio	N.D.
magnesio	N.D.
sodio	N.D.
potasio	N.D.
litio	N.D.
hierro	N.D.
(Ortiz, 1989)	

### DESCARGAS EN SAN LUIS POTOSÍ

#### CANAL SAUZALITO

grasas y aceites	81.90 mg/lt
sólidos sedimentables	2.50 mg/lt
D.B.O.	538.00 mg/lt
detergentes	7.77 mg/lt
sólidos totales	1,214.00 mg/lt

S.S.T.	78.20 mg/lt
coliformes totales	2.40 mg/lt
sodio	85.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### CANAL MOCTEZUMA

grasas y aceites	35.00 mg/lt
sólidos sedimentables	0.05 mg/lt
D.Q.O.	504.81 mg/lt
detergentes	8.39 mg/lt
sólidos totales	840.00 mg/lt
S.T.F.	126.00 mg/lt
coliformes totales	2.40 exp. 12
sodio	83.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### CANAL LOS GÓMEZ

grasas y aceites	17.90 mg/lt
sólidos sedimentables	0.00 mg/lt
D.Q.O.	310.60 mg/lt
detergentes	6.54 mg/lt
sólidos totales	582.00 mg/lt
S.S.T.	132.00 mg/lt
coliformes totales	2.40 exp. 12
sodio	71.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### CANAL No. 61

grasas y aceites	78.23 mg/lt
sólidos sedimentables	0.05 mg/lt
D.Q.O.	845.85 mg/lt
detergentes	5.31 mg/lt
sólidos totales	890.00 mg/lt
S.S.T.	150.00 mg/lt
coliformes totales	2.40 exp. 16
sodio	109.70 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### CANAL GENERAL

grasas y aceites	70.74 mg/lt
sólidos sedimentables	0.20 mg/lt
D.Q.O.	692.06 mg/lt
detergentes	6.54 mg/lt
sólidos totales	1,222.00 mg/lt
S.S.T.	206.00 mg/lt

sodio (Ortiz, 1989)	160.00 mg/lt
------------------------	--------------

#### CANAL PEDROZA

pH	7.00
color	15.00 uni. PT - CB
grasas y aceites	16.90 mg/lt
sólidos sedimentables	0.10 mg/lt
oxígeno disuelto	0.00 mg/lt
D.B.O. (Total)	145.00 mg/lt
D.B.O. (S)	77.00 mg/lt
D.Q.O. (S)	84.00 mg/lt
D.Q.O.	349.48 mg/lt
N - N (NH <sub>3</sub> )	19.60 mg/lt
N - N (orgánica)	5.52 mg/lt
N - N (NO <sub>3</sub> )	0.48 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (total)	0.43 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (orto)	0.394 mg/lt
acidez	185.60 mg/lt
detergentes	8.39 mg/lt
dureza total	53.00 mg/lt
sulfatos	37.40 mg/lt
cloro	24.79 mg/lt
calcio	32.84 mg/lt
sólidos totales	694.00 mg/lt
S.S.T.	120.00 mg/lt
S.T.F.	379.00 mg/lt
S.T.V.	293.00 mg/lt
S.S.F.	51.00 mg/lt
S.S.V.	77.00 mg/lt
S.D.T.	491.00 mg/lt
S.D.F.	318.00 mg/lt
S.D.V.	173.00 mg/lt
coliformes totales	2.40 exp. 12
sodio	65.00 mg/lt
gasto (Ortiz, 1989)	42.99 mg/lt

#### CANAL SAN FELIPE

pH	7.10
grasas y aceites	75.02 mg/lt
sólidos sedimentables	0.05 mg/lt
oxígeno disuelto	0.00 mg/lt
color	0.00 uni PT - CB
acidez	227.84 mg/lt
cloro	71.12 mg/lt
SO <sub>4</sub>	42.00 mg/lt

D.B.O. (TOTAL)	215.00 mg/lt
D.B.O. (S)	116.00 mg/lt
D.Q.O. (S)	184.00 mg/lt
D.Q.O.	692.06 mg/lt
N - N (NH3)	12.35 mg/lt
N - N (orgánica)	8.59 mg/lt
N - N (NO3)	0.244 mg/lt
P - PO4 (total)	0.418 mg/lt
P - PO4 (orto)	0.359 mg/lt
detergentes	7.16 mg/lt
dureza total	47.80 mg/lt
calcio	35.84 mg/lt
sólidos totales	678.00 mg/lt
S.S.T.	96.00 mg/lt
S.T.F.	523.00 mg/lt
S.T.V.	374.00 mg/lt
S.S.F.	62.00 mg/lt
S.S.V.	125.00 mg/lt
S.D.T.	711.00 mg/lt
S.D.F.	462.00 mg/lt
S.D.V.	249.00 mg/lt
coliformes totales	2.40 exp. 16
sodio	93.80 mg/lt
gasto	11.66 lts/scg
(Ortiz, 1989)	

#### CANAL LA JALOMA

grasas y aceites	34.50 mg/lt
sólidos sedimentables	0.30 mg/lt
D.Q.O.	333.30 mg/lt
detergentes	6.34 mg/lt
sólidos totales	844.00 mg/lt
S.S.T.	286.00 mg/lt
coliformes totales	2.40 mg/lt
sodio	88.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### CANAL SANTIAGO

grasas y aceites	19.80 mg/lt
sólidos sedimentables	0.10 mg/lt
D.Q.O.	222.20 mg/lt
detergentes	6.54 mg/lt
sólidos totales	692.00 mg/lt
S.S.T.	68.00 mg/lt
coliformes totales	2.40 exp. 16
sodio	88.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

## CANAL GUANOS

grasas y aceites	26.70 mg/lit
sólidos sedimentables	0.10 mg/lit
D.Q.O.	259.20 mg/lit
detergentes	6.54 mg/lit
sólidos totales	640.00 mg/lit
S.S.T.	98.00 mg/lit
coliformes totales	2.40 exp. 16
sodio	88.00 mg/lit
(Ortiz, 1989)	

## CANAL SANTA RITA

grasas y aceites	20.50 mg/lit
sólidos sedimentables	0.05 mg/lit
D.Q.O.	448.51 mg/lit
detergentes	7.46 mg/lit
sólidos totales	1.70 mg/lit
S.S.T.	68.00 mg/lit
Coliformes totales	2.40 exp. 16
sodio	80.00 mg/lit
(Ortiz, 1989)	

## CANAL RÍO ESPAÑITA

grasas y aceites	27.00 mg/lit
sólidos sedimentables	0.05 mg/lit
D.Q.O.	464.25 mg/lit
detergentes	4.70 mg/lit
sólidos totales	1,156.00 mg/lit
S.S.T.	76.00 mg/lit
coliformes totales	2.40 exp. 16
sodio	82.00 mg/lit
(Ortiz, 1989)	

## CANAL No. 62

grasas y aceites	48.10 mg/lit
sólidos sedimentables	0.10 mg/lit
D.Q.O.	1,083.00 mg/lit
detergentes	7.77 mg/lit
sólidos totales	2,026.00 mg/lit
S.S.T.	1,320.00 mg/lit
coliformes totales	2.40 exp. 16
sodio	93.00 mg/lit
(Ortiz, 1989)	

## CANAL LIBERTAD

grasas y aceites	44.10 mg/lt
sólidos sedimentables	1.00 mg/lt
oxígeno disuelto	0.00 mg/lt
color	15 uni. P T - CB
acidez	250.24 mg/lt
cloro	39.14 mg/lt
D.B.O. Total	165.00 mg/lt
D.B.O (S)	105.00 mg/lt
D.Q.O. (S)	112.00 mg/lt
D.Q.O.	710.14 mg/lt
N - N (NH3)	18.74 mg/lt
N - N (orgánica)	5.82 mg/lt
N - N (NO3)	0.168 mg/lt
P - PO4 (total)	375.00 mg/lt
P - PO4 (orto)	343.00 mg/lt
detergentes	4.09 mg/lt
dureza total	55.25 mg/lt
sulfatos	36.93 mg/lt
calcio	37.33 mg/lt
sólidos totales	796.00 mg/lt
S.S.T.	134.00 mg/lt
S.T.F.	976.00 mg/lt
S.T.V.	289.00 mg/lt
S.S.F.	96.00 mg/lt
S.S.V.	112.00 mg/lt
S.D.T.	552.00 mg/lt
S.D.I.	380.00 mg/lt
S.D.V.	172.00 mg/lt
coliformes totales	2.40 exp. 16
sodio	75.00 mg/lt
gasto	95.54 lts/seg
(Ortiz, 1989)	

## CANAL ENRIQUE ESTRADA

grasas y aceites	68.30 mg/lt
sólidos sedimentables	0.40 mg/lt
D.Q.O.	720 mg/lt
detergentes	4.02 mg/lt
sólidos totales	1066.00 mg/lt
S.S.T.	184.00 mg/lt
coliformes totales.(NMP x 100 mil)	2.40 exp. 16
sodio	80.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

## CANAL INDUSTRIAL

pH	7.00
grasas y aceites	11.80 mg/lt
sólidos sedimentables	8.00 mg/lt
oxígeno disuelto	2.10 mg/lt
color	27.00 uni. PT-CB
acidez	89.92 mg/lt CaCO <sub>3</sub>
cloro	21.05 mg/lt
D.B.O.	640.00 mg/lt
D.B.O. (TOTAL)	170.00 mg/lt
D.B.O. (S)	54.00 mg/lt
D.Q.O. (TOTAL)	79.00 mg/lt
D.Q.O (S)	48.00 mg/lt
N - N (NH <sub>3</sub> )	6.75 mg/lt
N - N (orgánica)	14.29 mg/lt
N - N (NO <sub>3</sub> )	0.365 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (total)	0.031 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (orto)	0.017 mg/lt
detergentes	2.24 mg/lt
dureza total	46.29 mg/lt
sulfatos	45.13 mg/lt
calcio	25.38 mg/lt
sólidos totales	894.00 mg/lt
S.S.T.	134.00 mg/lt
S.T.F.	437.00 mg/lt
S.T.V.	182.00 mg/lt
S.S.F.	54.00 mg/lt
S.S.V.	58.00 mg/lt
S.D.T.	508.00 mg/lt
S.D.F.	281.00 mg/lt
S.D.V.	127.00 mg/lt
coliformes totales	2.40 exp. 16
sodio	90.00 mg/lt
gasto	22.98 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

## CANAL LA CONSTANCIA

grasas y aceites	59.80 mg/lt
sólidos sedimentables	0.20 mg/lt
D.Q.O.	240.00 mg/lt
detergentes	2.55 mg/lt
sólidos totales	526.00 mg/lt
S.S.T.	643.00 mg/lt
coliformes totales (NMP x 100 mil)	24.00 exp. 16
sodio	53.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

### CANAL UPA

grasas y aceites	20.30 mg/lt
sólidos sedimentables	0.10 mg/lt
D.Q.O.	280.00 mg/lt
detergentes	5.93 mg/lt
sólidos totales	956.00 mg/lt
S.S.T.	78.00 mg/lt
coliformes totales (NMP x 100 mil)	2.40 exp. 16
sodio	82.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

### CANAL GARCÍA

grasas y aceites	24.90 mg/lt
sólidos sedimentables	0.50 mg/lt
D.Q.O.	240.00 mg/lt
detergentes	6.54 mg/lt
sólidos totales	624.00 mg/lt
S.S.T.	180.00 mg/lt
coliformes totales (NMP x 100 mil)	2.40 exp. 16
sodio	80.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

### CANAL PEMEX

grasas y aceites	57.80 mg/lt
sólidos sedimentables	0.05 mg/lt
D.Q.O.	440.00 mg/lt
detergentes	5.31 mg/lt
sólidos totales	876.00 mg/lt
S.S.T.	196.00 mg/lt
coliformes totales (NMP x 100 mil)	2.40 exp. 16
sodio	95.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

### CANAL JUAN SARABIA

gasto	9.42 mg/lt
pH	7.10 mg/lt
grasas y aceites	113.00 mg/lt
oxígeno disuelto	0.00 mg/lt
color	15.00
acidez	246.00 mg/lt
D.B.O (TOTAL)	175.00 mg/lt
D.B.O. (S)	100.00 mg/lt
D.Q.O (TOTAL)	207.00 mg/lt
D.Q.O. (S)	126.00 mg/lt
N - N (NH3)	28.60 mg/lt



N - N (orgánica)	9.15 mg/lt
N - N (NO3)	0.187 mg/lt
P - PO4 (total)	0.418 mg/lt
P - PO4 (orto)	0.387 mg/lt
dureza total	61.22 mg/lt
sulfatos	44.00 mg/lt
calcio	38.82 mg/lt
sólidos totales	839.00 mg/lt
S.T.F.	497.00 mg/lt
S.T.V.	342.00 mg/lt
S.S.T.	192.00 mg/lt
S.S.F.	70.00 mg/lt
S.S.V.	122.00 mg/lt
S.D.T.	647.00 mg/lt
S.D.F.	497.00 mg/lt
S.D.V.	220.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

#### CANAL SOLEDAD

gasto	638.99 mg/lt
pH	7.20 mg/lt
grasas y aceites	284.40 mg/lt
oxígeno disuelto	0.00 mg/lt
color	25.00 uni PT-CB
acidez	225.30 mg/lt
cloro	49.75 mg/lt
sulfato	45.93 mg/lt
calcio	52.26 mg/lt
D.B.O (TOTAL)	285.00 mg/lt
D.B.O. (S)	158.00 mg/lt
D.Q.O. (TOTAL)	390.00 mg/lt
D.Q.O. (S)	195.00 mg/lt
N - N (NH3)	15.31 mg/lt
N - N (orgánica)	5.07 mg/lt
N - N (NO3)	0.244 mg/lt
P - PO4 (total)	0.315 mg/lt
P - PO4 (orto)	0.280 mg/lt
dureza (total)	68.70 mg/lt
sólidos totales	916.00 mg/lt
S.T.F.	530.00 mg/lt
S.T.V.	385.00 mg/lt
S.S.T.	196.00 mg/lt
S.S.F.	66.00 mg/lt
S.S.V.	132.00 mg/lt
S.D.T.	718.00 mg/lt
S.D.F.	464.00 mg/lt
S.D.V.	254.00 mg/lt
(Ortiz, 1989)	

DESCARGA MUNICIPAL RIOVERDE, S.L.P. COMPUERTA No. 40

pH	7.10
D.Q.O.	168.40 mg/lt
N - N (NH3)	7.34 mg/lt
N - N (orgánica)	1.75 mg/lt
N - N (NO3)	1.24 mg/lt
dureza total	960.00 mg/lt
color	50.00 ptCo uni.
CaCO3	799.00 mg/lt
alcalinidad fenolftaleina (CaCO3)	0.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	270.00 mg/lt
sólidos totales	1665.00 mg/lt
S.S.T.	131.00 mg/lt
S.D.T.	1534.00 mg/lt

(SEDUE, 1990)

DESCARGA MUNICIPAL RIOVERDE 5:00 Hrs.

pH de campo	6.00
temperatura de campo (°C)	22.00
N - N (NH3)	1.86 mg/lt
N - N (orgánica)	0.05 mg/lt
P - PO4 (total)	12.60 mg/lt
dureza total	55.00 mg/lt

(SEDUE, 1990)

DESCARGA MUNICIPAL RIOVERDE 7:00 Hrs.

pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	20.00
N - N (NH3)	3.03 mg/lt
N - N (orgánica)	0.15 mg/lt
P - PO4 (total)	20.30 mg/lt
dureza total	55.00 mg/lt

(SEDUE, 1990)

DESCARGA MUNICIPAL RIOVERDE 9:00 Hrs.

pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	23.50
N - N (NH3)	20.20 mg/lt
N - N (orgánica)	2.76 mg/lt
P - PO4 (total)	11.00 mg/lt
dureza total	55.00 mg/lt

(SEDUE, 1990)

DESCARGA MUNICIPAL RIOVERDE 11:00 Hrs.

PH	7.00
temperatura de campo (°C)	24.00
N - N (NH3)	12.20 mg/lt
N - N (orgánica)	2.34 mg/lt
P - PO4 (total)	18.70 mg/lt
dureza total (SEDUE, 1990)	55.00 mg/lt

DESCARGA MUNICIPAL RIOVERDE 13:00 Hrs.

pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	25.00
N - N (NH3)	11.10 mg/lt
N - N (orgánica)	1.10 mg/lt
P - PO4 (total)	18.70 mg/lt
(SEDUE, 1990)	

DESCARGA MUNICIPAL RIOVERDE 15:00 Hrs.

pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	25.00
N - N (NH3)	1.14 mg/lt
N - N (orgánica)	0.58 mg/lt
P - PO4 (total)	20.00 mg/lt
(SEDUE, 1990)	

DESCARGA MUNICIPAL SANTA MARÍA DEL RÍO

pH	7.90
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	22.00
grasas y aceites	9.48 mg/lt
D.B.O.	102.00 mg/lt
D.Q.O.	126.00 mg/lt
N - N (NH3)	14.11 mg/lt
N - N (orgánico)	9.40 mg/lt
N - N (NO3)	0.66 mg/lt
P - PO4 (total)	6.00 mg/lt
dureza total	178.00 mg/lt
sulfatos	135.00 mg/lt
color	120.00
dureza Ca.	125.00 mg/lt
cloruros	158.00 mg/lt
alcalinidad fenolftaleina (CaCO3)	0.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	544.50 mg/lt
sólidos totales	1,553.00 mg/lt
S.S.T.	897.00 mg/lt
coliformes totales (NMP: x 100 mil)	2.40 exp. 7

coliformes fecales (NMP. x 100 mil) 2.40 exp. 7  
(CNA, 1990)

#### DESCARGA MUNICIPAL SANTA MARÍA DEL RÍO

pH	7.60
pH de campo	8.00
temperatura de campo (°C)	23.00
D.B.O	426.00 mg/lt
D.Q.O.	1,530.00 mg/lt
N - N (NH <sub>3</sub> )	106.28 mg/lt
N - N (orgánica)	42.70 mg/lt
N - N (NO <sub>3</sub> )	0.05 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (total)	21.10 mg/lt
dureza total	38.00 mg/lt
sulfatos	58.00 mg/lt
color	400.00
dureza de calcio	16.00 mg/lt
cloruros	12.60 mg/lt
alcalinidad fenolftaleina (CaCO <sub>3</sub> )	0.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	183.60 mg/lt
sólidos totales	300.00 mg/lt
S.S.T.	3.00 mg/lt

(CNA, 1990)

#### CANAL PRINCIPAL SOLEDAD C. BUSTAMANTE Y T.S., S.L.P.

pH	7.50
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	20.00
grasas y aceites	71.60 mg/lt
N - N (NH <sub>3</sub> )	33.60 mg/lt
N - N (NO <sub>3</sub> )	0.96 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (total)	1.09 mg/lt
dureza de calcio	66.00 mg/lt
dureza de magnesio	57.00 mg/lt
dureza total	123.00 mg/lt
color	200.00 Pt - Co
boro	0.166 mg/lt
sulfatos	72.00 mg/lt
cloruros	49.80 mg/lt
acidez total	260.00 mg/lt
sólidos totales	741.00 mg/lt
S.S.T	32.00 mg/lt
S.D.T.	709.00 mg/lt

coliformes totales (NMP. x 100 mil) 10 exp. 8

coliformes fecales (NMP. x 100 mil) 2.40 exp. 8  
(Ortiz, 1989)

#### SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ, S.L.P. CANAL PRINCIPAL

pH	7.00
O.D	0.00 mg/lt
dureza de calcio	80.00 mg/lt
dureza de magnesio	20.00 mg/lt
dureza total	100.00 mg/lt
sodio	115.00 mg/lt
potasio	7.82 mg/lt
sulfatos	57.64 mg/lt
cloruros	70.90 mg/lt
acidez total	300.00 mg/lt
S.D.T.	640.00 mg/lt
conductividad	1,000.00 Micromhos
ras	5.00 mg/lt

(Ortiz, 1989)

#### DESCARGA MUNICIPAL RAYÓN, S.L.P.

pH	7.60
pH de campo	6.00
temperatura de campo (°C)	27.00
grasas y aceites	317.00 mg/lt
D.B.O.	660.00 mg/lt
P - PO <sub>4</sub> (total)	8.67 mg/lt
dureza de calcio	273.00 mg/lt
dureza de magnesio	77.00 mg/lt
dureza total	350.00 mg/lt
color	10.00
boro	0.010 mg/lt
sulfatos	20.00 mg/lt
cloruros	17.30 mg/lt
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	736.00 mg/lt
sólidos totales	3,054.00 mg/lt
S.S.T.	1,940.00 mg/lt
S.D.T.	1,114.00 mg/lt
conductividad	1,382.00 Micromhos
coliformes totales (NMP. x 100 mil)	2.40 exp. 8
coliformes fecales (NMP x 100 mil )	2.40 exp. 8

(CNA, 1990)

#### DESCARGA MUNICIPAL CD. DEL MAÍZ, S.L.P.

pH	8.00
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	25.00

grasas y aceites	557.00 mg/lit
N - N (NO3)	0.89 mg/lit
dureza de calcio	259.00 mg/lit
dureza de magnesio	174.00 mg/lit
dureza total	403.00 mg/lit
P - PO4 (total)	11.86 mg/lit
color	200.00 Pt-Co
boro	0.010 mg/lit
sulfatos	86.00 mg/lit
cloruros	104.00 mg/lit
alcalinidad total (CaCO3)	652.00 mg/lit
sólidos totales	2,706.00 mg/lit
S.S.T.	1,366.00 mg/lit
S.D.T.	1,340.00 mg/lit
coliformes totales (NMP x 100 mil)	2.40 exp. 8
coliformes fecales (NMP x 100 mil)	2.40 exp. 7

(SEDUE, 1990)

#### DESCARGAS DE SN. CIRO DE ACOSTA, S.L.P.

pH	7.70
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	25.00
grasas y aceites	41.00 mg/lit
N - N (NO3)	0.96 mg/lit
dureza de calcio	265.00 mg/lit
dureza de magnesio	215.00 mg/lit
dureza total	480.00 mg/lit
color	80.00 Pt-Co
boro	0.010 mg/lit
sulfatos	83.00 mg/lit
cloruros	29.40 mg/lit
alcalinidad total (CaCO3)	374.00 mg/lit
sólidos totales	988.00 mg/lit
S.S.T.	175.00 mg/lit
S.D.T.	803.00 mg/lit
coliformes totales (NMP x 100 mil)	2.40 exp. 7
coliformes fecales (NMP x 100 mil)	2.40 exp. 7

(CNA, 1990)

#### DESCARGA MUNICIPAL RIOVERDE, S.L.P.

pH	7.30
pH de campo	6.00
temperatura de campo (°C)	23.00
D.B.O.	280.00 mg/lit
N - N (NH3)	13.20 mg/lit
N - N (NO3)	0.63 mg/lit
color	60.00

sólidos totales	1,708.00 mg/lt
S.S.T.	120.00 mg/lt
S.D.T.	1,588.00 mg/lt
coliformes totales (NMP x 100 mil)	2.40 exp. 8
(CNA, 1990)	

CANAL GENERAL VILLA DE REYES, S.L.P.

pH	7.10
pH de campo	3.00
temperatura de campo (°C)	21.00
grasas y aceites	314.00 mg/lt
sólidos sedimentables	5.00 mg/lt
D.B.O.	333.00 mg/lt
N - N (NH3)	39.00 mg/lt
N - N (NO3)	1.26 mg/lt
P - PO4 (total)	0.02 mg/lt
dureza de calcio	100.00 mg/lt
dureza de magnesio	38.00 mg/lt
dureza total	138.00 mg/lt
color	200.00
sulfatos	132.00 mg/lt
cloruros	52.40 mg/lt
alcalinidad total (CaCO3)	579.00 mg/lt
sólidos totales	1,182.00 mg/lt
S.S.T.	270.00 mg/lt
S.D.T.	912.00 mg/lt
coliformes totales (NMP x 100 mil)	2,400.00 mg/lt
coliformes fecales (NMP x 100 mil)	2,400.00 mg/lt
(CNA, 1990)	

DESCARGA MUNICIPAL MATEHUALA, S.L.P.

pH	7.40
pH de campo	7.00
temperatura de campo (°C)	23.00
grasas y aceites	297.00 mg/lt
sólidos sedimentables	3.00 mg/lt
D.B.O.	2.98 mg/lt
N - N (NH3)	0.05 mg/lt
N - N (NO3)	2.71 mg/lt
P - PO4 (total)	0.15 mg/lt
S.A.A.M. (Detergentes)	2.20 mg/lt
dureza de calcio	673.00 mg/lt
dureza de magnesio	46.00 mg/lt
dureza total	719.00 mg/lt
color	80.00 Pt-Co
sulfatos	856.00 mg/lt
cloruros	16.00 mg

alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	274.00 mg/lt
sólidos totales	1,925.00 mg/lt
S.S.T.	206.00 mg/lt
S.D.T.	1,719.00 mg/lt
coliformes totales (NMP x 100 mil)	2400.00 mg/lt
coliformes fecales (NMP x 100 mil)	2400.00 mg/lt
(Ortiz, 1991)	

#### DESCARGA SALINAS, SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.

pH	7.70
pH de campo	6.00
temperatura de campo (°C)	16.00
grasas y aceites	338.00 mg/lt
D.B.O.	450.00 mg/lt
N - N (NH <sub>3</sub> )	38.40 mg/lt
N - N (NO <sub>3</sub> )	0.41 mg/lt
dureza de calcio	180.00 mg/lt
dureza de magnesio	100.00 mg/lt
dureza total	280.00 mg/lt
color	160.00
sodio	112.70 mg/lt
calcio	54.74 mg/lt
cloruros	106.35 mg/lt
acidez total	350.00 mg/lt
alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	0.00 mg/lt
sólidos totales	1,964.00 mg/lt
S.S.T.	42.00 mg/lt
S.D.T.	1,922.00 mg/lt
conductividad	7,000.00 Micromhos
coliformes totales (NMP x 100 mil)	2.40 exp. 8
coliformes fecales (NMP x 100 mil)	2.80 exp. 5
(CNA, 1990)	

#### CANAL SOLEDAD

gasto	638.99 mg/lt
pH	7.20 mg/lt
grasas y aceites	284.40 mg/lt
oxígeno disuelto	0.00 mg/lt
color	25.00 uni Pt - Cb
acidez	225.30 mg/lt
cloro	49.75 mg/lt
sulfato	45.93 mg/lt
calcio	52.26 mg/lt
dureza total	68.70 mg/lt
D.B.O. Total	285.00 mg/lt
D.B.O.(S)	8.00 mg/lt



D.Q.O. (Total)	390.00 mg/lt
D.Q.O. (S)	195.00 mg/lt
N - N (NH3)	15.31 mg/lt
N - N (orgánica)	5.07 mg/lt
N de NO3	0.244 mg/lt
P - PO4 (total)	0.315 mg/lt
P - PO4 (orto)	0.280 mg/lt
sólidos totales	916.00 mg/lt
S.T.F.	530.00 mg/lt
S.T.V.	385.00 mg/lt
S.S.T.	196.00 mg/lt
S.S.F.	66.00 mg/lt
S.S.V.	132.00 mg/lt
S.D.T.	718.00 mg/lt
S.D.F.	464.00 mg/lt
S.D.V.	254.00 mg/lt
(CNA, 1990)	

A continuación se presentan los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores de origen industrial y urbano. Publicados en el diario oficial de la federación en el mes de octubre de 1993, junio de 1994 y enero de 1995.

