

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA



EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN LA ZONA ORIENTE DEL MUNICIPIO DE
VALLE DE SANTIAGO, GTO.
RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO INTEGRAL

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO

PRESENTA

PATRICIA PADILLA SIXTO

MEXICO, D.F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

| | |
|------------------------------------|----|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCION | 1 |
| MARCO DE REFERENCIA | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 5 |
| OBJETIVOS | 10 |
| METODO | 11 |
| I. UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO | 16 |
| II. EL MEDIO NATURAL | |
| 2.1. RELIEVE | 19 |
| 2.2. CLIMA | 22 |
| 2.2.1. ELEMENTOS DEL CLIMA | |
| TEMPERATURA | 23 |
| PRECIPITACION | 23 |
| EVAPORACION | 24 |
| VIENTOS | 26 |
| 2.2.2. TIPOS DE CLIMA | 26 |
| 2.3. SUELOS. | 28 |
| 2.3.1. UNIDADES DE SUELOS | |
| VERTISOLES | 29 |
| FEOZEMS | 30 |
| LITOSOLES | 31 |
| REGOSOLES | 31 |
| 2.3.2. USO POTENCIAL DEL SUELO | 33 |
| 2.4. AGUA | 35 |
| 2.4.1. REGION HIDROLOGICA | 35 |
| 2.4.2. AGUAS SUPERFICIALES | |
| RIO LERMA | 36 |
| CUERPOS DE AGUA | 38 |
| 2.4.3. AGUAS SUBTERRANEAS | 41 |
| 2.4.4. CALIDAD DEL AGUA | 43 |

| | | |
|--------|-------------------------------------|----|
| 2.4.5. | USOS DEL AGUA | 46 |
| 2.4.6. | INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA | |
| | DISTRITO DE RIEGO No. 11 ALTO LERMA | 48 |
| | UNIDAD VALLE | 49 |
| 2.5. | VEGETACION Y USO DEL SUELO | |
| 2.5.1. | VEGETACION | 52 |
| 2.5.2. | USO DEL SUELO | 54 |
| 2.6. | FAUNA | 57 |

III. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS.

| | | |
|----------|----------------------------------|----|
| 3.1. | ASPECTOS SOCIALES. | |
| 3.1.1. | ANTECEDENTES HISTORICOS. | 59 |
| 3.1.2. | POBLACION. | 60 |
| | COMPOSICION DE LA POBLACION. | 65 |
| 3.1.3. | CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA. | 66 |
| 3.1.4. | POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA. | 67 |
| 3.1.5. | SERVICIOS MUNICIPALES. | |
| | AGUA POTABLE | 70 |
| | DRENAJE | 71 |
| | SERVICIO DE LIMPIA | 73 |
| | ELECTRICIDAD | 73 |
| | EDUCACION | 74 |
| | SERVICIOS MEDICO ASISTENCIALES | 75 |
| | ABASTO | 76 |
| | COMUNICACIONES Y TRANSPORTES | 76 |
| 3.2. | ACTIVIDADES ECONOMICAS. | |
| 3.2.1. | AGRICULTURA. | |
| 3.2.1.1. | AGRICULTURA DE RIEGO. | 77 |
| | TECNIFICACION | 84 |
| | ORGANIZACION | 85 |
| 3.2.1.2. | AGRICULTURA DE TEMPORAL. | 86 |
| | TECNIFICACION | 90 |
| | SINIESTROS | 91 |