#### NOM-013-ECOL-1993

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria del hierro y del acero.

PARÁMETROS PERMISIBLES	LÍMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P. instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
grasas y aceites	30	40
sólidos suspendidos totales	50	60
nitrógeno amoniacal	20	30
fenoles	0.5	0.75
cianuros	0.3	0.5
zinc	1.0	1.2
plomo	0.6	0.7
cromo total	1.0	1.2
níquel	2.0	2.4

**NOM-014-ECOL-1993**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria textil.

PARÁMETROS PERMISIBLES	LÍMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P.instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
DBO	100	120
DQO	200	240
sólidos sedimentables	1.0	1.2
grasas y aceites	20	30
sólidos suspendidos totales	100	120
cromo total	1.0	1.2
sulfuros	0.2	0.4
fenoles	0.1	0.2

**NOM-015-ECOL-1993**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de la celulosa y el papel.

PARÁMETROS PERMISIBLES	LÍMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P.instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
DBO	200	240
sólidos sedimentables	8.0	8.2
sólidos suspendidos totales	200	240
grasas y aceites	40	50

**NOM-016-ECOL-1993**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de bebidas gaseosas.

**PARÁMETROS  
PERMISIBLES**

**LIMITES MÁXIMOS**

	Promedio diario	P.instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
DBO	180	240
sólidos sedimentables	1.0	1.2
sólidos suspendidos totales	180	240
grasas y aceites	30	40

**NOM-017-ECOL-1993**

Que establece los limites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de acabados metálicos.

**PARÁMETROS  
PERMISIBLES**

**LIMITES MÁXIMOS**

	Promedio diario	P.instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
sólidos sedimentables	1.0	1.2
sólidos suspendidos totales	50	60
grasas y aceites	20	30
cromo hexavalente	0.1	0.2
cromo total	1.0	1.2
cobre	0.5	1.0
níquel	2.0	2.5
fierro	1.0	1.2
zinc	1.0	1.2
cianuros	0.3	0.5
cadmio	0.1	0.2
plomo	0.6	0.7
aluminio	2.0	2.5
bario	2.0	2.5
manganeso	2.0	2.5
plata	0.2	0.4

**NOM-018-ECOL-1993**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de las industrias de laminación, extrusión y estiraje de cobre y sus aleaciones.

PARÁMETROS PERMISIBLES	LÍMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P.instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
sólidos suspendidos totales	50	60
cobre	1.0	1.2
cromo	1.0	1.2
zinc	1.0	1.2
cadmio	0.1	0.2
plomo	0.6	0.7
grasas y aceites	20	30
arsénico	0.1	0.2
níquel	2.0	2.5

**NOM-023-ECOL-1993**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de envasado de conservas alimenticias.

PARÁMETROS PERMISIBLES	LÍMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P.instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
DBO	100	120
sólidos suspendidos totales	100	120
grasas y aceites	20	25

**NOM-024-ECOL-1993**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de celulosa virgen.

PARÁMETROS PERMISIBLES	LIMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P.instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
DBO	125	150
sólidos suspendidos totales	125	150
sólidos sedimentables	4.0	5.0
grasas y aceites	20	30

#### NOM-025-ECOL-1993

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de fibra celulósica reciclada.

PARÁMETROS PERMISIBLES	LIMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P.instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
DBO	200	240
sólidos suspendidos totales	200	240
sólidos sedimentables	8.0	8.2
grasas y aceites	40	40

#### NOM-031-ECOL-1993

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y de tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano y municipal.

PARÁMETROS PERMISIBLES	LIMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P.instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9

temperatura		40 C
sólidos sedimentables	5	10
grasas y aceites	60	100
conductividad eléctrica	5000	8000
aluminio	10	20
arsénico	0.5	1.0
cadmio	0.5	1.0
cianuros	1.0	2.0
cobre	5.0	10
cromo hexavalente	0.5	1.0
cromo total	2.5	5.0
fluoruro	3	6
mercurio	0.01	0.02
níquel	4	8
plata	1.0	2.0
plomo	1.0	2.0
zinc	6	12
fenoles	5	10
sustancias activas al azul de metileno	30	60

---

**NOM-032-ECOL-1993**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.

---

PARÁMETROS PERMISIBLES	LIMITES MÁXIMOS
pH (unidades de pH)	6.5 a 8.5
conductividad eléctrica	2000
DBO	120
sólidos suspendidos totales	120
aluminio	5.0
arsénico	0.1
boro	1.5
cadmio	0.01
cianuros	0.02
cobre	0.2
cromo	0.1
fierro	5.0
fluoruros	3.0
manganeso	0.2

níquel	0.2
plomo	5.0
selenio	0.02
zinc	2.0

**NOM-067-ECOL-1994**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de los sistemas de alcantarillado o drenaje municipal.

**TABLA 1**  
Para centros de poblaciones hasta de 80,000 habitantes

PARÁMETROS PERMISIBLES	LÍMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
sólidos suspendidos totales	100	150
grasas y aceites	20	30
sólidos sedimentables	1.0	2.0
DBO	100	150
DQO	200	250
substancias activas al azul de metileno	5	8

**TABLA 2**  
Para centros de poblaciones mayores de 80,000 habitantes

PARÁMETROS PERMISIBLES	LÍMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P. instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
sólidos suspendidos totales	50	80
grasas y aceites	10	20
sólidos sedimentables	1.0	1.2
DBO	50	80

DQO	100	160
substancias activas al azul de metileno	5	8

---

**NOM-071-ECOL-1994**

Que establece los limites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de industrias de ácidos, bases y sales.

---

PARÁMETROS PERMISIBLES	LIMITES MÁXIMOS	
	Promedio diario	P. instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
DQO	250	300
sólidos suspendidos totales	90	120
fósforo total	10	20
plomo	0.2	0.5
cromo hexavalente	0.1	0.2
cromo total	1.0	1.2
cadmio	0.1	0.2
arsénico	0.1	0.2
cobre	0.2	0.5
fierro	1.0	2.0
mercurio	0.005	0.01
plata	0.2	0.4
cianuros	0.3	0.5

---



## 8.- ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS

### 8.1.- LEYES

La normatividad mexicana en materia de aguas, ha sufrido una serie de cambios y adecuaciones a lo largo del tiempo, que nos representan en este momento un marco de referencia muy amplio y de basta aplicación.

Durante la administración de la anterior presidencia de la república se articuló una moderna estrategia de desarrollo, que en donde más que insistir en la aplicación permanente de la forma, se enfatiza en la disminución de la racionalización de la demanda.

En esta nueva etapa de administración integral del agua se consideran ocho aspectos fundamentales:

- 1.- Promover una cultura del agua como recurso escaso y vital
- 2.- Cuidar la calidad del agua, con acciones urgentes y permanentes que permitan instituir controles y análisis sistemáticos del agua que se provee, y atender su problemática.
- 3.- Plantear usos alternos del agua en el campo, para riego y consumo, y en la ciudad para la industria y el uso doméstico.
- 4.- Reconocer el problema de los costos adecuados, para realizar un uso más racional de este insumo en la industria y evitar el tremendo desperdicio que se provoca en las redes y distribución, estableciendo tarifas diferenciales, razonables y suficientes.
- 5.- Redoblar esfuerzos en el mantenimiento de las obras, sobre todo en las redes de distribución.
- 6.- Aplicar una mejor tecnología en el uso del agua, distinguiendo el uso doméstico, industrial y rural, para inducir conductas racionales, en su uso estimular su rehuso.
- 7.- Descentralizar y reordenar administrativamente la autoridad en la materia para una mejor provisión de agua, fortaleciendo la coordinación en el uso del agua a través de vincular la estrategia de producción agropecuaria con la de usos industriales, de consumo doméstico y de producción de energía.
- 8.- Concientizar a la población con respecto a la necesidad de cambios en el uso, mantenimiento y ahorro del agua.

Para hacer frente al reto del agua, se estableció en diciembre de 1988, un marco legal para los derechos del agua, con el objetivo de que " lo del agua sea para el agua "; este marco, a principios de 1989, avanzó en lo administrativo con la creación de la Comisión Nacional de Agua.

Las acciones a realizar en el Programa Agua Limpia, tienen como objetivo poner en evidencia que el uso del agua es un punto básico del propósito modernizador de México.

### 8.1.a.- ANTECEDENTES

La Constitución de 1917 es el antecedente moderno en que se fundamenta la legislación hidráulica actual. La primera ley derivada de ella fue La Ley de Irrigación con Aguas Federales en 1926, ley que contemplo la creación de la Comisión Nacional de Irrigación. A partir de entonces se expidieron diversas leyes y reglamentos que se unificaron en 1972 en la Ley Federal de Aguas. En 1978 se formó un grupo de especialistas en la SARH, con la finalidad de revisar la Ley Federal de Aguas y a partir de entonces se elaboraron diversos proyectos de adecuación, en 1985 se intensificó dicho proceso y se integro un proyecto de reformas a la Ley de Aguas, por fin en el mes de enero de 1986 se publicó el decreto que reforma y adiciona la ley, las principales reformas fueron : Administración de Aguas, Planeación y Programas de Aprovechamiento y Conservación de los Recursos Hidráulicos, Abastecimiento de Aguas en Bloque, Protección de Acuíferos sobre explotados, faltas, multas y sanciones.

En 1988 se modificó la ley al derogarse los artículos 67, 68, 75, 76, 98 y 99.

La Legislación Federal en materia de aguas se dividen en :

- Ley Federal de Aguas
- Ley de Derechos en Materia de Aguas
- Ley de contribución de mejoras por obras públicas de infraestructura hidráulica

En julio de 1991 se promulga la ley federal de derechos en materia de aguas, cuyo capítulo 14 habla de derecho por uso o aprovechamiento de la nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales.

En el diario oficial de la federación del día miércoles 26 de diciembre de 1990, se publica en el capítulo 14, el derecho por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la nación como cuerpos receptores de las descargas de las aguas residuales.

C.N.A. ha publicado también la guía para la determinación del importe del derecho por descargas de aguas residuales e industriales, con la finalidad de facilitar las acciones ha emprender por parte de los industriales que buscan sus acciones de descargas.

El día 28 de Febrero de 1988 se publicó la Ley Federal de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente, en cuyo artículo primero fracción VI se establece la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

En la gaceta ecológica vol. 1, No. 2, agosto de 1989 se publicaron los acuerdos por lo que expiden las normas técnicas ecológicas que establecen los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de aguas provenientes de:

Centrales termoeléctricas convencionales  
(NTE - CCA - 001/88)

Industria productora de azúcar de caña  
(NTE - CCA - 002/88)

Industria de la refinación de petróleo crudo, sus derivados y petroquímica básica  
(NTE - CCA - 003/88)

Industria de fabricación de fertilizantes, excepto las que produzcan ácido fosfórico como producto intermedio  
(NTE - CCA - 004/88)

Industria de productos plásticos y polímeros sintéticos  
(NTE - CCA - 005/88)

Industria de fabricación de harinas  
(NTE - CCA - 006/88)

Industria de la cerveza y de la manta  
(NTE - CCA - 007/88)

Industria de fabricación de abestos de construcción  
(NTE - CCA - 008/88)

Industria elaboradora de leche y sus derivados  
(NTE - CCA - 009/88)

Industria de la manufactura de vidrio plano  
(NTE - CCA - 010/88)

Industria de productos del vidrio prensado y soplado  
(NTE - CCA - 011/88)

Industria de fabricación de caucho sintético, llantas y cámaras  
(NTE - CCA - 012/88)

Industria del hierro y el acero  
(NTE - CCA - 013/88)

Industria textil  
(NTE - CCA - 014/88)

Industria de la celulosa y el papel  
(NTE - CCA - 015/88)

En la gaceta ecológica vol. II No. 6 publicado en Enero de 1990 se publica el acuerdo por el cual se establecen los criterio de calidad del agua con la clave CECCA-001/89.

El reglamento para la prevención y el control de la contaminación de aguas, publicados dentro de la serie de normatividad ecológica No. 4, constituye un valioso instrumento para el análisis de la problemática ambiental.

El día 3 de Julio de 1990, el periódico oficial del estado libre y soberano de San Luis Potosí publica el código ecológico y urbano del estado de San Luis Potosí.

El que se considera como un valioso aporte para la preservación de los recursos hidráulicos, desafortunadamente no se ha elaborado el reglamento respectivo, situación que dificulta y en ciertos casos imposibilita la aplicación de la ley.

El mando de policía y buen gobierno del estado de San Luis Potosí, S.L.P. publicado el día 26 de octubre de 1990, en su artículo 26 señala la problemática de la contaminación del agua y hace un énfasis en renglón.

Antes los problemas agudos que representa el riego con aguas residuales y sus implicaciones ambientales, la CNA ha implementado el manual técnico para uso, aprovechamiento de aguas y mantenimiento de aguas residuales en riego agrícola.

El cual se esta exponiendo cursos a las gerencias estatales y regionales.

## 8.2.- REGIDURIAS ECOLÓGICAS

De 56 municipios con que cuenta el estado de San Luis Potosí ninguno tiene regiduría ecológica, siendo unas de las necesidades más apremiantes a cubrir.

El H. Congreso estado libre y soberano de San Luis Potosí, preocupado por los aspectos ecológicos cuenta con una comisión de ecología encabezada por el C. Dip. Ing. Joaquin Pozos González en esta legislatura. Cabe hincapié en que esta comisión ha participado activamente en solucionar diversos problemas de carácter ambiental.

## 8.3.- CLAVES HACENDARIAS PARA DESCARGA Y MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

Datos tomados de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público :

<b>SUBSECTOR</b>	
<b>CAPTACION, PURIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA</b>	
<b>RAMA</b>	
4,200	Distribución y suministro de agua excepto en obras de riego
<b>ACTIVIDADES COMPRENDIDAS Y CLAVE RESPECTIVA</b>	
<b>CLAVE :</b>	<b>ACTIVIDAD :</b>
420,000	Captación, tratamiento, conducción y distribución de agua excepto la distribución del agua para riego

## SECTOR 5

## CCONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LA MISMA

## SUBSECTOR 50

## CONSTRUCCIÓN

RAMA

5,000

Construcción

Comprende a los contratistas generales y especializados dedicados principalmente a la construcción por contrato.

También comprende la dependencias de empresas que se dedican principalmente a trabajos de construcción para la empresa.

Incluye la bonificación y rehabilitación de tierras.

Excepto : los servicios de asesoría técnica, arquitectónicos, levantamientos de planos geológicos y prospecciones prestados a terceros a bases de honorarios o por contratos.

### ACTIVIDADES COMPRENDIDAS Y CLAVE RESPECTIVA

CLAVE

ACTIVIDAD

500011

Montaje e instalación de estructuras de concreto.  
Incluye : la fabricación de elementos prefabricados de concreto cuando el establecimiento productor instala en obras mas de 50% de su producción.

500012

Montaje e instalación de estructuras metálicas  
Incluye : el montaje e instalación de tanque, paileria, puentes, etc.; cuando existan establecimientos que se dedique solo ha estas labores.

500013

Edificación.  
Incluye albañilería; recubrimientos, yeso, pintura y limpieza de edificios.

500014

Construcción de infraestructura en zonas urbanas y suburbanas.

Incluye la instalación de :

- \* Línea de conducción y redes de distribución de agua
- \* Redes de distribución de gas
- \* Alumbrado público
- \* Drenaje
- \* Guarniciones y banquetes
- \* Parques y jardinería  
excepto la jardinería doméstica

- 500015                    Movimiento de tierras  
Incluye estos trabajos en :  
\* Presas de almacenamiento  
\* Presas derivadoras  
\* Canales y drenes  
\* Desazolves y deshierbes  
\* Obras de protección y almacenamiento  
\* Terracerías para obras viales  
\* Excavaciones a cielo abierto  
\* Trabajos preagrícolas (barbecho, subsuelo, rastreo, nivelación y desmonte) proporcionada por contrato  
\* Acarreos  
\* Producción de agregados  
\* Drenaje en caminos y ferrocarriles
- 500016                    \* Pavimentación  
\* Incluye la de concreto asfáltico y la de concreto hidráulico
- 500017                    Obras marítimas y fluviales.  
Incluye la construcción de :  
\* Rompe olas, escolleras y espigones  
\* Dragados  
\* Muros de contención  
\* Muelles y diques  
\* Señalamiento de navegación
- 500021                    Construcción de plantas industriales  
Incluye refinerías, plantas petroquímicas, ingenios
- 500022                    Construcción de plantas de generación de electricidad  
Incluye :  
\* Hidroeléctricas  
\* Termoeléctricas  
\* Geoléctricas  
\* Nucleoléctricas  
\* Instalación de generadores de vapor  
\* Instalación de turbo generadores y turbo motores
- 500023                    Construcción y tendido de líneas y redes de construcción eléctrica  
Incluye :  
\* Líneas de transmisión  
\* Redes de distribución eléctrica  
\* Tableros  
\* Subestaciones

- 500024 Construcción de conducciones de petróleo y derivados  
Incluye :  
\* Obras de conducción y distribución  
\* Baterías de recolección  
\* Baterías de separación  
\* Estaciones de calderas  
\* Estaciones de compresoras
- 500031 Instalaciones y reparaciones sanitarias e hidráulicas en edificios  
Incluye servicios de plomería y fontanería
- 500032 Instalación y reparación eléctrica en edificios
- 500033 Carpintería y obras de construcción  
Incluye : la fabricación y colocación de muro, puertas, ventanas y otros productos de madera en obras de construcción
- 500034 Instalación de telecomunicaciones  
Incluye :  
\* Sistemas de instrumentación de control  
\* Telégrafos  
\* Teléfonos  
\* Radios  
\* Sistemas de microondas
- 500035 Instalaciones especiales  
Cuando existan establecimientos que se dedique exclusivamente a proporcionar servicios de instalación productores del equipo aquí referido y que se clasifican en las ramas correspondientes  
Incluye la instalación de :  
\* Ayudas visuales en pista aéreas  
\* ayudas electrónicas en pistas aéreas  
\* Aire acondicionado  
\* Intercomunicación y sonido  
\* Oxígeno, vacío y aire comprimido  
\* Sistema contra incendio  
\* Instalaciones electrónicas  
\* Instalaciones para albercas  
\* Aparta rayos  
\* Sincroelevadores  
\* Aislantes térmicos y acústicos  
\* Instalaciones de cercas de mallas de alambre  
\* Instalación de material refractario  
\* Instalación de refrigeración  
\* Instalaciones electromecánicas

- 500041 Cimentaciones  
Incluye :  
\* La fabricación e hincado de pilotes de concreto  
\* Las cimentaciones especializadas  
\* Los tratamientos de instalaciones
- 500042 Excavaciones subterráneas  
Incluye :  
\* Túneles  
\* Casas de máquinas subterráneas  
\* Lumbreras
- 500043 Obras subacuáticas
- 500044 Construcción de vía  
Incluye :  
\* Tendido de vía  
\* Colocación de balasto
- 500045 Realización de obras artísticas  
Incluye :  
\* Murales  
\* Esculturas  
\* Restauración de obras  
\* Labrados de piedras
- 500046 Instalación de señalamientos y protecciones  
Cuando existan establecimientos que se dediquen solo a esta labor de instalación, independientemente de los establecimientos productores de este equipo.  
Incluye la instalación en :  
\* Zona urbanas  
\* Carreteras  
\* Ferroviarias  
\* así como la instalación de defensas viales
- 500047 Demoliciones
- 500048 Construcción de plantas potabilizadoras o de tratamiento de aguas
- 500049 Perforación de pozos petroleros y de gas. Incluye las obras de perforación cuando son realizadas por contratistas especiales.
- 500050 Perforación de pozos de agua



500051                   Otras labores relacionadas con la construcción no  
enumeradas en clases anteriores.  
Incluye : la protección anticorrosiva, limpieza de  
tanques, control del medio ambiente, pulimento de  
terraza, cemento y madera.

#### 8.4.- RELACIÓN DE EMPRESAS DEL ESTADO O DE PARTICULARES CON LAS QUE SE ESTABLECIERON CARTAS - COMPROMISO.

- 1.- Cal química mexicana II. Se firmó el 8 / Agosto / 91. (Antes negociación exploradora de cal diamante, S. de R.L. de C. V.) domicilio : acceso norte No. 110.- S.L.P.
- 2.- Cascade Cartridge internacional, S.A. de C.V., se firmó el 30/agosto/91 con domicilio carretera central km. 419 - 450, S.L.P.
- 3.- Diener San Luis Potosí S.A. de C. V., se firmó el 8/Mayo/91 domicilio: calle del arco s/n Km. 1.5, zona industrial, S.L.P.
- 4.- Empresas químicas de México, S.A. de C.V., se firmó el 26/Abril/91 con domicilio eje No. 120 con calle al aguaje, zona industrial, S.L.P.
- 5.- Ferrocarriles nacionales de México, se firmó el 12/Noviembre/91 con domicilio Av. 20 de Noviembre No. 1200, ciudad
- 6.- Fundición San Jorge, S.A., se firmó un compromiso de reubicación el 18/septiembre/91, con domicilio calle Puerto Rico esq. con Haití, col. San Francisco S.G.S.
- 7.- Hidrocal San Luis, S.A. de C.V. se firmó el 2/octubre/91 con domicilio Camino al Aguaje, Periférico sur.- S.L.P.
- 8.- Negociación Minera Santa María de la Paz y anexas, S.A. de C.V., se firmó el 29/enero/91 con domicilio Alvaro Obregon No.2, Villa de la Paz, S.L.P.  
(Información verbal Depto. Jurídico de SEDUE, Delegación en el estado)

#### 8.5.- REGISTRO DE AGUAS RESIDUALES

A continuación se enumeran las empresas que tienen registrado sus aguas residuales, ante la Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal, San Luis Potosí.

NOMBRE	OFICIO No.	F E C H A
1.- Industrias químicas de México	24028J001	27/nov./73
2.- Química San Luis, S.A.	240280002	12/nov./73
3.- Industrial Minera México, S.A.	24028J003	28/nov./73
4.- Química Potosí (Vimsa)	0004	23/nov./73
5.- Química Coyoacan	0006	28/nov./73

6.- Tracord Mexicana	J006	26/nov./74
7.- Industrial Papelera San Luis	0007	28/nov./73
8.- Bendix Mexicana	0008	28/nov./78
9.- Detersol	0009	28/nov./73
10.- Herdez, S.A.	0010	12/feb./74
11.- Polipropileno Nacional	0012	03/mayo/71
12.- Winner Codex	0025	16/nov./81
13.- Aceros San Luis	0031	29/mayo/74
14.- Industrial del Centro	0035	30/mayo/74
15.- Guantes Industriales	0045	03/jun./74
16.- Encajes mexicanos	0903	01/jul./74
17.- A.C. Mexicana, S.A.	1342	28/jun./74
18.- Mármoles Sacarías	1415	24/sep./74
19.- Yesos Sacarías	1416	24/sep./74
20.- Bicicletas y refacciones	1436	24/feb./75
21.- Servicios Díaz de León	1451	07/mar/71
22.- Moore Busines Forms de México	1459	20/mayo/75
23.- Tricot San Luis, S.A.	1456	10/jun./75
24.- Potosí Industrial	1504	18/jun./75
25.- Muebles Con-Per, S.A.	1507	28/jun./75
26.- Industrial Prodin	1508	23/jun./75
27.- Oh-Cay de México (placa y rolado de San Luis)	1578	04/ag./75
28.- General Popo	1721	14/oct./75
29.- Talleres industriales potosinos	1748	29/oct./75
30.- Cia. Mexicana de refractario AP. Green	1791	08/dic./75
31.- Productos Eléctricos del Potosí	1792	08/dic./75
32.- Cía. Fundidora de metales y aleaciones	1806	26/dic./75
33.- Tumac, S.A.	1809	18/dic./75
34.- Manufacturas de fundición, S.A.	240283019	
35.- Electroquímica potosi, S.A.	240283018	
36.- Aromáticos químicos, S.A.	240283007	
37.- Abastecedora siderúrgica, S.A.	240282989	
38.- Cupro San Luis, S.A.	240283024	
39.- Cia. Cigarrera La Moderna, S.A.	240283026	
40.- Crown Cork de México, S.A.	240283027	
41.- Ind. Maquiladora aceros	240283028	
42.- Barmenia Textil	240283029	
43.- Equipos IEM, S.A.	240283030	
44.- Autotrans. Petromex, S.A.	240283031	
45.- Derivados acrílicos, S.A.	240283032	
46.- Tizamatic, S.A.	240283033	
47.- Conductores CM, S.A.	240283034	
48.- Casa de la moneda	240283035	
49.- Dina Cummins, S.A.	240283036	
50.- Controles eléctricos comasa	240283037	
51.- Empresas químicas de México, S.A.	240283038	
52.- Tuberías y estructuras, S.A.	240283039	
53.- Chicles Canel's, S.A.	240283040	

54.- Midland Ross de M,xico, S.A.	240283042	
55.- Fabrica de cospeles	240283043	
56.- Aceros Beneficiados del centro	240283044	
57.- Parafinas de Potosí, S.A.	240283045	
58.- B. I. González	240283046	24/sep./86
59.- Duracero, S.A.	240283047	
60.- Articulos de lámina, S.A.	240283048	08/jun./87
61.- Troqueladora industrial, S.A.	240283049	
62.- Celulosa Papelera S.A.	240283050	
63.- Ind. Monfel, S.A.	240283051	
64.- Ind. parafinera, S.A.	240283052	
65.- Balnearios y Desarrollos, S.A.	240283053	
66.- Empaques sanitarios, S.A.	240283054	
67.- Embotelladora San Luis, S.A.	240283055	
68.- Química Avangar, S.A.	240283056	09/feb./89
69.- Balneario y manantiales de Lourdes	240283057	26/mayo/89
70.- Cía. Minera Río Colorado	240283058	
71.- Leiser, S.A. de C.V.	240283059	
72.- Productora Nal. de papel destin.	240283060	
73.- Fosfatos tricalcicos, S.A.	240283061	
74.- Fox-Mex, S.A.	240283062	
75.- Norestano, S.A. de C.V.	240283063	
76.- Coyoacan Química, S.A.	240283064	
77.- Acabados textitram y Martex P.	240283065	
78.- Polipropileno Nal. S.A.	240283066	
79.- Perfiles Mavi, S.A.	240283067	
80.- Aromáticos La Victoria	240283068	
81.- Transform. y serv. de Potosí	240283069	
82.- Sist. y componentes elect.	240283070	16/nov./90
83.- Ind. Alde, S.A.	240283071	21/ene/91
84.- Ind. de Min. del Potosí, S.A.	240283072	
85.- Alloga ind. S.A.	240283073	15/feb./91
86.- Metales Potosí (cancelado)	240283074	27/feb./91
87.- Gpo. Ind. C&F, S.A.	240283075	28/mayo/91
88.- Adydsa de Centro, S.A.	240283076	
89.- Mier Vickerman y Cía., S.A.	240283077	03/sep./91
90.- Hidrocal San Luis S.A.	240283078	23/oct./91
91.- Bodegas de granos, S.A.	240283079	24/oct./91
92.- Concretos CEMEX, S.A.	240283080	05/nov./91
93.- Ram, S.A. de C.V.	240283081	15/nov./91
94.- Valeo térmico, S.A. de C.V.	240283082	09/ene/92

(CNA, 1990)

#### 8.6.- CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA

A continuación se presenta una relación de las empresas que tienen registrado sus condiciones particulares de descarga, ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Delegación Estatal, S.L.P. (hoy SEMARNAP), éstas condiciones son fijadas por las autoridades correspondientes dependiendo del giro de cada empresa.

NOMBRE	OFICIO NO.	FECHA
Abastecedores pecuarios Lozano	411-2614	02/12/85
Aceros Beneficiados del centro	410-1406	28/05/87
Aceros San Luis		12/06/90
Aeropuertos y Servicios aux.	5049	28/0779
Alambre potosí, S.A.	411-2517	23/09/88
Bal. de manantiales de L.		21/05/90
Barmenia textil	410-2530	15/08/86
Bendix mexicana	411-435	
Bicicletas mercurio	411-4571	23/09/88
Briquetas de México	411-4571	11/09/81
B. I. González	411-0977	29/12/88
Cascade Cartridge I.	410-2136	13/08/86
Celulosa papelera	411-0994	21/06/88
Cementos Anahuaca del golfo	411-4570	29/11/89
Cementos Mexicano	411-4568	10/01/90
C. Ing. Joaquin P. González	2413.02.5035	
Cia. Nestle		26/03/87
Concentrados Industriales	410-0533	13/08/86
Conductores C.M.	410-1212	22/05/87
Conductores latincasa	411-2615	03/12/85
Controles Elec. COMASA	410-1211	22/05/87
Consortio manuf. de S.L.	410-2138	13/08/86
Copal Mexicana	411-2526	12/08/88
Cupro San Luis	411-2658	04/12/85
Chicles Canel's	410-1485	22/05/87
Derivados acrílicos	411-2513	12/08/88
Destiladora Huasteca	411-2947	/87
Detersol	410-2387	13/08/86
Diener	411-2613	05/12/85
Dina Cummins	410-1217	03/06/87
Duracero	410-1837	08/01/88
Empresas químicas de México	410-1484	22/05/87
Equipos IEM	410-2527	13/08/86
Fibracel	241.3.02	/84
General Tire	411-0804	/84
Herdez	411-2525	12/08/88
Ind. maq. de aceros	410-1504	22/04/87
Ind. química Delgar	411-0847	17/07/88
Ind. papelera de San Luis	6780	08/09/82
Ind. química de México	411-2514	03/08/88
Ingenio alianza popular	411-3084	12/12/84
Ingenio Plan de Ayala	241.3.02-5036	05/06/81
Ingenio Plan de San Luis	241.3.02-8233	25/10/82
Ingenio Ponciano Arriaga	11717	02/12/81
Latinoamericana de cables	411-2615	12/02/85
Maquinaria pesada y equipo	411-7362	22/05/90
Mexinox	410-2434	13/08/86

Petróleos Mexicanos	411/2951	25/10/84
Polipropileno Nacional	411-0445	/84
Productora de cospeles	410-1210	13/06/87
Pronapade	4.48	/78
Química Vangar	411-6458	07/11/89

(Consulta a los archivos de la delegación SEDUE).

### 8.7.- RED DE MONITOREO

En el estado de San Luis Potosí opera una red de monitoreo de la calidad del agua, constituida por 27 estaciones, con una frecuencia de muestreo bimestral (SEDUE, 1988).

La red está constituida por las siguientes estaciones :

- \*\* 13 en la zona Huasteca.  
Ríos; Moctezuma, Gallinas, Amajac, Axtla, Coy, Tampaón, Agua Buena, Tamasopo, El Salto, Valles y Choy.
- \*\* 10 en los acuíferos del Valle de San Luis Potosí.
- \*\* 4 en el Río Verde.  
(SEDUE, 1988)

Para estudios específicos de la calidad del agua en la cuenca de San Luis Potosí, se muestrean 14 pozos de agua potable diferentes a la red nacional de monitoreo, también de forma bimestral.

En la cd. de Matehuala, S.L.P., se muestrean 6 estaciones de las cuales se cubren la red de agua potable del lugar, cada dos meses para agosto del presente año se realizaran muestreos en Cd. Valles, S.L.P. de la red de agua potable (SEDUE, 1988).

Se realizan con este fin análisis fisicoquímicos y bacteriológicos al agua extraída del subsuelo no se le da ningún tratamiento de desinfectación.

C.N.A. tiene en proyecto operar 10 estaciones de monitoreo en base a los estudios de calidad del agua.

Los parámetros que se determinan son :

- Turbidez
- Color
- Oxígeno disuelto
- Dureza total
- Dureza temporal
- Metales pesados
- pH
- Conductividad eléctrica

Resistividad  
Alcalinidad total  
Alcalinidad a la fenolftaleina  
Cloruros  
Sulfatos  
Calcio  
Magnesio  
Nitratos  
Sodio  
D.B.O  
Sólidos totales  
Sólidos disueltos  
Coliformes fecales  
R.A.S.

(Información proporcionada por Químico Juan Torres, Gerencia Estatal, CNA).

## 9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las observaciones y opiniones que en el presente capítulo se describe, son el resultado del conocimiento adquirido durante la presente investigación, en la que se partió como principio en las investigaciones técnicas concernientes a cada tema tratado en el presente estudio.

### CONCLUSIONES

\*\*\* En concordancia y como consecuencia del marco físico del estado expuesto, refiriéndose en primer término a las posibilidades de desarrollo hidroagrícola, puede concluirse que en la región de la Huasteca (20% de la entidad), es viable a la agricultura de temporal; desde cultivos de ciclo vegetativo corto, en los cuales el riego suplementario es importante para elevar la producción agrícola. Existen zonas en las cuales el exceso de agua demerita dicha producción, y por lo tanto requieren de obras de drenaje y protección.

\*\*\* En la denominada Zona Media del estado, que abarca una superficie del 20% del total, la situación es de limitadas posibilidades para la agricultura de temporal, en donde el riego es muy necesario

\*\*\* La mayor proporción (60%) de la entidad, se encuentra enclavada en el Altiplano, en donde la agricultura no es viable sin riego.

\*\*\* Al mismo esquema anterior corresponde las posibilidades de desarrollo hidráulico. En la región Huasteca actualmente se encuentra con infraestructura de riego para 45 mil Has., en cuyas obras destaca la primera fase de proyecto Pujal - Coy con 35 mil Has., que aun cuando se encuentran en operación, requiere de mejoras a la infraestructura para su uso pleno. Por lo que se refiere a nuevas obras, se tiene detectada la posibilidad de incorporar 150 mil Has. al riego, mediante presas y bombeos de aguas superficiales, ya que el agua subterránea es muy escasa. De su segunda fase, una cobertura de 160 mil Has en el estado, área en la que ahora se desarrolla una etapa transitoria de agricultura de temporal tecnificado.

\*\*\* En la Región Media, la superficie con infraestructura para riego es de 45 mil Has., predominando la captación de aguas subterráneas y aprovechamiento de manantiales (90%), ya que el de agua superficial es escasa y de régimen muy irregular. Las posibilidades de desarrollo hidráulico en esta zona, se estima en no más de 10 mil Has. con condiciones semejantes a las actuales, en cuanto a obras posibles técnicamente.

\*\*\* El Altiplano a tenido un desarrollo hidráulico importante en algunas subregiones (Valle de San Luis Potosí, Villa de Reyes, Villa de Arista), fundada en la existencia de acuíferos productores, de los cuales se han beneficiado usuarios agrícolas, urbanos e industriales.

Los acuíferos presentan también sobreexplotación y conflictos por la asignación del agua, en el área de asentamiento de la conurbación de la ciudad capital y Soledad de Graciano Sánchez, donde se concentra casi el 40% de la población del estado. La región cuenta con infraestructuras para riego de 37 mil Has., en el 90% los cuales el agua es de origen subterráneo. Las posibilidades de desarrollo hidráulico están sumamente restringidas, dadas las ya casi nulas de aprovechamiento superficiales y la competencia, que en el Valle de San Luis

Potosí se da, entre estos y otros usos de mayor prioridad, ya que en este se concentra el 40% de la población del estado.

\*\*\* Sin las posibilidades de aprovechamiento superficiales y muy limitadas en cuanto a aguas subterráneas en la mayor parte de este territorio, el enfoque en obras nuevas de este último tipo, y aun de algunas en operación con resultados agrícolas poco alentadores, debe dirigirse a impulsar el desarrollo pecuario, de ganado menor, que permite recuperar y aún superar, la importancia que tuvo en épocas pasadas.

\*\*\* Ante los retos para lograr un verdadero desarrollo hidráulico fincado en la racionalidad en el uso del recurso, en su justa y equitativa distribución y remuneración por el servicio, se consideran pertinentes las siguientes estrategias o líneas de acción encaminadas a aliviar los conflictos de demanda, disponibilidad y de competencia entre los diferentes usos del agua:

- Uso pleno y eficiente de la infraestructura construida
- Reducción de consumos
- Control de la calidad del agua
- Rehuso y recirculación
- Impartir asistencia técnica y extensionismo
- Localización de nuevas industrias de alto y mediano consumo de aguas en zonas de relativa abundancia del recurso
- Fijación de precios de garantía justos para los productos agrícolas ya que con los actuales ningún proyecto de pequeño o mediano riego resulta económicamente factible.

#### CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Dentro de la jurisdicción de la Comisión Nacional del Agua en el estado de San Luis Potosí, la subgerencia de administración del agua supervisa a la fecha un total de 4,042 entre norias y pozos profundos, los cuales extraen un volumen aproximado de 245, 615, 599 de metros cúbicos en zonas de libre alumbramiento y en zonas de veda, estas últimas, declaradas con el fin de controlar y vigilar que la explotación de las aguas subterráneas se realice en forma racional, estas zonas de veda representan una superficie de 19, 456 kilómetros cuadrados y se clasifican en tres tipos, los cuales están en función del grado de explotación a que estén sometidos los acuíferos.

#### CONTROL DE AGUAS NACIONALES

MUNICIPIO	USOS			EXTRACION
	AGRIC.	INDS.	VARIOS	VOL. TOTAL M3
Cd. del Maíz	58	-	3	1,059,000
Cerritos	4	-	-	72,000
Charcas	14	7	41	131



Salinas	30	-	3	216,000
San Ciro de Acosta	4	-	2	706,000
San Luis Potosí	1989	72	4	75,026,872
Vanegas	23	-	3	4,980,000
Villa de Arista	163		5	28,181,280
Villa de Guadalupe	31	-	4	2,256,000
Villa de Ramos	283	1	19	10,663,200
Rioverde	151	3	12	16,305,420
Venado	63	-	175	3,925,425
Cedral	205	2	10	7,688,472
Villa de Arriaga	1	2	1	3,979
Villa Hidalgo	14		6	1,710,000
Villa Juárez	25	-	2	1,213,500
Villa de Reyes	202	20	70	33,478,510
Soledad de G. S.	203	11	33	4,423,497
Tierra Nueva	1	-	1	39,000
Sta. María del Río	49	1	10	2,412,880
Sto. Domingo	44	-	4	390,000
Sn. Nicolas T.	5	-	-	108,000
Matchuala	13	1	4	1,818,000
Mexquitic de Carmona	384	-	45	2,403,364
Moctezuma	188	-	266	24,984,120
Guadalcazar	14	-	4	858,365
Lagunillas	2	-	-	-
Catorce	13	2	2	2,274,000
Cárdenas	2	-	1	131
Armadillo de los I.	9	-	6	788,966
Villa de Zaragoza	6	-	6	57,000
Ahualulco	181	1	20	1,980,825
Cd. Fernández	344	1	6	15,590,662

---

TOTAL	2,927	147	968	245,615,599
-------	-------	-----	-----	-------------

A continuación se enumeran los pozos y bordes incorporados a los programas de la jefatura de unidades de riego 705.

NOMBRE DE LA PRESA	MUNICIPIO	VOL. DE ALMACENAJE MM3
Ing. Valentín Gama	Sta. María del Río	9,650
Alvaro Obregon	Mexquitic	3,500
Sta. Ana	Villa de Reyes	3,640
Sta. Genoveva	Mexquitic	3,500
Mariano Moctezuma	Sta. María del Río	3,090

Dolores Ventilla	Villa de Reyes	2,500
El Carmen	Sta. María del Río	1,800
Providencia	Villa de Reyes	1,900
San José de Villa	Sta. María del Río	1,600
San Luis	Villa de Reyes	1,500
La Rivera	Mexquitic	1,200
Dolores	Sta. María del Río	1,400
Cañada de Yañez	Sta. María del Río	900
Jesús	Villa de Reyes	700
Rodeo	Villa de Reyes	570
Guao	Villa de Reyes	500
Refugio o Carranco	Villa de Reyes	400

---

## DISPONIBILIDAD TOTAL DE AGUA

Considerando el volumen disponible de los pozos y de los almacenamientos, se tiene un volumen disponible para el uso agrícola de 343,563.35 mm<sup>3</sup>, éste volumen es el mismo que se utiliza para fines agrícolas.

## CONDICIONES GEOHIDROLÓGICAS EN LOS PRINCIPALES VALLES AGRÍCOLAS DEL ALTIPLANO Y ZONA MEDIA DEL ESTADO

En base a los estudios geohidrológicos que se han elaborado por la representación general de la SARH a partir del año de 1971 en los diferentes valles, cuencas y regiones que conforman la Zona Media y Altiplano de San Luis Potosí, los cuales se han ido actualizando, se harán unos breves comentarios sobre las condiciones geohidrológicas que predominan en los principales valles que se utilizan primordialmente en la agricultura por medio de pozos que extraen volúmenes importantes de aguas subterráneas.

1) Valle de San Luis Potosí.- En este valle la existencia de dos acuíferos con niveles piezométricos diferentes. El acuífero freático o superior esta almacenado en rellenos aluviales, con profundidades a nivel estático que varían de 10 - 40 mt y que esta explotado por una gran cantidad de pozos a cielo abierto o norias equipadas con bombas de 2 y 3 pulgadas que aportan caudales de 4 a 10 l.p.s. El acuífero inferior o profundo se encuentra almacenado en materiales volcánicos compactos y semi-compactos de tipo riolítico; la profundidad al nivel varía de 70 a 110 mt con niveles de bombeo de 90 a 140 mt., aportando caudales entre 30 y 60 l.p.s. y registrando un promedio anual de un metro de abatimiento en sus niveles de agua.

2) Valle de Villa de Reyes.- En esta zona se detecta la presencia de cuando menos dos acuíferos. El primero que es utilizado principalmente en actividades agropecuarias y que se encuentra en materiales aluviales y conglomerados, encontrándose el nivel estático entre 30 y 60 mt y el dinámico entre 40 y 90 mt, promediando gastos del orden de 30 a 50 l.p.s. y el acuífero termal más profundo que se encuentra en rocas ígneas (tobas y coladas) de composición félsica, encontrándose el nivel estático entre 25 y 65 mt y el dinámico entre 65 y 140 mt con gastos que varían de 30 a 80 l.p.s., con abatimiento de 1 mt por año.

3) Valle de Villa de Arista.- El acuífero en explotación esta formado principalmente por rellenos aluviales, depósitos lacustres y conglomerados, con profundidades a nivel estático entre 20 y 60 mt y niveles dinámicos de 40 a 90 mt, obteniéndose caudales del orden de 30 a 60 l.p.s. y registrándose un abatimiento regional de 0.6 mt anuales.

4) Zona El Barril.- Los acuíferos de la zona El Barril, están conformados por rellenos aluviales, conglomerados poco cementados y tobas arenosas del Terciario, encontrándose las profundidades a los niveles estáticos entre los 25 y 50 mts y niveles dinámicos de 50 a 90 mts., con caudales predominantes de 20 a 40 l.p.s., registrándose un abatimiento en zonas de mayor concentración de pozos del orden de 1.3 mts. por año.

5) Valle de Cedral - Vanegas.- El acuífero almacenado en este valle se encuentra en los rellenos aluviales, con profundidades al nivel estático del orden de 10 a 40 mts. y caudales de 20 a 50 l.p.s., presentando niveles de bombeo de 50 a 90 mts. y abatimientos del orden de 0.7 mts. al año.

6) Cuenca de Rioverde.- En esta región existen dos acuíferos : el almacenado en rellenos aluviales y el ubicado en las calizas de la Formación El doctor. En el primero de ellos se encuentran la gran mayoría de los aprovechamiento hidráulicos subterráneos, notándose que las profundidades a las cuales se localizan los niveles de agua varían entre 2 y 40 mts. con caudales de 25 a 70 l.p.s. presentando niveles dinámicos de hasta 70 mts. y un abatimiento en donde existe la mayor concentración de pozos y norias del orden de 0.75 mts. por año.

Con respecto al acuífero almacenado en las rocas calizas de la Formación El Doctor se puede decir que es de gran potencial acuífero, ya que dio lugar a los principales manantiales existentes en la región tales como "La Media Luna", "Anteojitos", "Puerta del Río", y varios más.

## CORRIENTES DECRETADAS EN PROPIEDAD NACIONAL

### AGUAS SUPERFICIALES

Dentro de la jurisdicción de la Comisión Nacional del Agua en el estado de San Luis Potosí, la Subgerencia de Administración del Agua supervisa y controla un total de 82 corrientes de propiedad nacional siendo en mayoría arroyos intermitentes afluentes de corrientes principales de poca importancia en cuanto a la conducción de aguas, pero por sus características reúne condiciones necesarias señaladas por la Ley Federal de Aguas de Propiedad Federal.

De dichas corrientes se extraen un volumen aproximado de 1,186,501,750 m<sup>3</sup> de aguas broncas anualmente encontrándose vedadas para su explotación con el fin de tener un control racional de extracción buscando con ello proteger la flora y la fauna de estas regiones, dentro de los 26 municipios controlados por la residencia general de aprovechamiento hidráulicos en cuanto a aguas superficiales se refiere, así tienen abiertas al cultivo 17763-75-55 has. los cuales se benefician con 837,005,737 m<sup>3</sup> anualmente, así como se tiene para otros usos como domésticos, abrevadero e industrial (CNA, 1990).

Cabe señalar que es la CNA el conducto por medio del cual se deben canalizar todas las solicitudes relativas a la explotación de aguas nacionales dentro de su jurisdicción en el

estado para la cual un organismo en el que intervienen todas las áreas de esta dependencia del ejecutivo federal involucradas en el uso y manejo del agua. Dicho organismo se denomina Comité Estatal Planificador del Agua y su función es además de vigilar y controlar la explotación de aguas de propiedad federal, la de dictaminar sobre bases técnicas y legales todo relacionado a solicitudes de aprovechamiento de aguas subterráneas y superficiales, siguiendo instrucciones del C. secretario del ramo, giradas en oficio No. JOI-6187 de fecha 25 de Julio de 1984.

**CORRIENTES DE PROPIEDAD NACIONAL EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ  
(CNA, 1990)**

CORRIENTE	FECHA DECLARATORIA	
	AHUALULCO	No.
Arroyo Tecolote	85	13-07-1935
Arroyo Yerbabuena	86	13-07-1935
Arroyo Seco o Puerco	130	29-11-1934
Arroyo El Arenal	126	29-11-1934
Río La Parada o Bocas	68	15-11-1933
<b>CÁRDENAS</b>		
Arroyo La Labor	55	04-04-1935
Arroyo Los Sabinos	158	17-12-1934
Arroyo El Tullillo	236	11-05-1957
Arroyo El Galón	31	04-03-1961
Arroyo El Macho	76	21-03-1933
<b>CATORCE</b>		
Arroyo Jordán	216	18-06-1923
Arroyo Peña Morada	05	05-01-1939
<b>CHARCAS</b>		
Arroyo El Flojo	27	03-01-1936
Río Charcos	96	06-05-1936
<b>CD. DEL MAÍZ</b>		
Río Naranjos	205	02-10-1920
Río Martínez	106	19-03-1956

CD. FERNÁNDEZ

Río Piedras Blancas 348 29-07-1927

GUADALCAZAR

Arroyo Papas o Principal 01 02-01-1934

MOCTEZUMA

Arroyo Puerto Los Duques 131 29-11-1934

RAYÓN

Arroyo Coloradas o escondidas 36 04-04-1935

Arroyo Roncador o Ídolo 289 09-12-1926

RIOVERDE

Río Bagres 18 29-03-1958

Arroyo Cha o Las Minas 127 29-11-1934

Arroyo La Loma 632 20-06-1928

Arroyo San Diego 24 16-02-1928

Río Vielma 12 30-06-1935

Río Verde 264 15-10-1920

SN. NICOLAS T.

Arroyo Aguacatal o Salitrillo 53 16-06-1934

Río Barranca de Sn. Joaquin 175 09-12-1935

Arroyo El Jaguey 176 09-12-1935

Arroyo Golondrinas 184 09-12-1935

Arroyo Las Piletas 37 16-01-1936

CERRO DE SN. PEDRO

Arroyo Cerro de Sn. Pedro 52 15-06-1934

STA. MARÍA DEL RÍO

Arroyo Ancho o Viejo 97 01-07-1931

Arroyo Badillo 77 04-10-1952

Arroyo Cañadas Sn. Pedro 138 29-11-1934

Arroyo Cerro Prieto y La Escondida 28 16-02-1935

Arroyo Cochino 37 14-06-1955

Arroyo Cuesta del Gallo 31 22-04-1954

Arroyo El Carrizo 141 11-11-1935

Arroyo El Caracol 48 01-02-1936

Arroyo El Carrizal	96	07-02-1956
Arroyo El Mas Abrigo	65	19-10-1954
Arroyo El Tulito	81	25-02-1959
Arroyo Gloria	31	22-04-1954
Arroyo Golondrinas	139	29-11-1934
Arroyo Guapila	140	29-11-1934
Arroyo Hondo	172	09-12-1935
Arroyo Huerta Cana	97	01-07-1931
Arroyo Jaralillo o Zorrillo	190	02-09-1935
Arroyo La Enramada	117	20-08-1926
Arroyo La Escondida	29	16-02-1935
Arroyo La Huerta	22	14-05-1952
Arroyo La Tecolota	133	29-11-1934
Arroyo Las Tortugas	31	22-04-1954
Arroyo Pilitas	44	04-06-1951
Arroyo Rincón del Meco o Arbolito	94	01-01-1955
Arroyo Sn. Cristóbal o Tule	171	09-12-1935
Río Sta. María o Altamira	44	22-03-1921
Arroyo El Soyate	56	04-04-1935
Arroyo El Tambortel	13	28-11-1935
Arroyo El Vallecito	32	04-06-1941
Arroyo Pinalito o Canadá	115/83	11-10-1931
Río Villela	97	01-07-1931

#### TIERRA NUEVA

Río Jofre	19	23-02-1955
-----------	----	------------

#### VILLA DE ARRIAGA

Río Hondo y Santanejo	38	09-04-1953
-----------------------	----	------------

#### VILLA DE REYES

Arroyo Cañón Grande, Cañón Chico	94	06-05-1936
Arroyo Negritas y Panales	94	06-05-1936
Río Carranco	241	02-10-1926
Arroyo La Cañada	157	17-12-1934
Arroyo San Isidro	84	20-07-1935

#### VILLA JUÁREZ

Río Coy o San Tiburcio	306	02-12-1924
------------------------	-----	------------

#### ARMADILLO

Río Armadillo	169	20-08-1926
Arroyo Campanero	181	09-12-1935
Arroyo Colorado	174	09-12-1935
Arroyo Lajitas	179	09-12-1935

Arroyo Magaña	38	15-01-1936
Arroyo Muerto	182	09-12-1935
Arroyo Nogalitos o Pozos	173	09-12-1935
Arroyo Ojo de Agua	178	09-12-1935
Arroyo Salto	39	15-01-1936
Arroyo Varadulce	196	23-12-1935

#### ZONA HUAASTECA

##### CD. DEL MAÍZ

Río Tamasopo	24	18-01-1924
--------------	----	------------

##### CD. VALLES

Río Valles	100	04-08-1920
Río Choy	50	08-03-1921
Río Tampaón	6719	30-06-1922

#### PRESAS DE ALMACENAMIENTO EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ (ZONA ALTIPLANO)

##### CONTENIDO

En la Zona Altiplano del estado, que es la jurisdicción de la jefatura de unidades de riego 705, se cuenta con 17 empresas de almacenamiento con fines agrícolas incorporadas en los programas.