| | | |
|---|--|-----|
| 3.2.2. | GANADERIA. | 93 |
| | TECNIFICACION | 95 |
| | PRODUCCION Y COMERCIALIZACION | 96 |
| | ORGANIZACION | 96 |
| 3.2.3. | APROVECHAMIENTOS FORESTALES. | 96 |
| IV. IDENTIFICACION DE PROBLEMAS. | | |
| 4.1. | AGUA | 99 |
| 4.2. | SUELO | 107 |
| 4.3. | VEGETACION Y FAUNA | 109 |
| 4.4. | MATRIZ DE RELACION DE DETERIORO AMBIENTAL | 109 |
| V. RECOMENDACIONES. | | |
| 5.1. | ORDENACION TERRITORIAL | 113 |
| 5.1.1. | GRUPO I. TIERRAS PARA PRODUCCION AGRICOLA | 115 |
| 5.1.2. | GRUPO II. TIERRAS PARA PRODUCCION GANADERA Y FORESTAL . | 117 |
| 5.1.3. | GRUPO III. TIERRAS PARA CONSERVACION | 117 |
| 5.1.4. | GRUPO IV. TIERRAS PARA RESTAURACION. | 117 |
| 5.1.5. | GRUPO V. TIERRAS DE PRODUCCION-PROTECCION | 118 |
| 5.2. | TRATAMIENTOS. | 119 |
| 5.2.1. | SISTEMAS AGROFORESTALES | 120 |
| | SISTEMAS ADAPTABLES A LA ZONA. | 123 |
| 5.2.2. | SUELOS ARABLES. | 127 |
| 5.2.3. | SUELOS NO ARABLES | 132 |
| 5.2.4. | CONTROL DE INUNDACIONES | 133 |
| 5.2.5. | MANEJO DEL AGUA | 134 |
| VI. BIBLIOGRAFIA. | | |
| ANEXO A-1 ESTIMACION DE LA PERDIDA DE SUELOS. | | 144 |
| ANEXO CARTOGRAFICO | | 152 |

INDICE DE CUADROS

CAPITULO I

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Coordenadas de los puntos extremos del área de estudio. | 17 |
|----|---|----|

CAPITULO II

| | | |
|-----|--|----|
| 2. | Principales elevaciones. | 21 |
| 3. | Dimensiones de las hoyas de Valle de Santiago. | 21 |
| 4. | Principales unidades de suelo. | 28 |
| 5. | Parámetros utilizados para la clasificación de tierras. | 34 |
| 6. | Río Lerma al entrar y salir del estado de Guanajuato. | 37 |
| 7. | Características de la laguna de Yuriria. | 39 |
| 8. | Operación de la laguna de Yuriria en el período 1990-91. | 39 |
| 9. | Resultados del muestreo de agua del río Lerma 1991. | 43 |
| 10. | Calidad del agua potable. | 45 |
| 11. | Reporte de la calidad del agua. | 46 |
| 12. | Usos del agua en la cuenca del Lerma. | 47 |
| 13. | Municipios del Distrito 11 Alto-Lerma. | 48 |
| 14. | Consumo de agua en los principales cultivos 1991/1992. | 51 |
| 15. | Superficie por uso del suelo. | 57 |
| 16. | Superficie de la ciudad de Valle de Santiago Período 1970/1990. | 63 |
| 17. | Principales localidades. | 65 |
| 18. | Características de la industria municipal. | 69 |
| 19. | Localidades equipadas con drenaje. | 71 |
| 20. | Infraestructura escolar. | 74 |
| 21. | Producción agrícola en Valle de Santiago en 1930. | 79 |
| 22. | Superficie sembrada con cereales en el Distrito de Riego No 11 Alto Lerma. Período 1985-1992. | 80 |
| 23. | Superficie cultivada y producción de sorgo en Valle de Santiago, ciclo primavera-verano 1991. | 81 |
| 24. | Superficie cultivada y valor de la producción. Ciclo otoño-invierno 1991-1992. | 82 |

| | | |
|-----|---|----|
| 25. | Superficie sembrada y producción de maíz. Ciclo primavera-verano. | 83 |
| 26. | Cultivos sembrados en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno 1991-1992. | 84 |
| 27. | Agrotóxicos más utilizados. | 85 |
| 28. | Superficie cultivada en temporal 1980-1992. | 88 |
| 29. | Producción de los principales cultivos de temporal 1980-1991. | 89 |
| 30. | Rendimientos de los principales cultivos. | 89 |
| 31. | Superficie sembrada, siniestrada y cosechada con maíz en tierras de temporal, 1980-1992. | 92 |
| 32. | Superficie sembrada, siniestrada y cosechada con sorgo en tierras de temporal 1980-1992. | 92 |
| 33. | Superficie siniestrada en los principales cultivos, ciclo primavera- verano 1992. | 93 |
| 34. | Inventario ganadero 1970-1990. | 94 |
| 35. | Uso de leña en el municipio. | 97 |
| 36. | Consumo aparente de leña. | 98 |