A continuación se enumeran las presas, mencionando el nombre, su ubicación, su capacidad total, su capacidad útil y su capacidad de azolve (INEGI, 1985).

NOMBRE DE LA UNIDAD	MUNICIPIO	CAP. TOTAL	CAP. ÚTIL	CAP. AZOLVE
Valentín Gama	Sta. María del R.	10000	9650	0.350-713
Alvaro Obregon	Mexquitic	4980	3500	1480-254
Sta. Ana	Villa de Reyes	4000	3640	0.360-331
Sta. Genoveva	Mexquitic	4000	3500	0.500-799
Mariano Moctezuma	Sta. María del R.	3200	3090	0.110-160
Dolores Ventilla	Villa de Reyes	2790	2500	0.290-236
Carmen	Sta. María del R.	2000	1800	0.200-800
Providencia	Villa de reyes	1960	1900	0.060-150
Sn. J. de Villela	Sta. María del R.	1650	1600	0.050-100
San Luis	Villa de Reyes	1550	1500	0.060-200
La Rivera	Mexquitic	1500	1200	0.300-241
Dolores	Sta. María del R.	1450	1400	0.050-150

Cañada de Yañes	Sta. María del R.	1000	0.900	0.100-138
Jesús	Villa de Reyes	0.750	0.700	0.050-115
Rodeo	Villa de Reyes	0.600	0.570	0.030-056
Guao	Villa de Reyes	0.600	0.500	0.100-060
Refugio o Carranco	Villa de Reyes	0.500	0.400	0.100-030

TOTALES		42,540	38,35	4,190
---------	--	--------	-------	-------

## OBJETIVO

El objetivo de las presas es la captación de aguas de lluvias y escurrimientos originados por las mismas, para su utilización para fines agrícolas.

## UTILIDAD

La construcción de las presas fueron con el fin de elevar el nivel de vida de los campesinos de la región; logrando que se siembre cuando las precipitaciones sean favorables 3821 hectáreas, con un volumen de 38821 mm<sup>3</sup>, y beneficiando a 5960 familias campesinas.

\*\*\* Las unidades acuíferas existentes en el Valle de San Luis Potosí, están ubicadas en la misma unidad geológica, que consiste en un depósito de materiales aluviales heterogéneos, y sin presentar una clasificación definida, sin haber una separación de los acuíferos determinada por alguna roca impermeable. sino por propiedades y características fisicoquímicas de las aguas, así como las propiedades de masa de los agregados de material aluvial, los cuales en conjunto, definen a la unidad acuífera superior como un acuitardo y a la unidad acuífera inferior como un acuífero semiconfinado.

\*\*\* La recarga del acuífero libre del Valle de San Luis Potosí es local, por medio de la infiltración de las corrientes superficiales intermitentes, así como por las aguas residuales de los canales, tanques de sedimentación y áreas de riego, son estas, las que se infiltran en una gran superficie, todas estas aguas provienen de la mancha urbana y de la zona industrial. Otra fuente de descarga, es el agua proveniente de las precipitaciones pluviales que son captadas e infiltradas en la superficie reflejándose éste, en los niveles piezométricos en un ciclo de recarga anual, regido por las características de cada año hidrológico. La principal fuente de recarga hacia ésta unidad acuífera es la infiltración de aguas residuales de origen tanto urbano como industrial.

\*\*\* La recarga del acuífero semiconfinado del Valle de San Luis, es a través, de la Cuenca de Villa de Reyes, siendo esta la más importante, también se registran infiltraciones provenientes de la serranía circundantes a la cuenca, a través, de fallas y fracturas existentes en las rocas .

\*\*\* El gasto que proporciona el acuífero libre en el Valle de San Luis Potosí va de los 15 a 75 l.p.s., con un promedio de 40 l.p.s.

\*\*\* El incremento en la extracción del agua en el acuífero semiconfinado, puede ocasionar una elevación en la cantidad de fluoruro disuelto al provocar el aumento en el desequilibrio en el sistema agua-roca.



\*\*\* Estudios efectuados por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, demuestran que el 62.82% de los pozos ubicados en la zona conurbada de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez, presentan concentraciones de Flúor mayores a lo óptimo recomendado (0.7 a 1.0 p.p.m.), lo que explica la incidencia de Fluorosis dental hasta en grado 4 (aspecto corroído). La presencia de fluoruros se explica por las condiciones geológicas del área donde drenan los acuíferos.

\*\*\* El Fluoruro es el único parámetro que rebasa las normas de calidad en forma negativa en el acuífero semiconfinado de San Luis Potosí.

\*\*\* El riego con aguas negras ocasiona la elevación en las concentraciones de cloruros y nitritos en el acuífero libre en el Valle de San Luis Potosí, originando zonas con aguas de mala calidad.

\*\*\* La red de monitoreo de la calidad del agua en el estado de San Luis Potosí consta de 27 estaciones distribuidas de la siguiente forma (SEDUE, 1988) :

- \*\* 13 en la zona Huasteca; en los ríos Moctezuma, Amajac, Axtla, coy, Tambaón, Gallinas, Choy, Agua Buena, Tamasopo, El Salto y Valles.
- \*\* 10 en pozos de los acuíferos en el Valle de San Luis Potosí
- \*\* 4 en el río Verde

\*\*\* Los parámetros determinados en la red de monitoreo de calidad de agua son : color, turbidez, oxígeno disuelto, dureza total, dureza de calcio, dureza de magnesio, metales pesados pH, conductividad hidráulica, alcalinidad total, alcalinidad a la fenolftaleína, cloruros, sulfatos, sodio, potasio, D.B.O, sólidos totales, sólidos disueltos totales, coliformes totales.

\*\*\* La periodicidad de tomas de muestras y análisis en la red de monitoreo es cada 2 meses.

\*\*\* La CNA tiene el proyecto de instalar 10 estaciones más de monitoreo.

\*\*\* A raíz del establecimiento del programa agua limpia, la CNA a través, de la subgerencia de administración del agua están monitoreando 14 pozos de agua potable en el municipio de la capital en forma bimestral.

\*\*\* En la zona conurbada de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez abundan los tiraderos clandestinos de desechos industriales, los que contribuyen significativamente a la contaminación acuifera. El más peligroso desde el punto de vista geohidrológica es el ubicado al final del eje 120, el cual contribuye de forma muy significativa a la contaminación de los mantos acuíferos por encontrarse en depósitos de pie de monte con una muy alta velocidad de infiltración. La composición química de los desechos líquidos depositados en este sitio se da a continuación :

Temp.	= 37 grados C.
pH	= 7.4
Conductividad elec.	= 27000 Momhs/cm
alcalinidad CaCO <sub>3</sub>	= 66.18 ppm
dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	= 2700 ppm

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	= 81.96 ppm
Cl <sup>-</sup>	= 6829.76 ppm
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	= 4550 ppm
Na <sup>+</sup>	= 4360 ppm
K <sup>+</sup>	= 3440 ppm
Ca <sup>++</sup>	= 800 ppm
Mg <sup>++</sup>	= 170.18 ppm
S.T.	= 19414 ppm
S.T.V.	= 560 ppm
S.S.T	= 112 ppm
S.S.V.	= 20 ppm
D.Q.O	= 2400 ppm
Grasas y aceites	= 1162.60 ppm
Cu	= 0.06 pp
Pb	= 1.40 ppm
Fe	= 0.11 ppm
As	= 0.50 ppm
Zn	= 19.70 ppm

\*\*\* La contaminación del agua por plaguicidas y fertilizantes hace correr el peligro de que se produzca un deterioro de los ecosistemas que pueden ser irreversibles sino se evalúa y se detiene a tiempo (Ortiz, 1989).

#### EFFECTOS DE LAS IMPUREZAS DEL AGUA

(SH<sub>2</sub>) sulfuro de Hidrogeno : Favorece la corrosión  
causa olor a huevos podridos

Oxigeno : Causa corrosión

(CH<sub>4</sub>) Metano : Puede dar lugar a fuego o explosiones

(CO<sub>2</sub>) Anhídrido carbónico : Origina corrosión si la alcalinidad es baja.

(SiO) Sílice : Origina incrustaciones duras en generadores de vapor. Origina depósitos en los alabes de turbinas.

(F) fluoruros: Origina manchas en los dientes. Predispone a la caries dental.

(Cl) Cloruros : Da gusto salino a las aguas

(Fe + Mg) Fierro y Manganeseo : Dan gusto y precipitados en porcelanas si son abundantes. Causa manchas de herrumbre o paradas.

Aceites y grasas : Originan esputación en calderas y sedimentos.

Turbidez y/o materia en suspensión : Origina incrustaciones y sedimentos. Origina gránulos en el papel, recubrimientos y tejidos.

Color y materia orgánica, bacterias, etc. : Origina barro y manchas en muchos productos. Y puede ser causa de muchas enfermedades.

Dureza : Causa incrustaciones en generadores de vapor. Origina incrustaciones y sedimentos al ser calentada el agua. Destruye el jabón para dar grumos, que se pegan al cabello, piel, vajilla, recubrimientos y fibras textiles en general.

Alcalinidad : Origina esputación en las calderas. Origina CO en el vapor, el cual origina corrosión. Puede contribuir a la fragilización de la caldera. Afecta al gusto y calidad de bebida no alcohólicas. Origina fragilidad y rupturas en el hielo fabricado. Interfiere con el blanqueo y teñido uniformemente.

Sulfatos : Purgantes si son abundantes, da sabor amargo si es abundante. Origina incrustaciones duras en calderas, si existen iones de calcio y magnesio (NALCO, 1988).

\*\*\* El agua que se extrae de los pozos con fines agrícolas en la zona del Altiplano generalmente es salina y baja en sodio.

\*\*\* Regiones restringidas por veda :

En el estado de San Luis Potosí y principalmente en la zona Altiplano, que es el área de la jurisdicción de la jefatura de las unidades de riego 705, se presenta a la fecha problemas en los abatimientos de los acuíferos subterráneos, lo que ha originado el establecimiento de zonas de veda, la cual tiene dentro de sus funciones el de regular el uso de los mantos acuíferos subterráneos.(Figura 8)

\*\*\* En la cuenca de Rioverde el análisis químico de aguas indica que los contenidos de sólidos totales varía entre 250 y 4000 mg/l; manifestándose los cambios regionales en las concentraciones y diferencias en calidad atribuibles a las diferentes formaciones limitantes de donde proviene la recarga, siendo notablemente mejor la calidad del agua, cuando se originan en formaciones ígneas que cuando se infiltra circulando por rocas calizas (Montañez, 1990).

\*\*\* En Rioverde las variaciones en las concentraciones iónicas del agua manifiestan fuertes incrementos en pequeñas distancias de circulación, condición provocada por efectos evaporíticos que son conocidos dentro del área de estudio (Montañez, 1990).

\*\*\* Las principales alteraciones ecológicas y efectos negativos sobre la población debidas a la creciente contaminación del río Valles han sido las siguientes :

- \* Mortandad masiva de peces y crustáceos en los periodos críticos de contaminación.
- \* Merma significativa de la producción pesquera del río.
- \* Desaparición total de ciertas especies y aparición de otras extrañas.

- \* Proliferación del lirio en las épocas de bajo caudal.
- \* Emigración de aves acuáticas y especies ribereñas de fauna terrestres.
- \* Afectación de cosechas y ganado a nivel domésticos de los promedios que se abastecen del agua del río directamente.
- \* Desempleo y/o afectación económica de pescadores.
- \* Olores nauseabundos de las aguas del río durante la época de estiaje.
- \* Deterioro estético del río e inhabilitación de este para fines recreativos y turístico.
- \* Daño a la salud para aquellos pobladores para los cuales el agua directa del río representa su única alternativa de consumo para fines domésticos.

\*\*\* El problema ambiental más relevante de Cd. Valles es el referente a la contaminación del Río Valles (Figura 10) y se ha tenido lugar como productos del vertido al río, de:

- 1) Las descargas de aguas negras municipales de la ciudad cuya población se ha incrementado en los últimos 40 años.
- 2) Los efluentes residuales de los ingenios azucareros, Plan de Ayala, Plan de San Luis, Fibracel, Destilería Huasteca, etc.
- 3) Unidades agropecuarias
- 4) Descargas clandestinas de pequeñas industrias.

\*\*\* En lo referente a las aguas municipales (Figuras 11-34), el aumento de población en las 4 últimas décadas, constituyen buen indicador del incremento del volumen de aguas negras descargadas al río, tomando en cuenta los datos de que solo un 50% de la población tiene el servicio de alcantarillado y que el volumen de agua para uso doméstico es de 200 lt/día, se pueden estimar las cantidades siguientes :

Volumen total de aguas negras generado por la población : 10000 m<sup>3</sup>/día

\*\*\* En la porción noreste del estado de San Luis Potosí que se encuentra dentro de la cuenca baja del río Pánuco denominada Huasteca potosina, se tienen varios problemas de contaminación de aguas y de suelo que han sido perfectamente detectadas y evaluadas.

Entre los cuerpos de aguas mayormente afectados se tienen los siguientes :

Río Moctezuma  
 Río Valles  
 Río El Salto  
 Río Gallinas  
 Río Tampaón

# CONTAMINACION DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA A NIVEL DE LOCALIDAD



### AGUA SUPERFICIAL

- ▲ Deficit de oxígeno disuelto
- Nutrientes
- \* Grasas y aceites
- Coliformes
- ▼ Tóxicos

### AGUA SUBTERRANEA

- Coliformes
- ◇ Tóxicos
- ◩ Intrusión salina
- Nutrientes

### LOCALIDADES

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1.- La Paz                   | 21.- Salamanca                  |
| 2.- Vizcaino                 | 22.- Queretoro                  |
| 3.- Tijuana                  | 23.- Toluco                     |
| 4.- Mexicali                 | 24.- México, D.F.               |
| 5.- Hermosillo               | 25.- Tula                       |
| 6.- Costa Hermosillo         | 26.- Orizaba y Cordova          |
| 7.- Guaymas                  | 27.- Veracruz                   |
| 8.- Los Mochis               | 28.- Cosamaloapan               |
| 9.- Culiacán                 | 29.- Coatzacoalcas y Minatitlán |
| 10.- Torreón y Gomez Palacio | 30.- Mérida                     |
| 11.- Durango                 |                                 |
| 12.- Mazatlán                |                                 |
| 13.- Zacatecas               |                                 |
| 14.- Aguascalientes          |                                 |
| 15.- Tepic                   |                                 |
| 16.- Guadalajara             |                                 |
| 17.- Tampico                 |                                 |
| 18.- Cd. Madera              |                                 |
| 19.- Cd. Velles              |                                 |
| 20.- Leon                    |                                 |

**U A S L P**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**CONTAMINACION**

FUENTE: Instituto Nacional de Ecología.

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
1994

FIG. No. 10

\*\*\* Adicionalmente a la problemática antes señalada esta la contaminación del agua en los municipios de Tamazunchale (Río Moctezuma), Tamuín (Río Tropaón) y Ebano (Laguna de la Paz), donde se corre el peligro de que también se produzca muy pronto un deterioro en los ecosistemas que pudieran ser irreversibles sino se les atiende oportunamente.

\*\*\* La SEDUE, CNA y la SARH han elaborado estudios acerca de la contaminación de la cuenca baja del Río Pánuco específicamente de las aguas de los Ríos Valles, Gallinas, Tropaón y Moctezuma, ya que opera desde hace más de cuatro años una red de monitoreo de el agua en esa zona. Los niveles de descargas orgánicas son de tal consideración que a simple vista las aguas de los ríos mencionados se observan altamente contaminados, especialmente en épocas de sequía.

\*\*\* Para resolver los problemas ambientales de la región Huasteca, hace falta, además de construir la planta de tratamiento de aguas residuales municipales de Cd. Valles, controlar las descargas al Río Valles de la empresa Fibracel, S.A., y a los ríos Gallinas y Tropaón de los ingenios Ponciano Arriaga, Plan de Ayala, Alianza Popular y Plan de San Luis. A esto es imperante controlarlos y vigilarlos más efectivamente, para que a través, de convenios se les exija la instalación y operación de equipos anticontaminantes en sus instalaciones de forma tal que se les exija rehusar el agua, pues los volúmenes que consumen son muy grandes. Desafortunadamente el convenio firmado entre SEDUE y Azúcar, S.A. de C.V. durante el periodo 1983-1988 no alcanzó a resolver plenamente la problemática actual.

\*\*\* En la actualidad existe un comité, de inspección y vigilancia de los ríos de la Huasteca, que la delegación estatal de la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología promovió, y que esta integrado por todas las empresas contaminantes de la zona, las autoridades federales, estatales y municipales, y grupos sociales como la Asociación Ecológica Proyecto Verde A. C., entre otros. Solo de esta forma - a través de la responsabilidad social concertada y de la participación de todos los afectados - se podrá garantizar que se frene el grave proceso de deterioro ambiental de la zona Huasteca causado por el acelerado desarrollo industrial que trajo el establecimiento de los ingenios azucareros y de la empresa Fibracel, S.A. de C.V., por la tala inmoderada de sus bosques y por la explosión demográfica de las últimas décadas.

\*\*\* Uso, aprovechamiento y manejo de las aguas residuales en riego agrícola.

Se tienen aguas residuales de origen industrial, industrial-doméstico, doméstico-pluvial y doméstico.

Los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez son los que utilizan aguas residuales, para el riego agrícola.

Se riega 894-00-00 en el municipio de San Luis Potosí y 255-00-00 hectáreas en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, con un volumen anual de 72.601 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales sin tratamiento previo.

De estas hectáreas, el 98% se utiliza para cultivos forrajeros (75% de alfafa, avena, sorgo, etc., y 23% de maíz forrajero), el 2% restante (42-98-00 hectáreas) se cultivan hortalizas (lechuga, repollo, zanahoria y cilantro) las aguas se riegan con aguas mezcladas.

\*\*\* Acciones para la suspensión del uso, aprovechamiento y manejo de las aguas residuales en riego agrícola, de cultivos que se consumen crudos.

De las 42-98-00 hectáreas que se riegan con aguas mezcladas, actualmente se están conjuntando la información necesaria para proceder a levantar las actas correspondientes.

\*\*\* Los valores de metales pesados más altos encontrados en las aguas del acuífero semiconfinado del Valle de San Luis Potosí fueron:

Cromo = 0.01 p.p.m.  
Cobre = 0.11 p.p.m.  
Plomo = 0.90 p.p.m.  
Zinc = 1.97 p.p.m.  
Hierro = 0.42 p.p.m.

En Plomo tenemos un valor máximo reportado de 0.90 p.p.m., mientras que la OMS, marca una concentración máxima permitida de 0.05 p.p.m.

En Cu, el valor máximo reportado es de 0.11 p.p.m., cuando la OMS marca un máximo permisible de 1.50 p.p.m., en este caso, el valor es aún bajo, afortunadamente.

Por lo que respecta al Zn se encuentra un valor máximo de 1.97 p.p.m., el cual esta arriba del valor permitido de la OMS que es de 1.50 p.p.m.

El Hierro es el valor más alto registrado fue de 0.42 p.p.m., aún muy por debajo de lo permisible conforme a la norma de la OMS, que establece un valor de 1.00 p.p.m.

Con respecto al Cr se registraron 0.01 p.p.m., al respecto la OMS indica que los más conveniente es que no exista.

\*\*\* La totalidad de las aguas empleadas en la zona industrial, en los diversos procesos fabriles, son 100% potables tanto fisicoquímica como bacteriológicamente.

\*\*\* La contaminación del acuífero de San Luis Potosí es :

- Fisicoquímica
- Con metales pesados

\*\*\* Los servicios coordinados de salud pública en el estado de San Luis Potosí han participado activamente en el programa agua limpia, con las siguientes actividades :

#### ACTIVIDAD

#### CANTIDAD

Muestras tomadas para análisis fisicoquímico bacteriológico con el fin de tener un control de la calidad del agua, vigilando así que se cumpla con el reglamento respectivo.

Evaluación de las condiciones sanitarias de cada una de las instalaciones hidráulicas que conforman el sistema.

Total 758 (90+) y 668(-) ana. bact.  
7 análisis fisicoquímico

Desinfección interrumpida del agua distribuida por los sistemas de abastecimiento (pipa o red) y lavados de depósitos de almacenamiento de agua en centros de reunión y lugares estratégicos.

37 diagnóstico sanitarios

Uso y manejo adecuado del agua (fomento sanitario).

Total 18.261

Control de cloro residual y microbiológico en diferentes partes de la red y análisis

Campañas = 12  
Pláticas = 294  
Impresos : (triptico)  
a) Limpieza de depósitos de almacenamiento 1200  
b) Información básica sobre el cólera 2500

Total 773

Cursos impartidos a personal del área normativa en materia

Total 3

Reuniones de trabajo con más autoridades involucradas con el fin de definir responsabilidades, apoyar las actividades y evaluar el programa :

Total 7

a) Comisión Nacional del agua

1

b) Junta Estatal de Agua Potable

2

c) Departamento del Agua del H. Ayuntamiento de la Capital



d) SEDUE estatal y federal 2

2

**\*\*\* Acciones de coordinación con autoridades.**

Se realizó el envío del oficio circular a la 58 presidencias municipales que conforman el estado, con el propósito de intensificar las acciones sanitarias en los sistemas de abastecimiento.

Los servicios coordinados de salud pública del estado, la Secretaría de Salud en los últimos cinco años, han incrementado los programas específicos para conocer las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua, ya que tienen una gran importancia desde el punto de vista epidemiológico, debido a que el ser humano la utiliza para su nutrición, generación de energía eléctrica y aprovechamiento agrícola, etc., tanto en su cantidad como en su calidad.

En relación con su cantidad, la carencia de agua se ha originado el uso irracional que se hace de este líquido vital; y con respecto a su calidad se ha determinado por el monitoreo periódico de toma de muestras para su análisis fisicoquímico y bacteriológico, detectándose que el principal problema de contaminación es bacteriológico, por coliformes fecales y totales a nivel local, debido a las malas condiciones sanitarias de las tuberías de instalación y de la red de distribución, además de la falta de tratamiento de potabilización, así como el mantenimiento preventivo que se refleja en la salud de la población, ya que este líquido puede convertirse en un medio de transmisión de enfermedades diarreicas y gastrointestinales las cuales registran índices altos de morbilidad y mortalidad.

El estado de San Luis Potosí, actualmente se encuentran en proceso de desarrollo, lo cual conlleva una mayor demanda de servicios públicos y no obstante que cada año se incrementa, existen núcleos de población que viven en condiciones precarias en relación a la dotación de agua, es así como lo demuestra las siguiente estadísticas:

De las 4,439 poblaciones existentes solo 755 cuentan con sistemas de aguas.

De las 287,518 viviendas solo 145,835 cuentan con agua entubada, lo que representa un 48.5%, dichas deficiencias se reflejan en la presencia de enfermedades gastrointestinales, originadas por la ingestión de aguas contaminadas, las cuales van en perjuicio de la salud de la población.

La plantilla de personal aplicativo, con que cuenta la sub Jefatura de regulación sanitaria para el programa es de 17 promotores de saneamiento básico a nivel estatal.

**\*\*\*** La Secretaría de Salud ha tomado medidas precautorias en el municipio de Tamazunchale, por considerar esta zona con alto riesgo que se han detectado casos de cólera en los estados circunvecinos (Tamaulipas e Hidalgo).

Las acciones para este fin son preventivas, realizando pláticas a la población con las medidas higiénicas, suministrando el hipoclorito de calcio que se agrega a tanques de

almacenamiento, aljibes, etc. Después de limpiarlos, así mismo se pidieron a México 25,000 frascos de hipoclorazone para potabilizar el agua (Una tableta por litro de agua), estos frascos se distribuirán gratuitamente a la población.

\*\*\* Para el caso de la planta de tratamiento de aguas municipales de Cd. Valles, la SEDUE, durante 1987 elaboró "El proyecto ejecutivo". Para esta misma ciudad y los municipios aledaños afectados por los desechos sólidos y líquidos de los ingenios azucareros se debiera insistir a cada ingenio que instalara dentro de sus factorías los sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales, tal y como se acordó en el convenio SEDUE - Azúcar, S.A., firmado en 1983.

\*\*\* El grado de deterioro de la contaminación del agua ha venido causando en los ecosistemas del estado es susceptible de reducirse y controlarse. En la zona conurbada de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez, la contaminación provocada por las aguas residuales municipales e industriales - acumuladas en el tanque Tenorio, y en la laguna de Santa Rita - seguirán causando graves deterioros en la calidad de vida y en la salud de los habitantes -sobre todo en la niñez - si no se resuelve este problema ecológico a corto plazo. Por esto, la realización de campañas intensivas para crear una "Cultura del Agua" en la población, deber ser una mas de las soluciones prioritarias ha poner en marcha en este renglón.

Paralela con la solución del problema de la contaminación por aguas residuales debe venir la solución a los problemas del abastecimiento y distribución de agua para las ciudades y zonas afectadas en el estado. La distribución y operación del sistema de agua debido a su antigüedad causan también problemas por el desperdicio del líquido. Tratar de resolver aisladamente cualquiera de estos problemas no es la estrategia más recomendable. Afortunadamente, existen ya "proyectos ejecutivos" para la construcción de plantas de tratamiento elaborado por la SEDUE y la SARH, por el gobierno del estado en relación problemas de la zona conurbada.

\*\*\* En forma general se puede designar cuatro subproductos básicos en los que el agua se emplea en la industria :

- generación de vapor
- enfriamiento
- proceso productivo
- servicios (sanitarios y de limpieza, el agua para riego de áreas verdes y el agua contra incendio).

Dentro de estos procesos se pueden utilizar recirculación en la generación de vapor y en el enfriamiento, y el agua tratada puede asignarse a cualquiera de los subprocesos siempre y cuando se adecue a la calidad requerida.

\*\*\* En cuanto al rehuso industrial existen buenas perspectivas en la industria, ya que dependiendo del producto y proceso específico de producción permite :

- ahorro de agua potable
- abatimiento de costos de introducción de agua
- disminución de los problemas de contaminación y disposición de aguas residuales.
- fomentar la reutilización de efluentes industriales

- contar con un mayor volumen de agua

\*\*\* El criterio utilizado para realizar la localización de las estaciones de monitoreo radica en considerar áreas cuyas actividades humanas inciden en las corrientes receptoras tales como : actividad industrial, agrícola, pesca, recreación, etc., las estaciones son fácilmente localizadas, pues cinco de ellas (Sta. Rosa, Comocan, Pujal, Gallinas y Tamuín), están ubicadas en puentes, el total de ellas se ubicó para fines prácticos (datos de aforo) en las estaciones hidrométricas que maneja la SARH.

\*\*\* Las estaciones de Micos y Sta. Rosa son indicador del grado de contaminación de las descargas residuales de los ingenios : Ponciano Arriaga, Plan de San Luis y Plan de Ayala que tiene unas de las más altas concentraciones de materia orgánica biodegradable, cachaza, binaza, azúcar, acidez, altas temperaturas, grasas y aceites.

\*\*\* El Río Moctezuma arrastra las descargas sanitarias del Distrito Federal y se monitorea antes de recibir las descargas municipales de Tamazunchale para evaluar su calidad, lo mismo que realiza en Temamatla antes que el Amajac desemboque en el Moctezuma.

\*\*\* El Río Gallinas recibe las descargas del Ingenio Alianza Popular así como las descargas de aguas negras de los poblados de Agua Buena, Tambaca y Rascón, por ellos monitoreados en el puente de Gallinas.

\*\*\* En el Pujal, el Río Tampaón reúne los caudales de los Ríos Sta. María, Verde, Gallinas y Valles; estos dos últimos presentan graves problemas principalmente en épocas de zafra llegando a presentar condiciones anaerobias por su baja capacidad de auto purificación, estos dos ríos junto con el Moctezuma constituyen la parte medular de la contaminación.

\*\*\* En Tamuín se reciben las descargas municipales así como las provenientes de cementos Anahuac que son conducidas por el Río Choy hasta el Tampaón, Moctezuma y sus afluentes nos sirve como referencia para conocer el grado de contaminación aportado por su totalidad comparado con la capacidad de auto purificación de las corrientes más importantes de la región.

\*\*\* El uso de aguas residuales crudas, tanto domésticas como industriales, en el riego agrícola, ha provocado contaminación en suelos y sobretodo en el acuífero libre, existiendo un riesgo potencial de deterioro en calidad del acuífero semiconfinado de San Luis Potosí cuyo uso primordial es el abastecimiento de agua potable.

\*\*\* El uso de tiraderos clandestinos para los desechos industriales peligrosos o la acumulación de los mismos en patios de empresas, contribuye significativamente a la contaminación acuífera.

\*\*\* La detección de metales pesados en las aguas del acuífero semiconfinado de San Luis Potosí, es una señal de alarma sobre los alcances que puede tener el espectro del deterioro ecológico.

\*\*\* Fallas de los diseños constructivos de pozos, y la cercanía de algunos con los pozos de absorción de aguas residuales, contribuye a la contaminación del acuífero semiconfinado de San Luis Potosí.

\*\*\* En cuanto al manejo del agua en las empresas se encontró el resumen :

- se desperdician grandes volúmenes de aguas al no tomar en consideración el manejo racional del vital elemento en : proceso, riego, usos sanitarios.
- no existe un control real en la extracción de agua en los acuíferos de San Luis Potosí.

\*\*\* No todas las empresas tienen el registro de su pozo ante la CNA.

\*\*\* El 75% de las empresas no analizan sus aguas para proceso con regularidad.

\*\*\* El 80% de las empresas no analizan sus efluentes con regularidad.

\*\*\* Un alto número de empresas arrojan sus desechos sólidos en tiraderos clandestinos, lo que contribuye a la contaminación.

\*\*\* Para que una muestra de agua, bien sea para uso industrial; o de desecho sea satisfactoria debe de llenar los requisitos básicos : representar con precisión la masa muestreada grande o pequeña y tener el tamaño adecuado para su exámen subsecuente en el laboratorio. Puesto que en la industrial el agua debe muestrearse bajo muy diversas condiciones, no existe un procedimiento único que puede aplicarse de modo universal.

El método, lugar y tipo de muestreo debe combinarse de tal manera que los resultados obtenidos satisfagan el propósito para el que se decidió tomar la muestra.

#### COMPOSICIÓN TÍPICA DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA

---

	Concentración fuerte	Concentración media	Concentración débil
sólidos totales	1,200	700	350
disueltos totales	850	500	250
fijos	525	300	145
volátiles	325	200	105
suspendidos totales	350	200	100
fijos	75	050	030
volátiles	275	150	070
sol. sedimentables (ml/l)	020	010	005
demanda bioquímica de oxígeno	300	200	100
carbono orgánico total	300	200	100

---

demanda química de oxígeno	1000	500	250
nitrógeno total	085	040	020
orgánico	035	015	008
amoniaco	050	025	012
nitritos	000	000	000
nitratos	000	000	000
fósforo total	020	010	006
orgánico	005	003	002
inorgánico	015	007	004
cloruros	100	050	030
alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> )	200	100	050
grasas	150	100	050

---

todos los valores, excepto los sólidos sedimentables son expresados en partes por millón (American society for testing and materials, 1982).

#### RECOMENDACIONES :

El agua reutilizada en la industria, puede tener los siguientes orígenes :

- \* aguas usadas previamente en la industria, es decir endógenas.
- \* aguas usadas previamente en actividades externas  
(aguas residuales de origen urbano, industrial, etc., o mezcla de ellas).

\*\*\* El programa de muestreo esta en función de las necesidades de cada empresa.

\*\*\* Las acciones ecológicas pendientes a resolver el problema de la contaminación del agua deberán estar apoyadas por estudios ambientales, objetivos y confiables, que podrían ser elaborados por los expertos de las dependencias y las empresas involucradas en la solución del problema, en la coordinación de los investigadores de instituciones de educación superior e investigación científica del estado y del país. La Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en la escuela de Ingeniería y en los institutos de investigación de Zonas Desérticas y de Geología cuenta en la actualidad con grupos de trabajo que ya tiene muchos años estudiando el problema del agua en el estado y que tiene la capacidad y la información para dar solución a este serio problema.

\*\*\* En las empresas que tienen piletas o tanques de almacenamiento, se deben reducir las pérdidas por evaporación, por medio de cubiertas protectoras que disminuyen el índice de evaporación o bien, lo vuelven nulo.

\*\*\* Es conveniente el uso racional de agua, a partir de prácticas de rehuso y recirculación industrial, ahorro de agua potable, intercambio de aguas cuya calidad no sea la indispensable para el uso que destine, puede ser el riego de aguas verdes, a partir de las aguas empleadas en los sistemas de aseo en las empresas. El riego con las llamadas aguas jabonosas se debe implementar en las empresas.

\*\*\* CANACINTRA e IPAC como organismos rectores de la industria en San Luis Potosí, deben de pugnar por que las empresas a establecerse en San Luis Potosí, no sean empresas húmedas ni altamente contaminantes, ni que en la zona industrial se establezca un patrón de ajuste al establecimiento industrial para que así las aguas de desecho puedan ser tratadas bajo la misma premisa, y no se tenga una diversidad en la actualidad, lo que dificulta el establecimiento de plantas tratadoras y su posible derivación.

\*\*\* Se debe tener especial cuidado en la perforación, diseño, mantenimiento y operación de los pozos que se perforen, para no dejar que por conducto de estos, el agua del acuífero libre de San Luis Potosí sobre todo en las zonas de mayor contaminación, se mezcle con las aguas del acuífero semiconfinado.

\*\*\* Es conveniente el tratamiento de las aguas residuales como mínimo a nivel primario, es por esto que hay que tener mucho cuidado con el programa propuesto por la SEDUE estatal, en el que se piensa implementarse un programa de plantas de tratamiento para las aguas provenientes de la zona industrial, debe considerarse como mínimo :

- a) Que las aguas tratadas no lleguen a un canal de conducción de aguas residuales
- b) Que no sean llevadas al tanque Tenorio.
- c) El tipo de tratamiento que se les va a dar.
- d) A que uso se destinaran.
- e) Aguas tratadas de forma primaria pueden emplearse para el riego agrícola y recarga artificial de acuíferos

\*\*\* Se debe fomentar la cultura del agua de una manera general, ya sea a través, de CANACINTRA e IPAC, o por medio de cada empresa para lograr un aprovechamiento racional de las aguas y sobre todo fomentar la necesidad de su adecuado manejo. En éste aspecto se involucra a todos los que elaboran en una factoría.

\*\*\* Es necesario establecer programas individuales de uso y manejo del agua, bajo la asesoría de un experto, antes de pensar en reciclar o tratar las aguas, es necesario consumir menos.

\*\*\* Es necesario dar mantenimiento tanto preventivo como correctivo a las instalaciones hidráulicas, con el objeto de mejorar las condiciones de operación.

\*\*\* Se recomienda aprovechar las aguas del acuífero libre de San Luis Potosí, a través, de norias (pozos excavados), lo que reflejaría en un menor abatimiento del acuífero semiconfinado, menos gasto en perforación, disminución de costos de bombeo, equipo de bombeo más económico, no utilización de agua de la red municipal, no empleo de agua 100% potable proveniente del acuífero profundo.

\*\*\* Se puede recoger el agua de lluvia a través, de sencillas pilletas cementadas y aprovechando los canales provenientes de los techos de las empresas, estas aguas se pueden destinar al riego de aguas verdes y servicios sanitarios. Ciertamente que el índice de precipitación no es muy alto, pero resulta una alternativa viable.

\*\*\* La ventaja del rehuso agrícolas con aguas tratadas son :

- Liberación de considerables volúmenes de agua potable que proviene de los acuíferos y que pueden destinarse a consumos urbanos domésticos.
- Incremento de áreas de cultivo y por consiguiente aumento de la producción.
- Fomento al desarrollo pecuario.
- Mejoramiento de los terrenos al dejar de regar con aguas negras crudas.
- Disminución de la contaminación acuífera.

Por supuesto que al destinar agua tratada al riego deberán de considerarse ciertos factores de calidad como son :

pH	:	de 6 a 9
bacterias coliformes	:	máximo 1000 NMP/100 l
conductividad y ras	:	conforme Thorne y Peterson
boro	:	máximo 2.00 ppm
arsénico	:	5.00 ppm
cadmio	:	0.005 ppm
cromo hexavalente	:	5.00 ppm
plomo	:	5.00 ppm
selenio	:	0.05 ppm
detergentes (saam)	:	3.00 ppm

\*\*\* Deberán regarse las áreas verdes por la noche o tarde, que es cuando la evapotranspiración a disminuido o cesado.

\*\*\* Se deberán instalar aforadores en cada empresa, con el fin de conocer los volúmenes que realmente emplean para sus diversos usos, ya que en la actualidad hay muchas que no conocen ni los volúmenes empleados

\*\*\* Se debe recurrir a los confinamientos controlados para residuos industriales, ya que mientras se disponga de ellos en tiraderos clandestinos, o en los patios de empresas, se altera el equilibrio ecológico, y continúan contaminando los acuíferos, ya que durante las lluvias, escorrentias o riego, los desechos se lixivian y por infiltración llegan a las unidades acuíferas.

Conforme a las normas de la organización mundial de la salud (OMS), la siguientes sustancias tóxicas deberán vigilarse en las aguas.

Sustancias	Concentración máxima permitida (ppm)
Plomo	0.05
Arsénico	0.05
Selenio	0.01
Cromo (hexavalente)	0.05
Cianuro	0.20
Cadmio	0.01
Bario	1.00

Plata	0.05
Cobre	1.50
Zinc	1.50
Cromo	-
Hierro	1.00

---

\*\*\* Es necesario que los colectores de agua residuales a cielo abierto sean entubados con lo cual se disminuyen las fuentes de contaminación.

\*\*\* Se recomienda el rehuso de las aguas residuales en los siguientes usos :

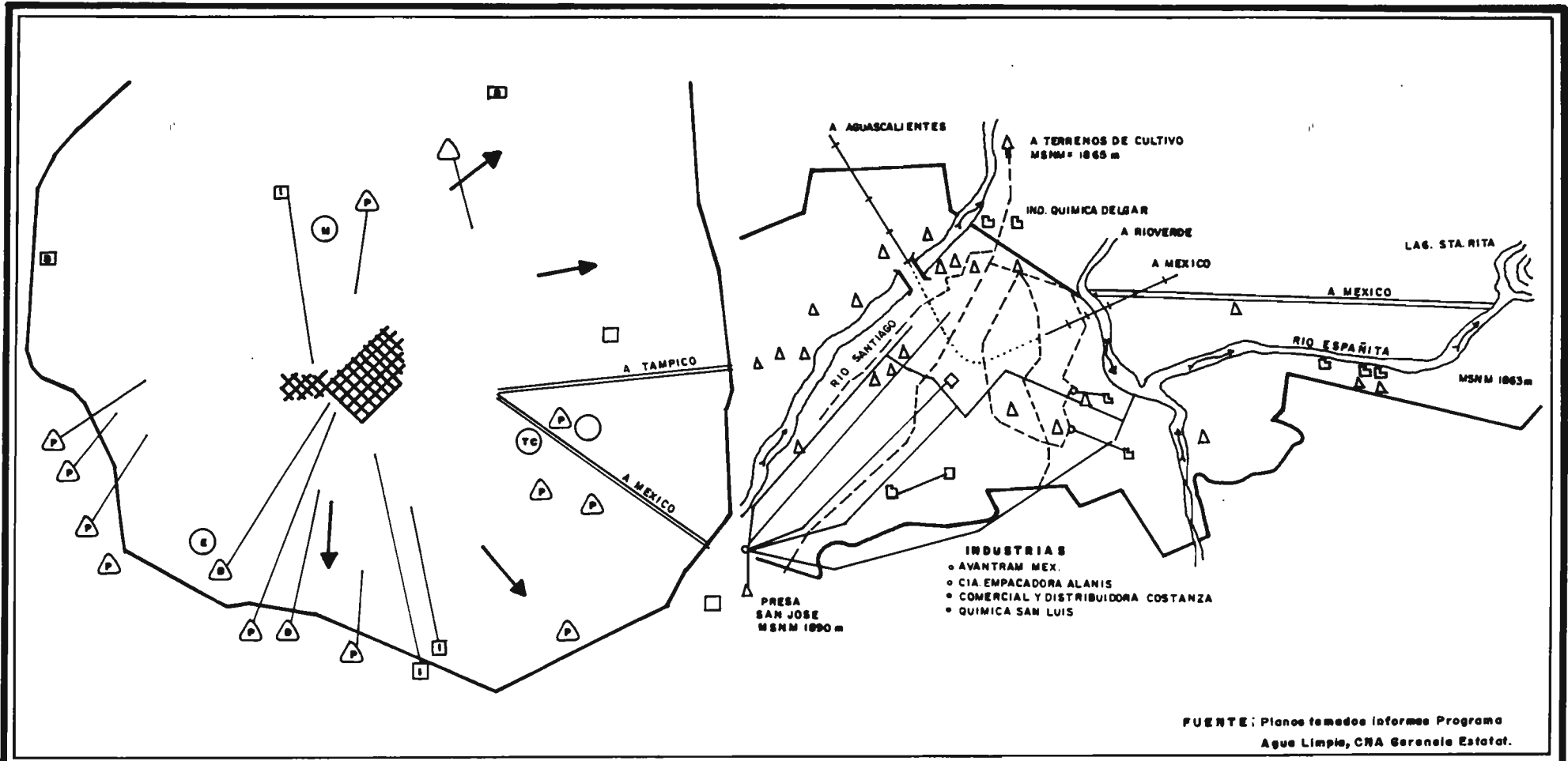
- agrícola
- industrial
- riego de áreas verdes y parques

\*\*\* Deberán hacerse las gestiones y/o obras para conectar a la red de drenaje a todas aquellas empresas que recurren a fosas sépticas y pozos de absorción, pues hacen un gran mal a las unidades acuíferas al contaminarlas.

\*\*\* Deberán gestionarse ante la autoridad competente el desazolve de los canales conductores de aguas residuales, pero sobre todo debe vigilarse que las propias empresas no arrojen ahí sus desechos sólidos como sucede actualmente.

\*\*\* Deben practicarse análisis con regularidad a las aguas de abastecimiento, para verificar que cumplan las normas básicas para usarse en los procesos industriales, lo mismo deber hacerse en las aguas residuales para vigilar que cumplan las normas básicas de SEDUE.





FUENTE: Planos temados informes Programa Agua Limpia, CNA Serecisa Estatal.

### SIMBOLOGIA

ZONA COMERCIAL	VIVIENDA	LIMITE URBANO	REGULARIZACION
HAB. PRECARIA	BASURERO MPAL.	RED AGUA POTABLE	POTABILIZADORA
EJIDOS	ZONA DEPTVA.	RED ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO
TERR. COMUNALES	RASTRO	DES CARGA	CARRETERA
PARQUE, JARDIN, PLZA.	INDUSTRIA	POZO PROFUNDO	F. F. C. C.
MERCADO PUBLICO	CAMIONERA	OTRO ABASTECIMIENTO	CEMENTERIO
TEND. DE CRECIMIENTO			

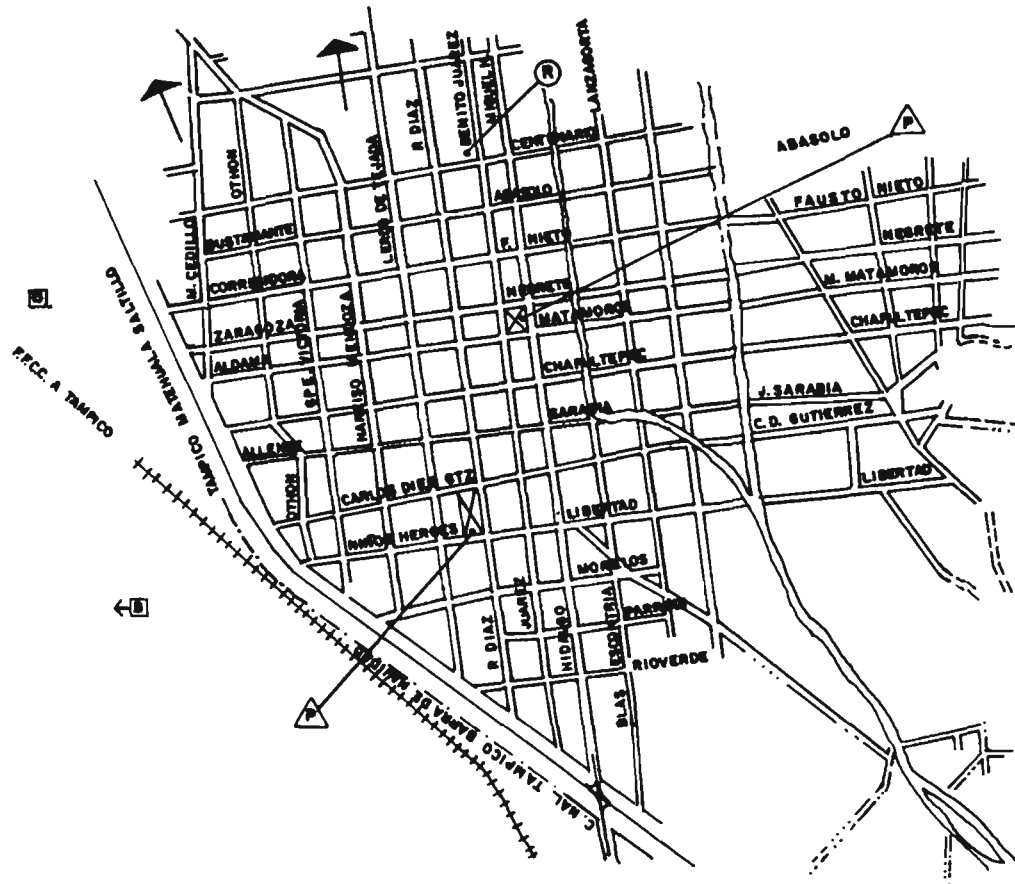
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

---

**SAN LUIS POTOSI**

---

R. ESCOBAR CH.	OTONO-INVIERNO 1994	FIG. No. II
----------------	------------------------	-------------



FUENTE: Pliegos tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F. F. C. C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

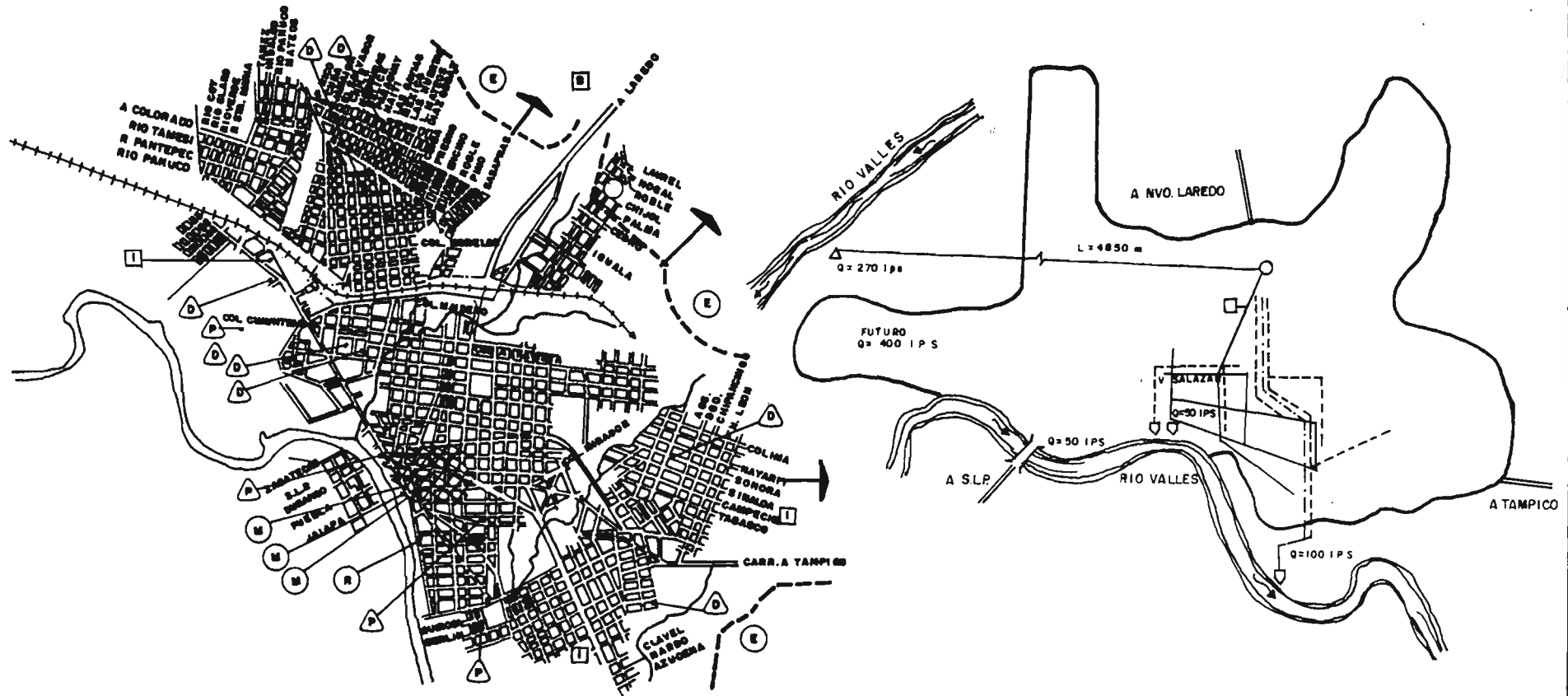
U A S L P  
FACULTAD DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

SOLEDAD

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIerno  
1994

FIG. No. 12



FUENTE: Planos tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA. Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE JARDIN PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F.F.C.C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

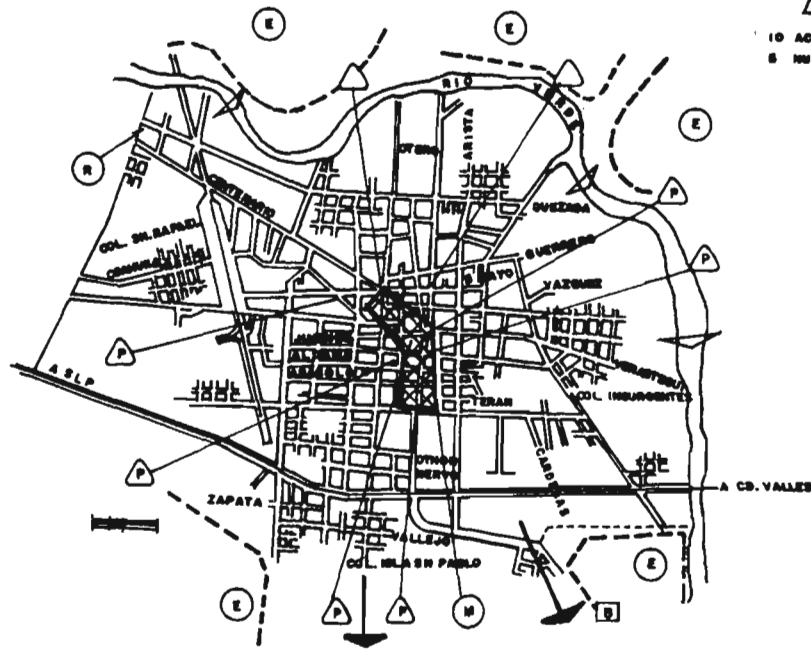
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**VALLES**

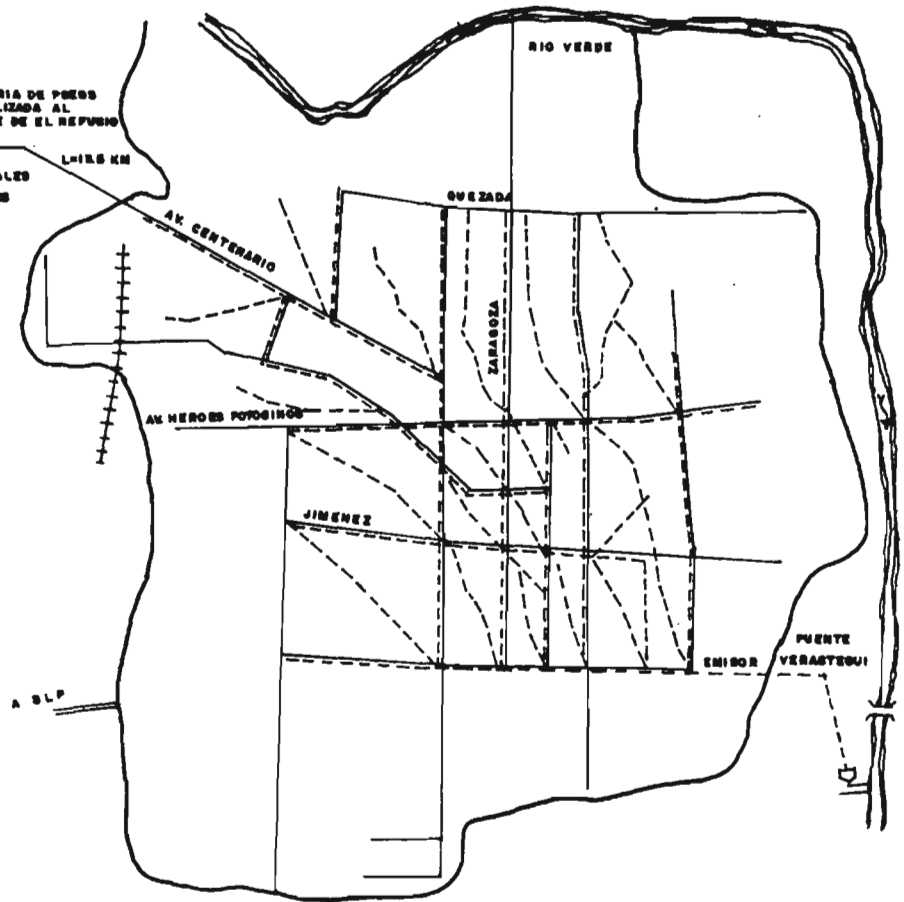
R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
1984

FIG. No. 13



BATERIA DE PUEBOS LOCALIZADA AL OESTE DE EL REPUNO  
 10 ACTUALES  
 5 NUEVOS



FUENTE: Planos tomados informes Programa  
 Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F. F. C. C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

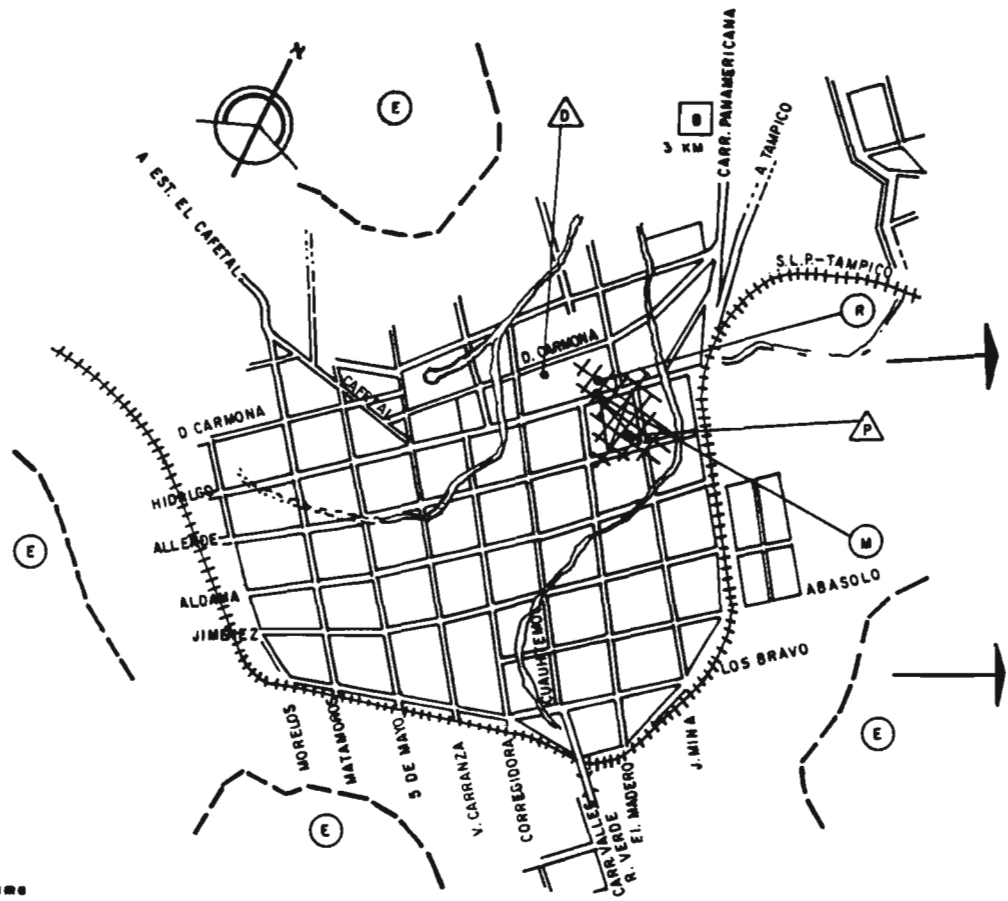
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**RIOVERDE**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
 1994

FIG. No. 14



FUENTE: Planes tomados informes Programa Agua Limpia, CNA Sonora Estatal.

**SIMBOLOGIA**

ZONA COMERCIAL	VIVIENDA	LIMITE URBANO	REGULARIZACION
HAB. PRECARIA	BASURERO MPAL.	RED AGUA POTABLE	POTABILIZADORA
EJIDOS	ZONA DEPTVA	RED ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO
TERR. COMUNALES	RASTRO	DESCARGA	CARRETERA
PARQUE, JARDIN, PLZA.	INDUSTRIA	POZO PROFUNDO	F. F. C. C.
MERCADO PUBLICO	CAMIONERA	OTRO ABASTECIMIENTO	CEMENTERIO
TEND. DE CRECIMIENTO			

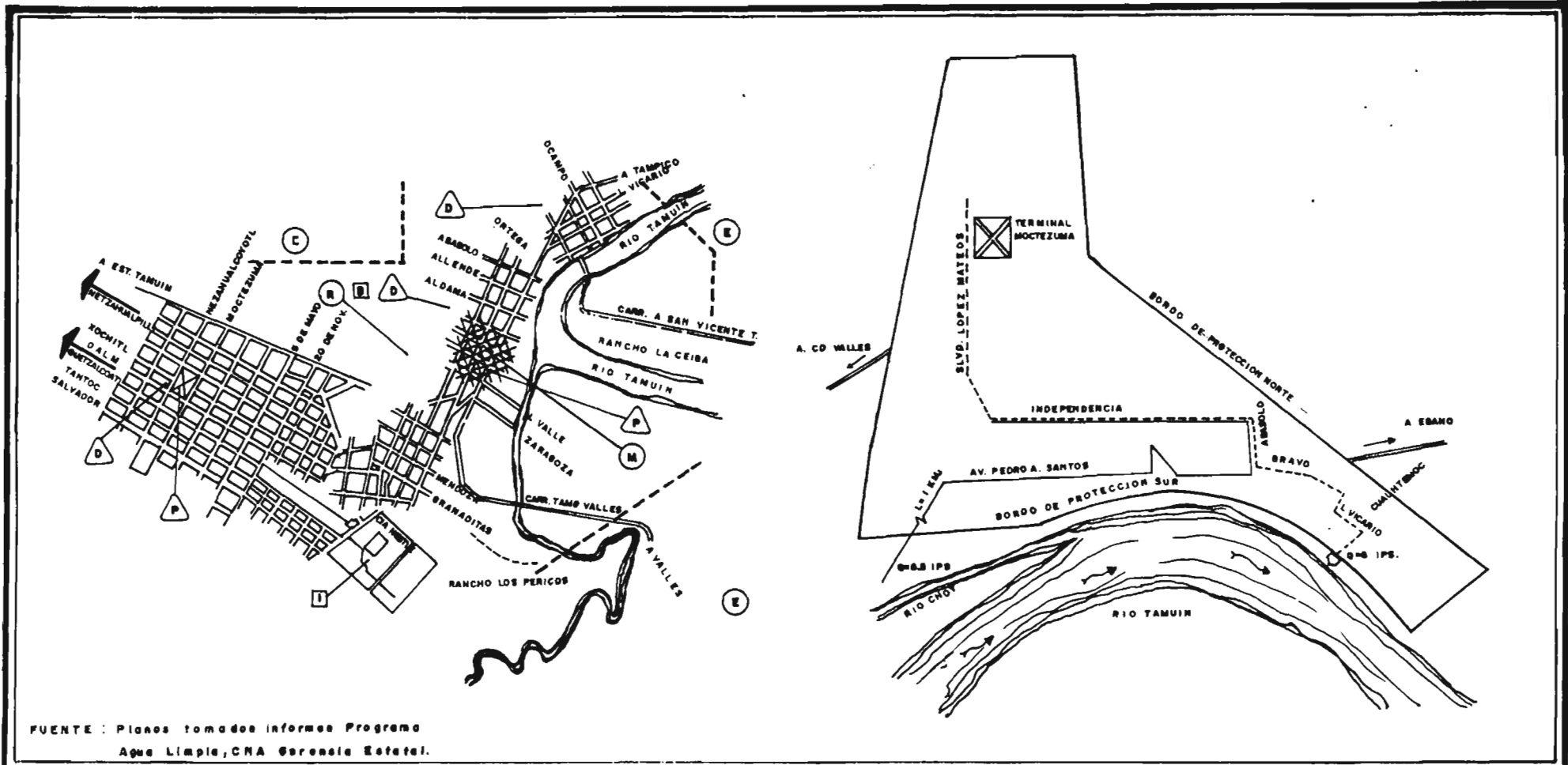
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**TAMASOPO**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIerno  
 1994

FIG. No. 15



FUENTE : Planos tomados informes Programa Agua Limpia, CNA Secretaría Estatal.

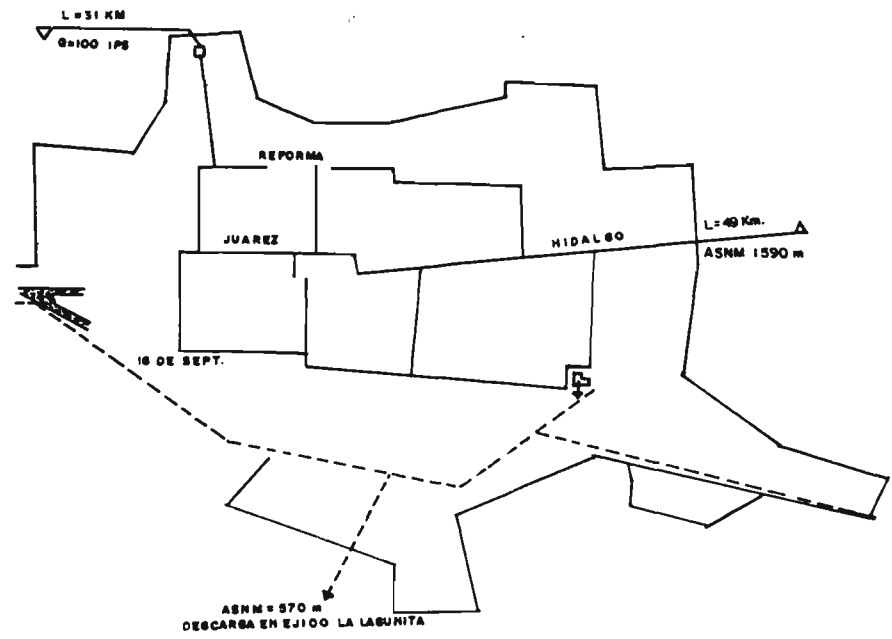
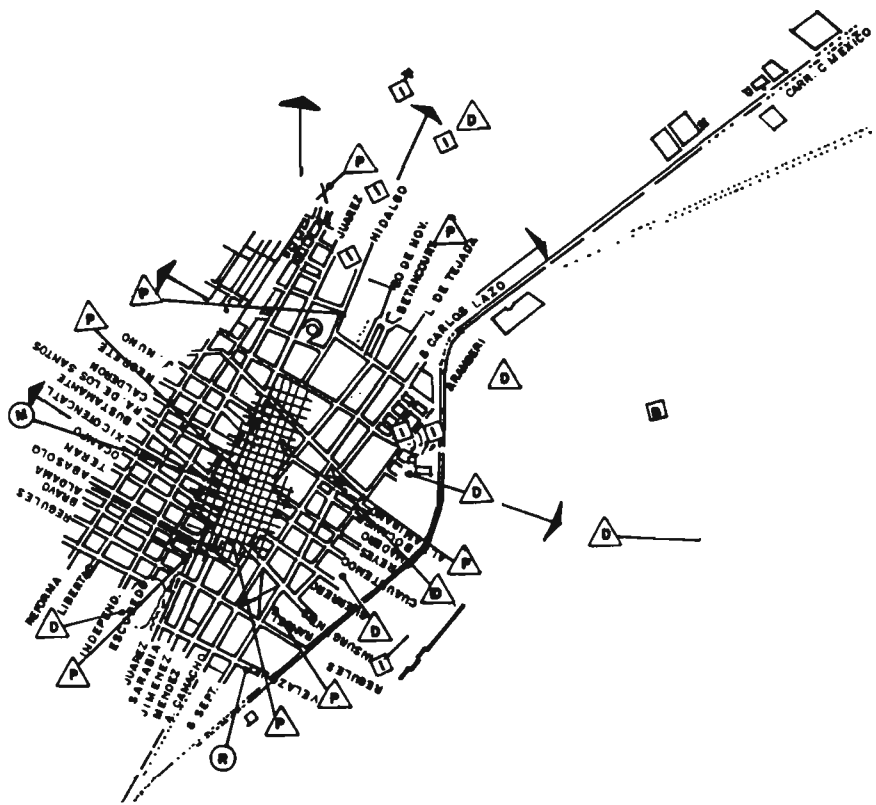
**SIMBOLOGIA**

ZONA COMERCIAL	VIVIENDA	LIMITE URBANO	REGULARIZACION
HAB. PRECARIA	BASURERO MPAL.	RED AGUA POTABLE	POTABILIZADORA
EJIDOS	ZONA DEPTVA.	RED ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO
TERR. COMUNALES	RASTRO	DESCARGA	CARRETERA
PARQUE, JARDIN, PLZA.	INDUSTRIA	POZO PROFUNDO	F.F.C.C.
MERCADO PUBLICO	CAMIONERA	OTRO ABASTECIMIENTO	CEMENTERIO
TEND. DE CRECIMIENTO			

**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**TAMUIN**

R. ESCOBAR CH.	OTOÑO-INVIERNO 1984	FIG. No. 16
----------------	------------------------	-------------



FUENTE: Pliegos tomados informes Programa Agua Limpia, CNA Secretaría Estatal.

### S I M B O L O G I A

ZONA COMERCIAL	VIVIENDA	LIMITE URBANO	REGULARIZACION
HAB. PRECARIA	BASURERO MPAL.	RED AGUA POTABLE	POTABILIZADORA
EJIDOS	ZONA DEPTVA.	RED ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO
TERR. COMUNALES	RASTRO	DESCARGA	CARRETERA
PARQUE, JARDIN, PLZA.	INDUSTRIA	POZO PROFUNDO	F.F.C.C.
MERCADO PUBLICO	CAMIONERA	OTRO ABASTECIMIENTO	CEMENTERIO
TEND. DE CRECIMIENTO			

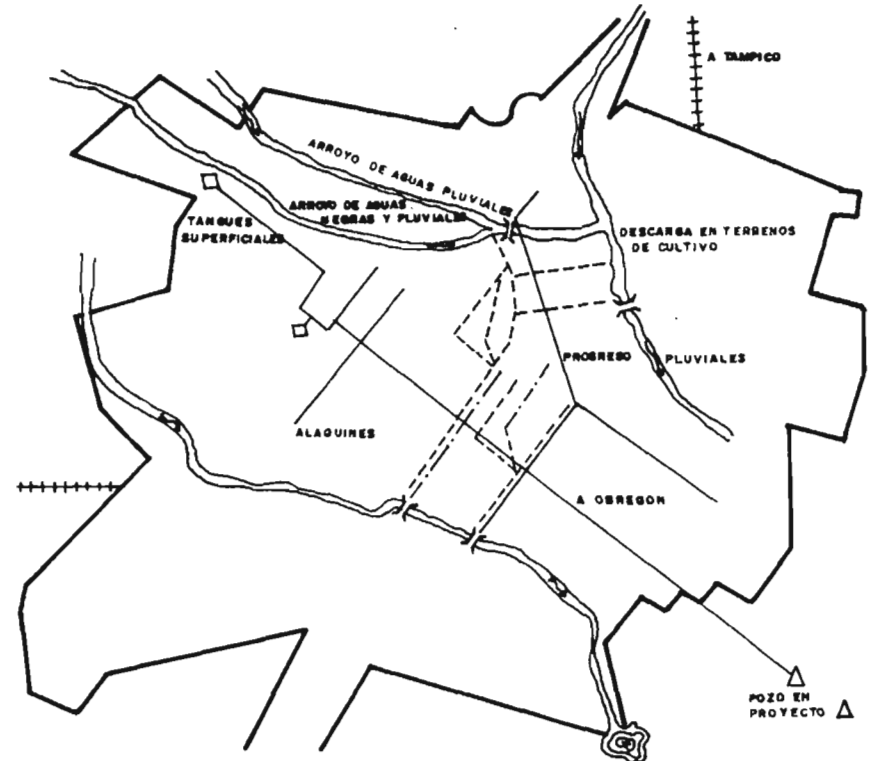
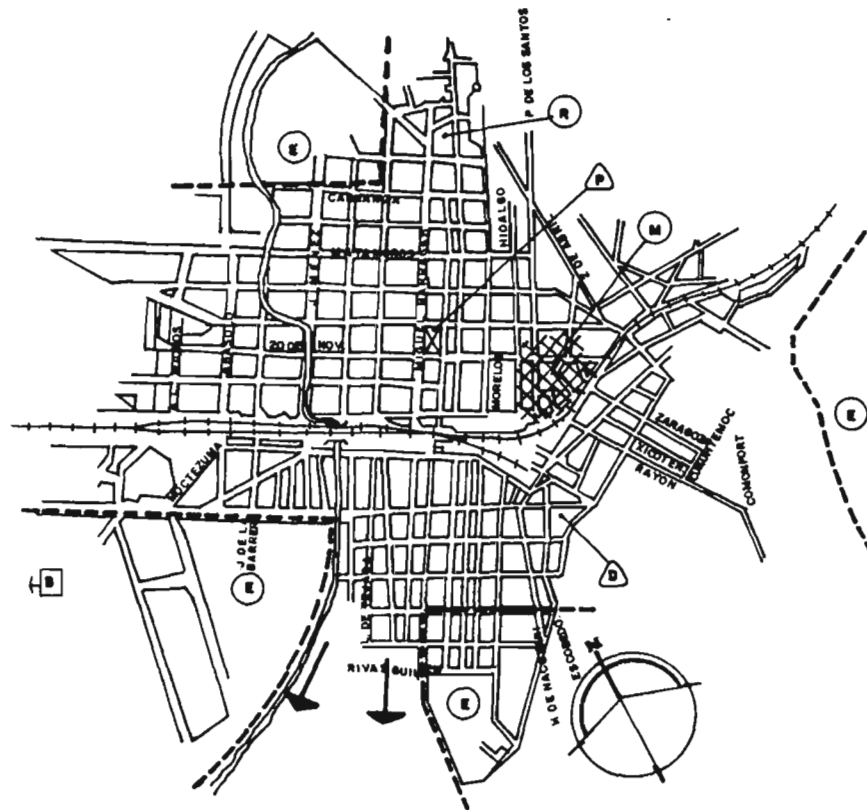
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

---

**MATEHUALA**

---

R. ESCOBAR CH.	OTOÑO-INVIERNO 1994	FIG. No. 17
----------------	------------------------	-------------



FUENTE: Planes tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Secretaría Estatal.

### SIMBOLOGIA

ZONA COMERCIAL	VIVIENDA	LIMITE URBANO	REGULARIZACION
HAB. PRECARIA	BASURERO MPAL.	RED AGUA POTABLE	POTABILIZADORA
EJIDOS	ZONA DEPTVA	RED ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO
TERR. COMUNALES	RASTRO	DESCARGA	CARRETERA
PARQUE, JARDIN, PLZA.	INDUSTRIA	POZO PROFUNDO	F.F.C.C.
MERCADO PUBLICO	CAMIONERA	OTRO ABASTECIMIENTO	CEMENTERIO
TEND. DE CRECIMIENTO			

**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

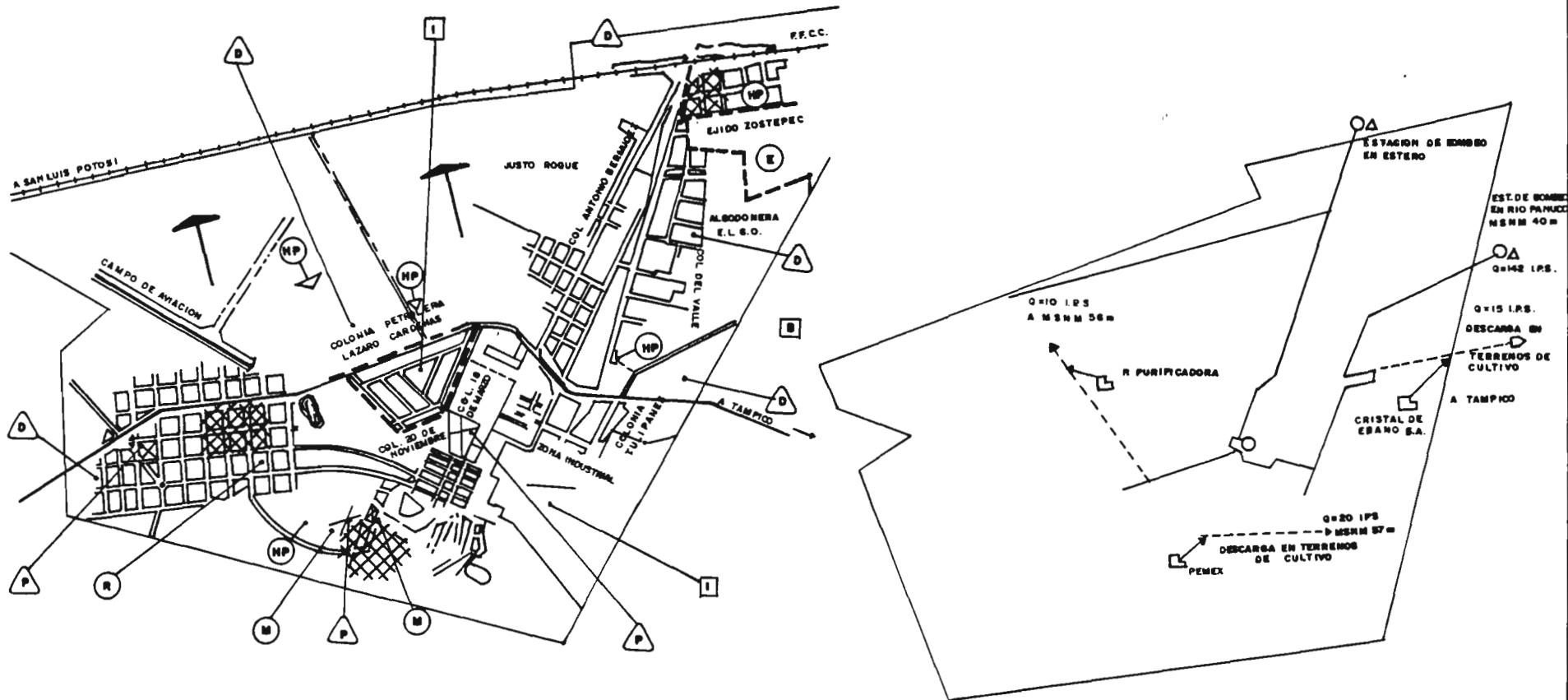
**CARDENAS**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
1984

FIG. No. 18





FUENTE: Planos tomados Informe Programa  
Agua Limpia, CNA Secretaría Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F. F. C. C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

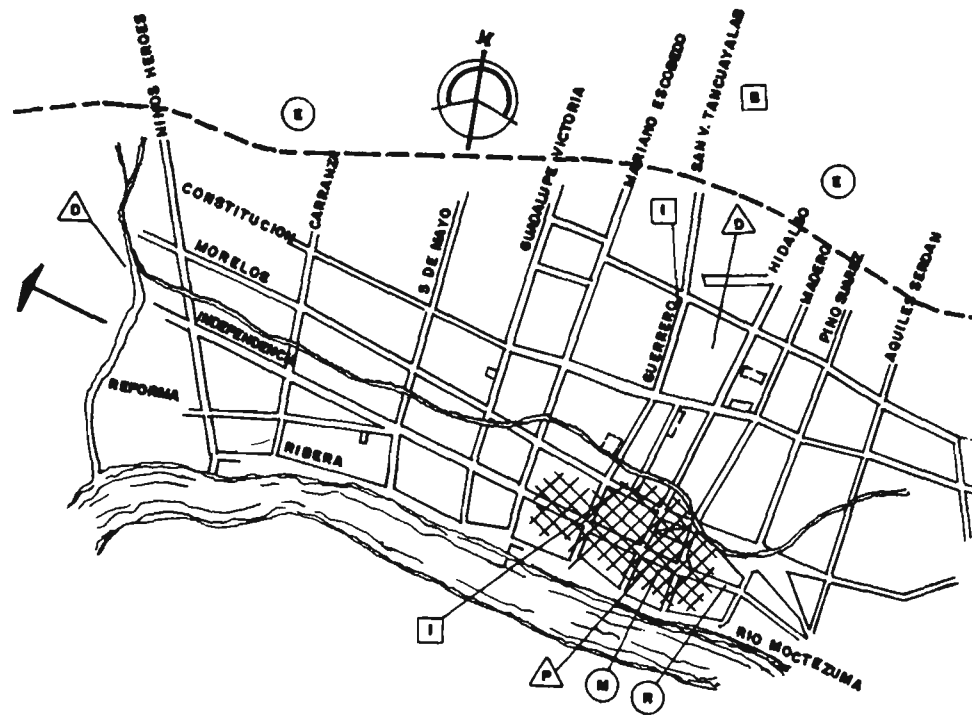
**UASLP**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

**EBANO**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
1994

FIG. No. 19



FUENTE: Planos tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Secretaría Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARBA		CARRETERA
	PARQUE JARDIN PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F.F.C.C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

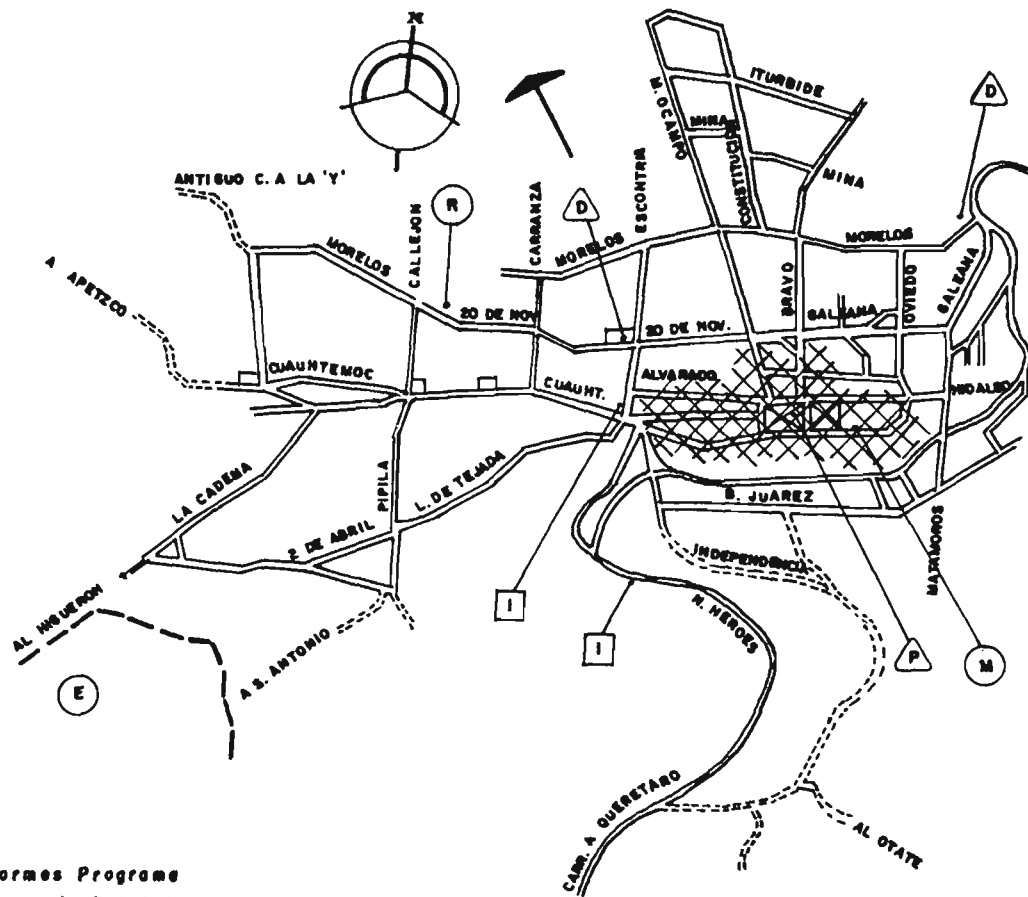
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

TANQUIAN

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
1994

FIG. No. 20



FUENTE: Planos tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

ZONA COMERCIAL	VIVIENDA	LIMITE URBANO	REGULARIZACION
HAB. PRECARIA	BASURERO MPAL.	RED AGUA POTABLE	POTABILIZADORA
EJIDOS	ZONA DEPTVA.	RED ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO
TERR. COMUNALES	RASTRO	DESCARGA	CARRETERA
PARQUE, JARDIN, PLZA.	INDUSTRIA	POZO PROFUNDO	F. F. C. C.
MERCADO PUBLICO	CAMIONERA	OTRO ABASTECIMIENTO	CEMENTERIO
TEND. DE CRECIMIENTO			

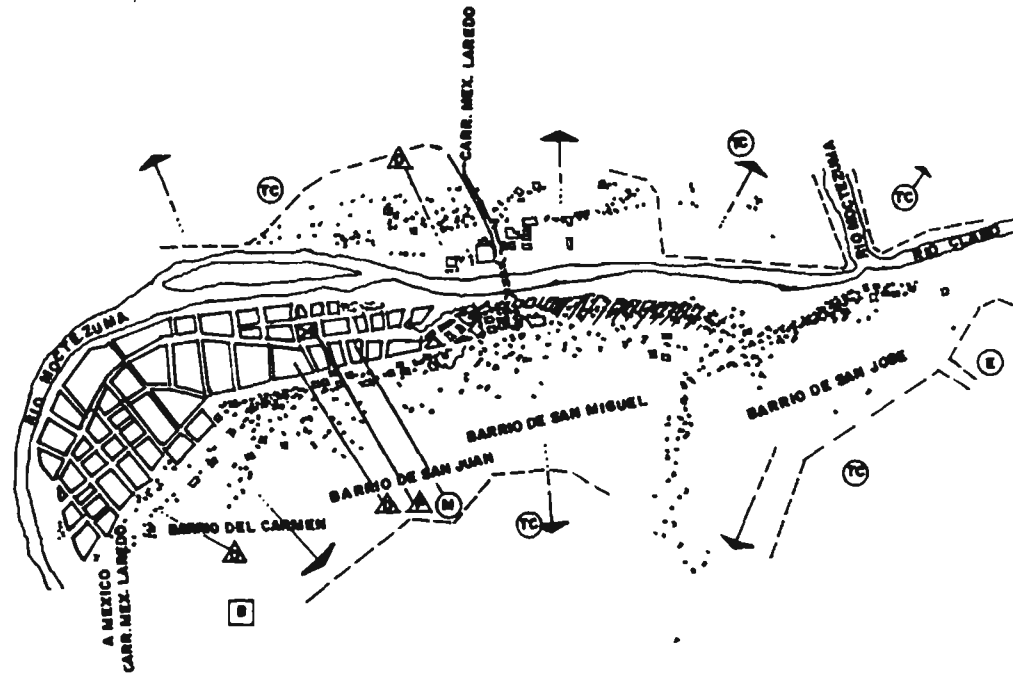
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

---

**XILITLA**

---

R. ESCOBAR CH.	OTOÑO-INVIerno 1994	FIG. No. 21
----------------	------------------------	-------------



FUENTE : Planes tomados informes Programa  
Agua Limpie, CNA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F.F. C.C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

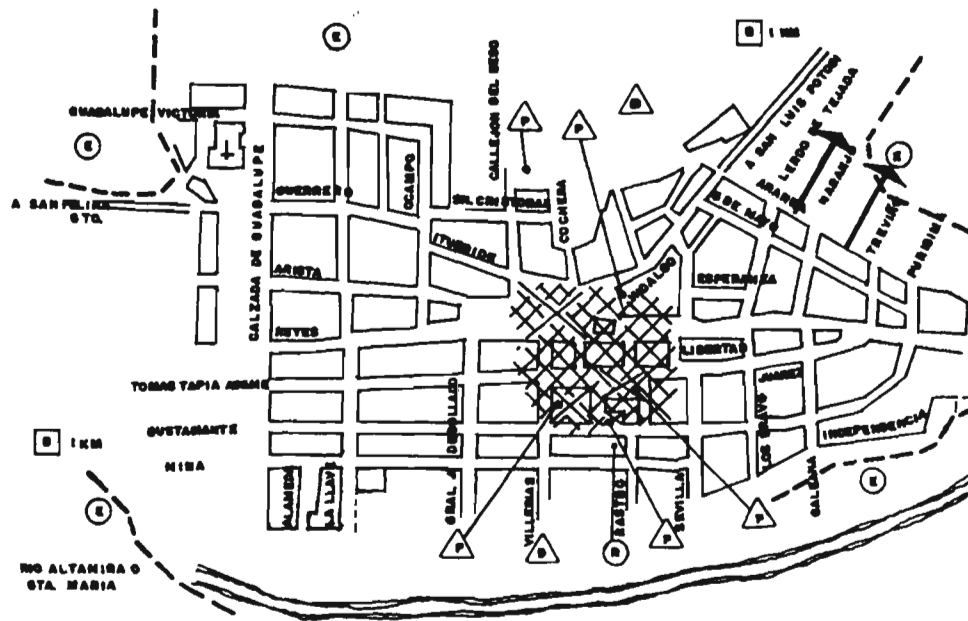
UASLP  
FACULTAD DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

TAMAZUNCHALE

R. ESCOBAR CN.

OTOÑO INVIERNO  
1984

FIG. No. 22



FUENTE: Planos tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F. F. C. C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

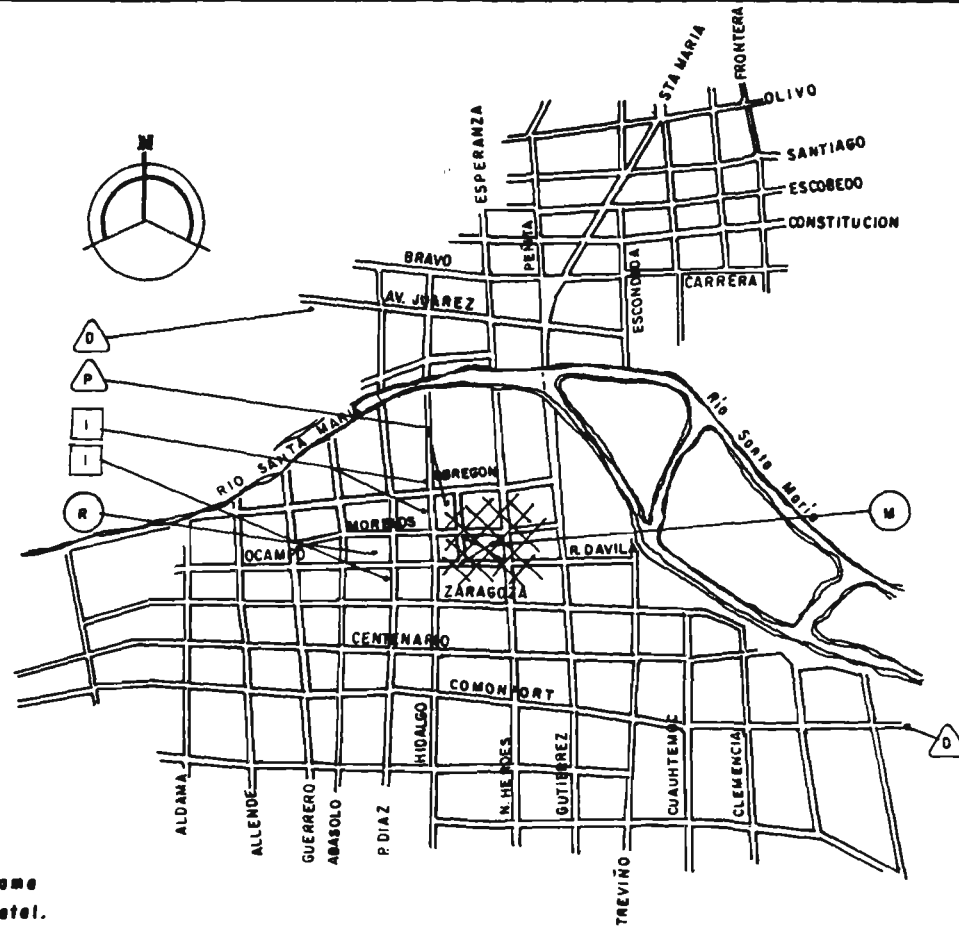
UASLP  
FACULTAD DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

V. DE REYES

R. ESCOBAR CH.


























OTOÑO-INVIERNO  
1994

FIG. No. 23



FUENTE: Planos tomados informes Programa Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

 ZONA COMERCIAL	 VIVIENDA	 LIMITE URBANO	 REGULARIZACION
 HAB. PRECARIA	 BASURERO MPAL.	 RED AGUA POTABLE	 POTABILIZADORA
 EJIDOS	 ZONA DEPTVA.	 RED ALCANTARILLADO	 TRATAMIENTO
 TERR. COMUNALES	 RASTRO	 DESCARGA	 CARRETERA
 PARQUE JARDIN PLZA	 INDUSTRIA	 POZO PROFUNDO	 F.F.C.C.
 MERCADO PUBLICO	 CAMIONERA	 OTRO ABASTECIMIENTO	 CEMENTERIO
 TEND. DE CRECIMIENTO			

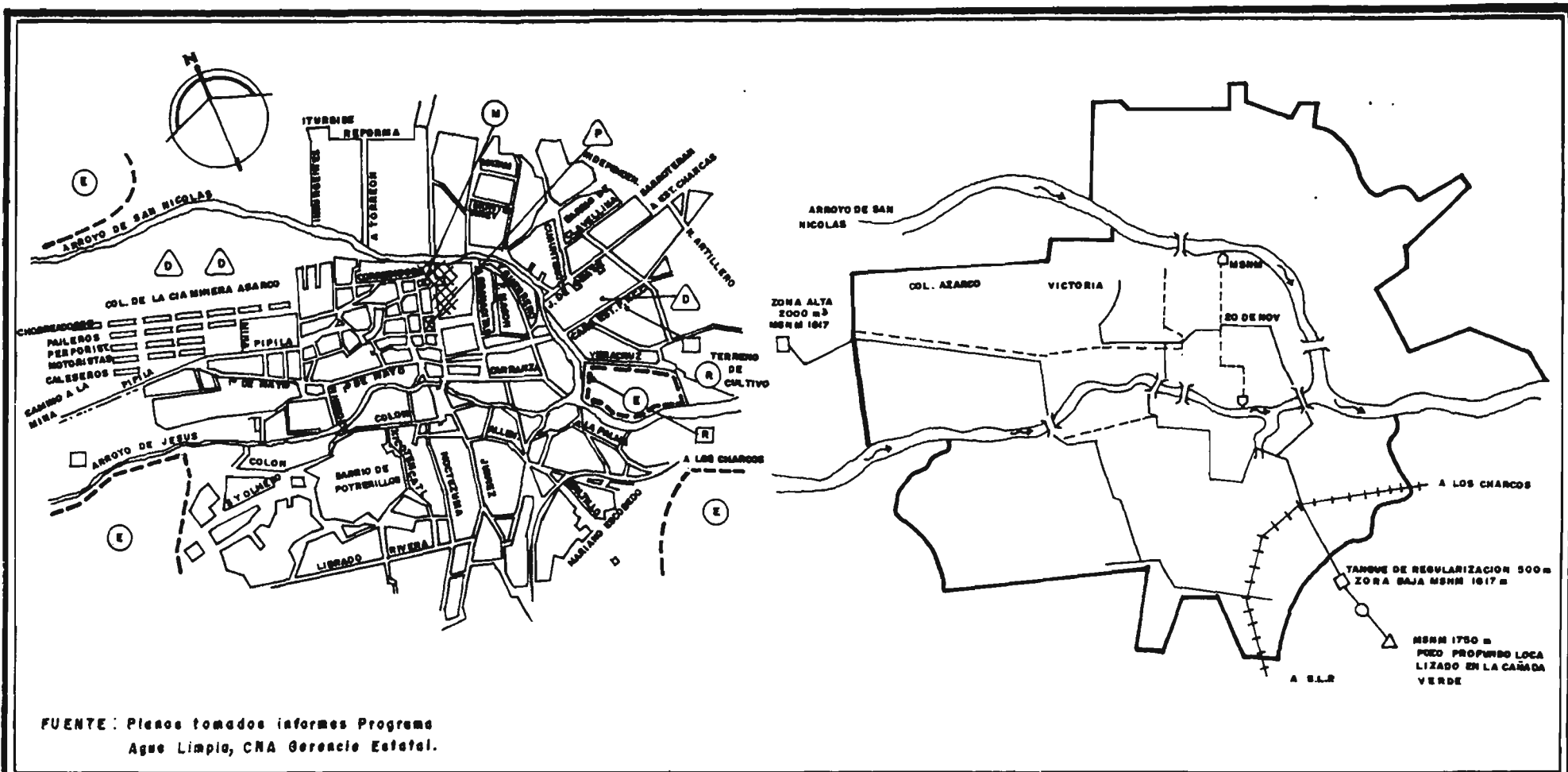
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**SANTA MARIA**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIerno  
1994

FIG. No. 24



### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F.F.C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

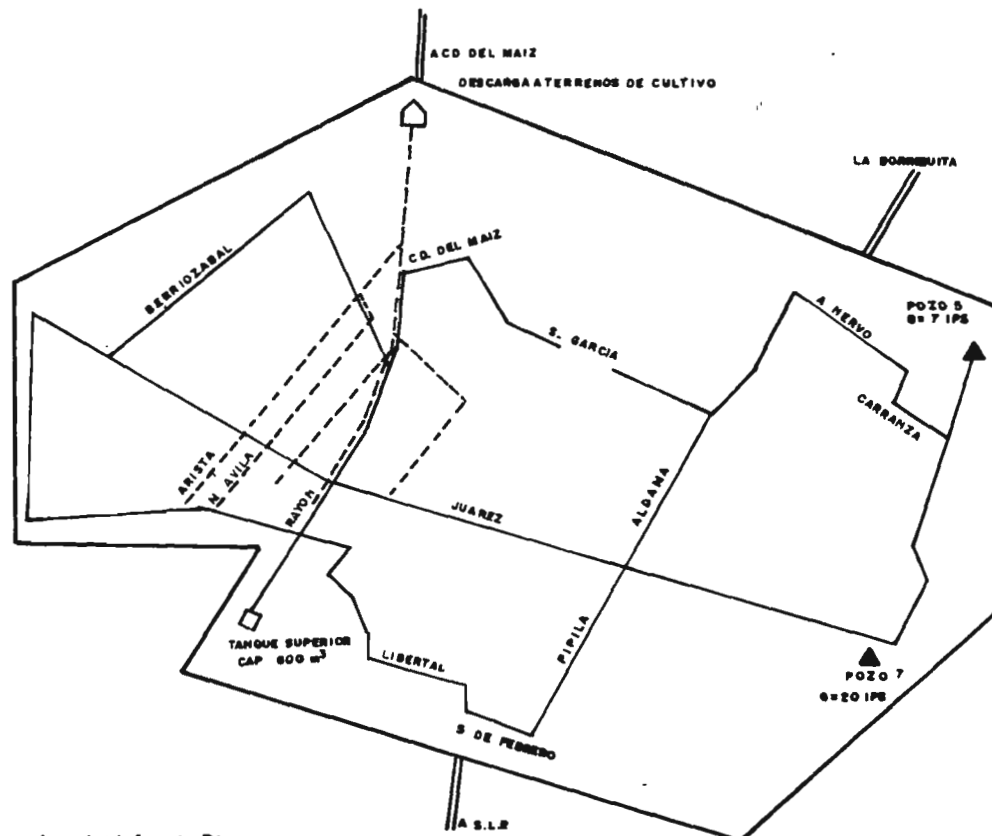
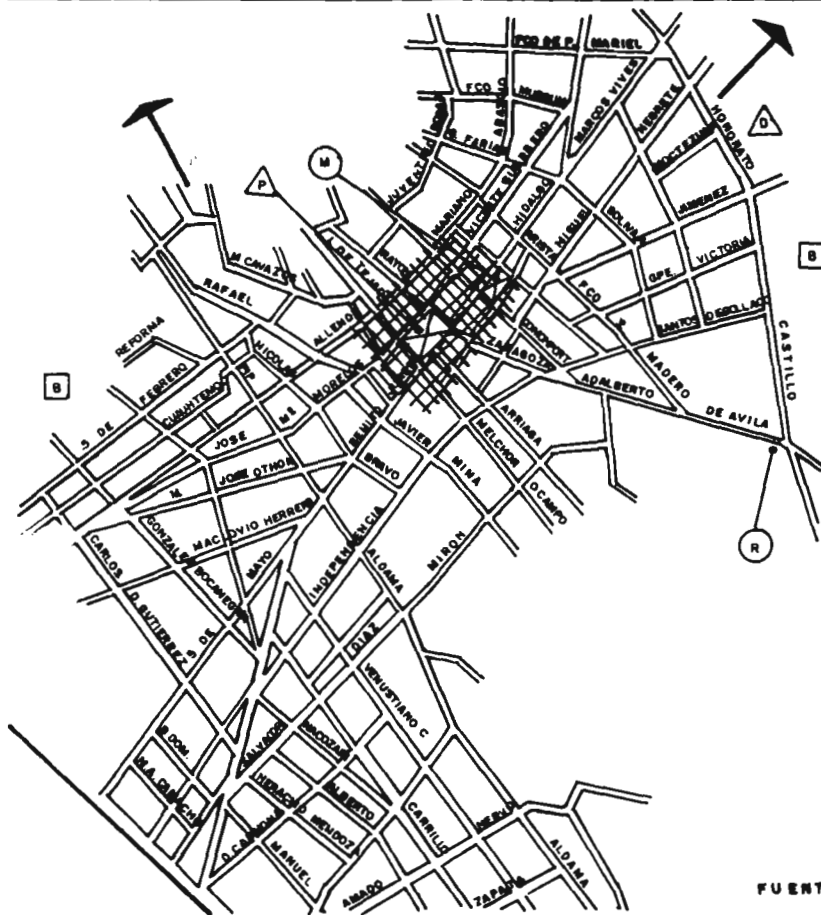
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**CHARCAS**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
 1984

FIG. No. 25



FUENTE: Planos tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F. F. C. C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

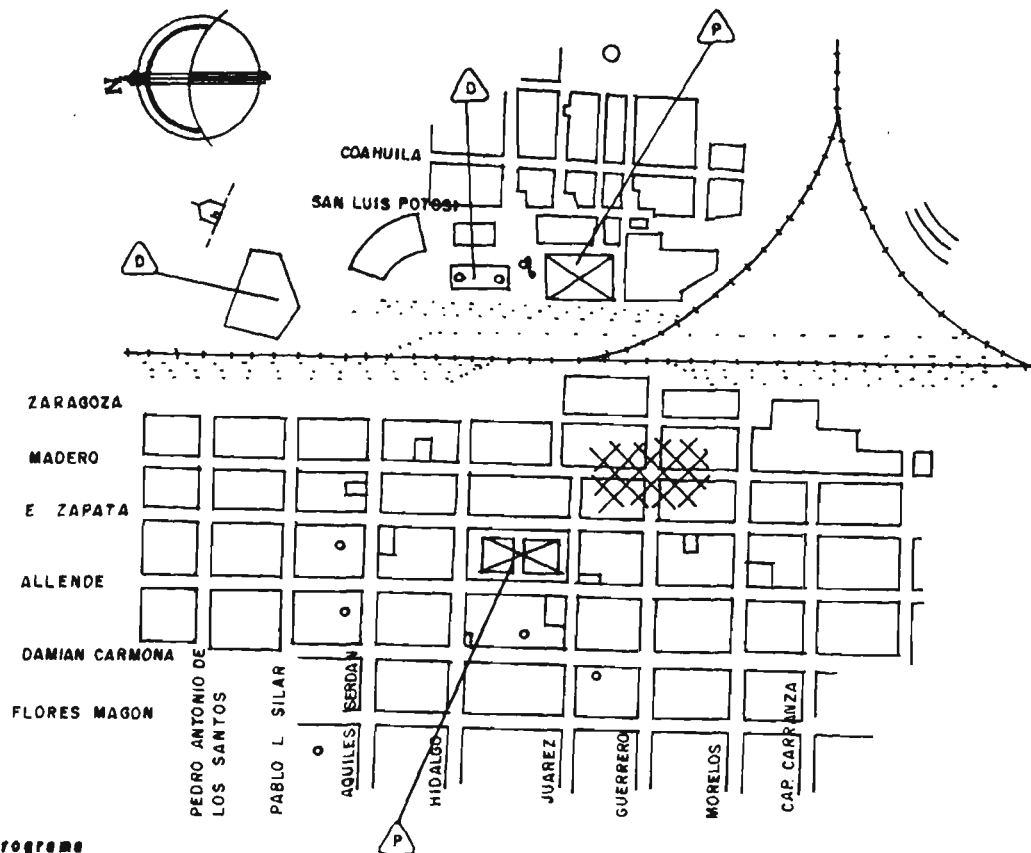
CERRITOS

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIerno  
1994

FIG. No. 26





FUENTE : Planos tomados informes Programa Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

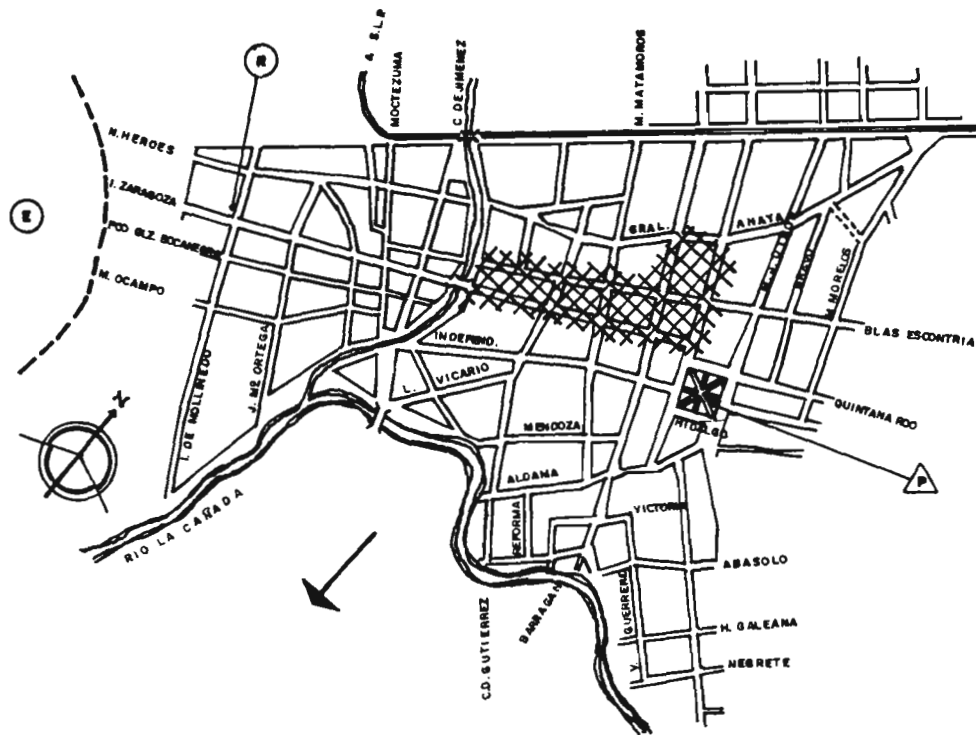
**SIMBOLOGIA**

- |  |                      |  |                |  |                     |  |                |
|--|----------------------|--|----------------|--|---------------------|--|----------------|
|  | ZONA COMERCIAL       |  | VIVIENDA       |  | LIMITE URBANO       |  | REGULARIZACION |
|  | HAB. PRECARIA        |  | BASURERO MPAL. |  | RED AGUA POTABLE    |  | POTABILIZADORA |
|  | EJIDOS               |  | ZONA DEPTVA.   |  | RED ALCANTARILLADO  |  | TRATAMIENTO    |
|  | TERR.COMUNALES       |  | RASTRO         |  | DESCARGA            |  | CARRETERA      |
|  | PARQUE JARDIN PLZA.  |  | INDUSTRIA      |  | POZO PROFUNDO       |  | F.F.C.C.       |
|  | MERCADO PUBLICO      |  | CAMIONERA      |  | OTRO ABASTECIMIENTO |  | CEMENTERIO     |
|  | TEND. DE CRECIMIENTO |  |                |  |                     |  |                |

**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**VANEGAS**

R. ESCOBAR CH.      OTONO-INVIERNO 1994      FIG. No. 27



FUENTE: Planos tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

ZONA COMERCIAL	VIVIENDA	LIMITE URBANO	REGULARIZACION
HAB. PRECARIA	BASURERO MPAL.	RED AGUA POTABLE	POTABILIZADORA
EJIDOS	ZONA DEPTVA	RED ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO
TERR. COMUNALES	RASTRO	DESCARGA	CARRETERA
PARQUE, JARDIN, PLZA.	INDUSTRIA	POZO PROFUNDO	F.F.C.C.
MERCADO PUBLICO	CAMIONERA	OTRO ABASTECIMIENTO	CEMENTERIO
TEND. DE CRECIMIENTO			

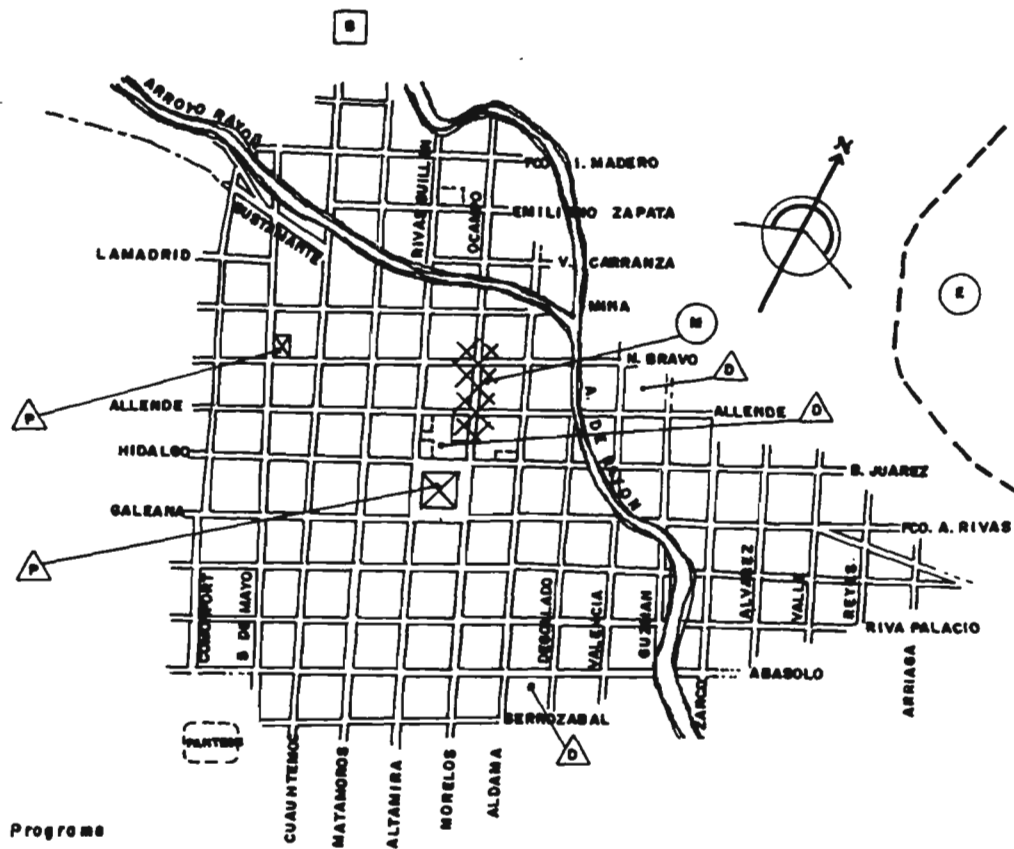
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

CD. DEL MAIZ

R. ESCOBAR CH.

OTONO-INVIERNO  
1994

FIG. No. 28



FUENTE: Pliegos tomados informes Programa Agua Limpia, CNA Gobierno Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F.F. C.C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

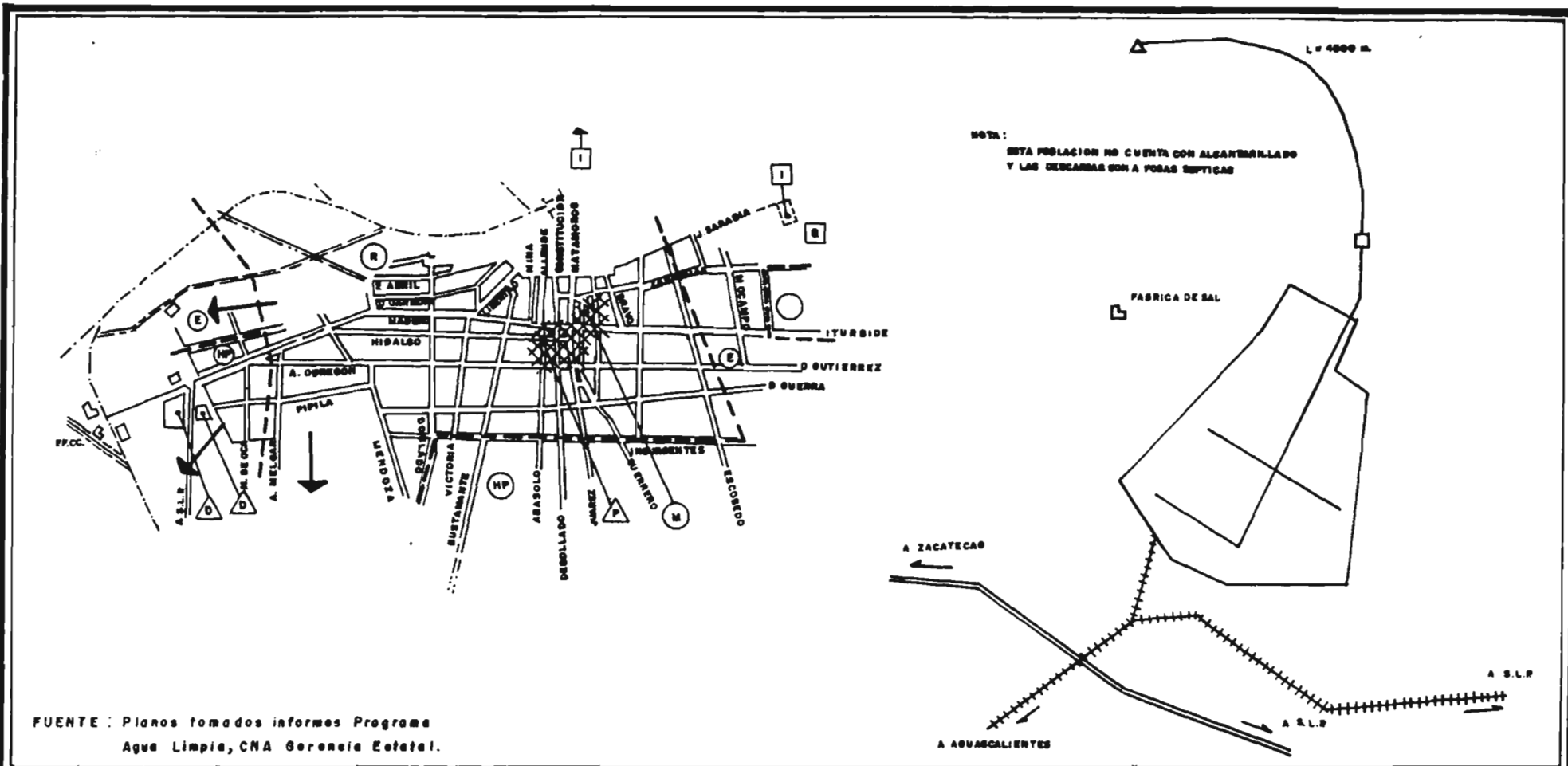
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

RAYON

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
 1984

FIG. No. 29



### S I M B O L O G I A

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR.COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F. F. C.C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

**U A S L P**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

---

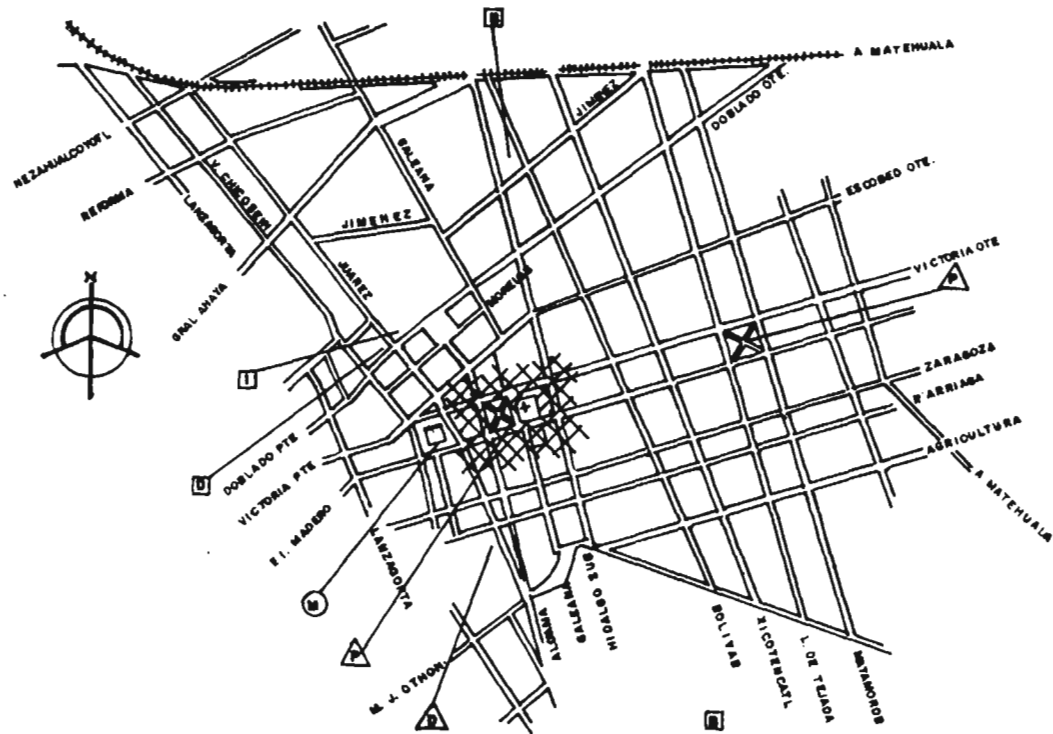
**SALINAS**

---

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIerno  
1984

FIG. No. 30



FUENTE: Planos tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Serecote Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F. F. C. C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

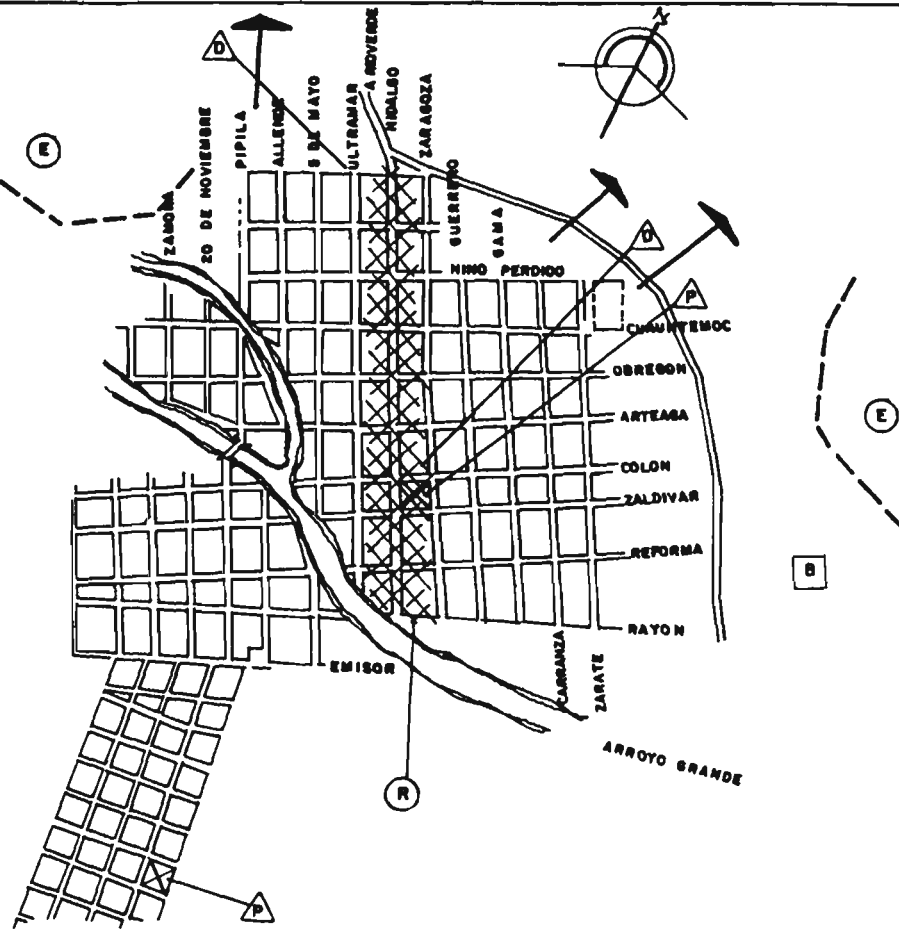
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**CEDRAL**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
1994

FIG. No. 31



FUENTE: Planos tomados informe Programa  
Agua Limpia, CMA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE, JARDIN, PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F. F. C. C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

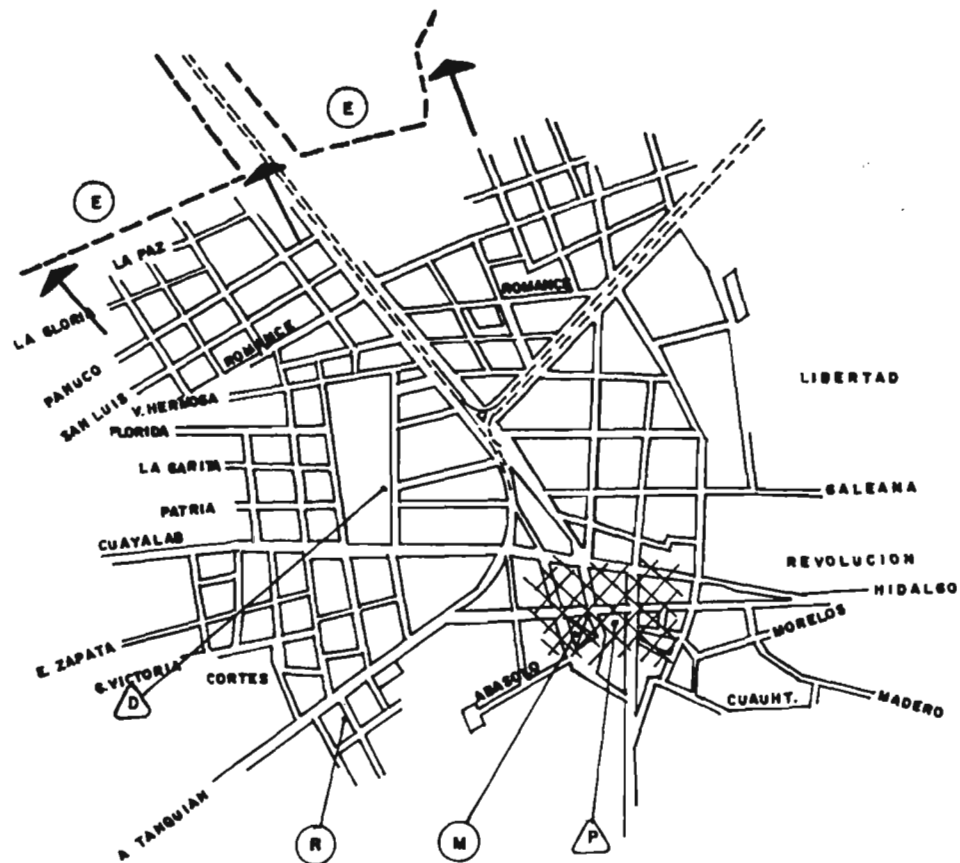
UASLP  
FACULTAD DE INGENIERIA  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

SAN CIRÓ

R. ESCOSAR CH.

OTOÑO-INVIerno  
1984

FIG. No. 32



FUENTE : Planes tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

### SIMBOLOGIA

	ZONA COMERCIAL		VIVIENDA		LIMITE URBANO		REGULARIZACION
	HAB. PRECARIA		BASURERO MPAL.		RED AGUA POTABLE		POTABILIZADORA
	EJIDOS		ZONA DEPTVA.		RED ALCANTARILLADO		TRATAMIENTO
	TERR. COMUNALES		RASTRO		DESCARGA		CARRETERA
	PARQUE JARDIN PLZA.		INDUSTRIA		POZO PROFUNDO		F. F. C.C.
	MERCADO PUBLICO		CAMIONERA		OTRO ABASTECIMIENTO		CEMENTERIO
	TEND. DE CRECIMIENTO						

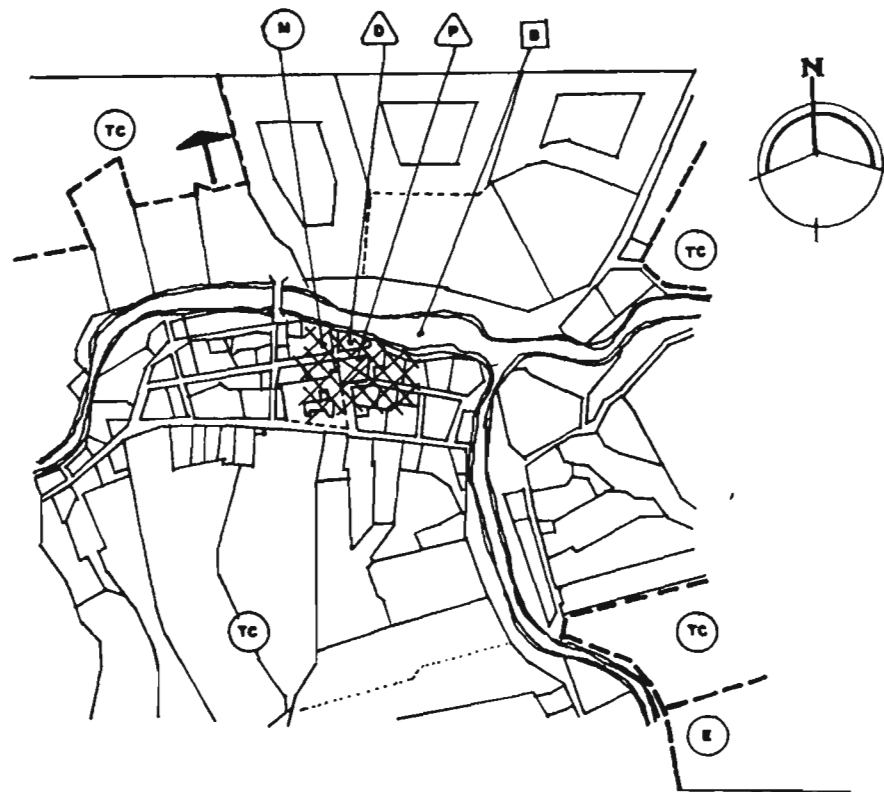
**UASLP**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**SAN VICENTE**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIerno  
1984

FIG. No. 33



FUENTE : Planos tomados informes Programa  
Agua Limpia, CNA Gerencia Estatal.

### S I M B O L O G I A

ZONA COMERCIAL	VIVIENDA	LIMITE URBANO	REGULARIZACION
HAB. PRECARIA	BASURERO MPAL.	RED AGUA POTABLE	POTABILIZADORA
EJIDOS	ZONA DEPTVA.	RED ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO
TERR. COMUNALES	RASTRO	DESCARGA	CARRETERA
PARQUE JARDIN PLZA	INDUSTRIA	POZO PROFUNDO	F. F. C. C.
MERCADO PUBLICO	CAMIONERA	OTRO ABASTECIMIENTO	CEMENTERIO
TEND. DE CRECIMIENTO			

**U A S L P**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

**COXCATLAN**

R. ESCOBAR CH.

OTOÑO-INVIERNO  
1994

FIG. No. 34



## BIBLIOGRAFÍA

Almazan Cadena, Antonio, 1972, Síntesis Geográfica del estado de San Luis Potosí, Ediciones del Ateneo nacional de investigaciones geográficas sección San Luis Potosí.

American society for testing and materials, 1982, Manual de aguas para usos industriales edit. Limusa, México, D.F.

Campos Aranda, Fco. Daniel, 1986, Procesos del ciclo hidrológico. Edit. Universitaria potosina, San Luis Potosí, México.

Castany, Guillermo, 1975, Prospección y explotación de las aguas subterráneas, Edit. Omega. Barcelona, España.

CNA, 1990, Archivos usuarios del agua, gerencia estatal, S.L.P.

CNA, 1989, Manual para la selección de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales y lodos producidos, Talleres de la CNA México, D.F.

CRM, 1992, Monografía geológica - minera del estado de San Luis Potosí. Talleres de la CRM.

Comisión Nacional de Ecología, 1988, Informe general de ecología, talleres gráficos de la nación.

Custodio, Manuel, Llamas, Ramón, 1973, Hidrología subterránea, Edit. Omega, Barcelona, España.

Departamento de sanidad del estado de New York, 1965, Manual de tratamiento de aguas negras, Edit. Limusa, New York, USA.

Fair, Geyer-Okun, 1979, Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales, Edit. Limusa, New York, USA.

-----, 1990, (Hoja) Tamazunchale, Geología de la hoja Tamazunchale, estado de Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí, Editorial del Instituto de Geología, UNAM.

INEGI, 1985, Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí, Talleres de la dir. gral. de información, México, D.F.

INEGI, 1990, San Luis Potosí, cuaderno de información para la planeación, Talleres del INEGI, Aguascalientes, Aguascalientes.

INEGI, 1989, Anuario estadístico del estado de San Luis Potosí, Talleres del INEGI, Aguascalientes, Aguascalientes.

Montañéz Castro, Alberto, 1990, Hidrogeoquímica del municipio de Río Verde, S.L.P. Trabajo recepcional

NALCO, 1988, Manual del agua, tomos I, II y III, Edit. Mc Graw Hill, México, D.F.

Ortiz Aguirre, Ramón, 1988, Elementos de hidrogeología, Facultad de Ingeniería UASLP, México.

Ortiz Aguirre, Ramón, 1989, Viabilidad en el uso del agua por las empresas potosinas, CANACINTRA - UASLP.

Ortiz Aguirre, Ramón, 1991, Estudio de Impacto ambiental para la operación de presas de jales en el municipio de La Paz, S.L.P., Facultad de Ingeniería, UASLP.

Pérez Tello, Gabriel C, 1991 Estudio de la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Cárdenas, S.L.P., trabajo recepcional Facultad de Ingeniería, UASLP.

Sarabia Melendez, M. Isabel, 1977, Estudio de las condiciones de la red de aguas potable de las ciudades de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez, trabajo recepcional, Fac. de Ing. UASLP.

SARH, SAS, 1973, Reglamento para la prevención y control de la contaminación de las aguas, Talleres gráficos de la nación.

SARH, 1985, Atlas del sector agropecuario y forestal, representación general en el estado de San Luis Potosí y cuenca baja del Pánuco.

SEDUE, 1989, Gaceta ecológica vol. I numero 1, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1989, Gaceta ecológica vol. I numero 2, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1989, Gaceta ecológica vol. I numero 3, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1989, Gaceta ecológica vol. I numero 4, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1989, Gaceta ecológica vol. I numero 5, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1989, Gaceta ecológica vol. II numero 6, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1990, Gaceta ecológica vol. II numero 7, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1990, Gaceta ecológica vol. II numero 8, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1990, Gaceta ecológica vol. II numero 9, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1990, Gaceta ecológica vol. II numero 10, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1990, Gaceta ecológica vol. II numero 11, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1990, Gaceta ecológica vol. II numero 12, Talleres gráficos de la nación, México, D.F.

SEDUE, 1990, Informe interno calidad del agua en la Huasteca potosina, San Luis Potosí, S.L.P.

SEDUE, 1988, Informe Nacional de Ecología, Talleres gráficos de la nación.

Snoeyink, Jenkis, 1987, Química del agua. Edit. Linusa. México, D.F.

U.S. Geological Survey, 1982, What is the water, U.S. Geological Survey, Denver, Colorado.