CAPITULO IV.

| | | |
|-----|--|-----|
| 37. | Sobreexplotación de acuíferos en Guanajuato. | 105 |
| 38. | Abatimiento del nivel de agua subterránea, Unidad Valle. | 106 |
| 39. | Estimación de la pérdida de suelos, parámetros utilizados y resultados. | 108 |
| 40. | Matriz de relaciones directas de deterioro ambiental. | 112 |

CAPITULO V

| | | |
|-----|---|-----|
| 41. | Ordenación territorial, parámetros utilizados. | 116 |
| 42. | Superficies de los usos de la tierra propuestos. | 119 |
| 43. | Cortina rompevientos, costo por 100 m. | 127 |
| 44. | Plantación de leña, costos de establecimiento/ha. | 127 |
| 45. | Especies forestales para reforestación | 128 |
| 46. | Prácticas requeridas. | 130 |
| 47. | Prácticas de conservación de suelo y agua. | 131 |

ANEXO 1-A.

| | |
|---|-----|
| A-1. Estimación de la pérdida de suelos. | 145 |
| A-2. Valores del factor erodabilidad. | 147 |
| A-3. Valor CAERO por unidad. | 148 |
| A-4. Valores CATEX. | 148 |
| A-5. Valores CATEX por unidad. | 149 |
| A-6. Valores CATOP. | 149 |
| A-7. Valores CATOP por unidad. | 150 |
| A-8. Valores CAUSO. | 150 |
| A-9. Valores CAUSO por unidad. | 151 |
| A-10 Clasificación de la degradación hídrica. | 151 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| 1. Localización del municipio de Valle de Santiago. | 18 |
| 2. Mapa topográfico de la zona de estudio. | 20 |
| 3. Gráficas Ombrotermicas. | 25 |
| 4. Climogramas. | 27 |
| 5. Mapa edafológico. | 32 |
| 6. Distrito de Riego No. 11. | 50 |
| 7. Crecimiento de la población 1970-2000. | 62 |
| 8. Cantidad de localidades según población. | 62 |
| 9. Crecimiento de la Mancha Urbana. | 64 |
| 10. Pirámide de edades, 1990. | 66 |
| 11. Distribución de la PEA. Sectores de producción. | 68 |
| 12. Distribución de la PEA. Ramas de producción. | 68 |
| 13. Areas vedadas en el Estado de Guanajuato. | 102 |
| 14. Isolíneas de abatimiento del nivel de aguas subterráneas. | 104 |

R E S U M E N

Esta investigación aborda la problemática asociada con el uso de los recursos naturales renovables de Valle de Santiago, Gto, uno de los municipios agrícolas más importantes del Bajío guanajuatense. Abarca una superficie de 34,918 ha de la porción oriental de dicho municipio.

El método utilizado es una adaptación de la metodología para el Ordenamiento Ecológico del Territorio, desarrollada por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Comprendió el análisis de información documental, estadística y cartográfica; fotointerpretación con verificación de campo y entrevistas con productores, dirigentes y funcionarios del municipio y de dependencias federales.

Los resultados muestran que en la zona los recursos naturales se utilizan intensivamente, en particular el agua, superando incluso su capacidad de recuperación.

Se presentan serios problemas ambientales como la alteración del régimen hidrológico, el abatimiento del nivel de agua subterránea hasta de un metro por año, inundaciones en la cabecera municipal y formación de torrentes. Existe pérdida de suelos por erosión hídrica hasta de 50 ton/ha/año; extinción de fauna y reducción y degradación de las áreas forestales.

Para superar la problemática identificada se hace una propuesta de ordenación del uso de la tierra que compatibiliza la producción con la protección y se dan recomendaciones técnicas para proteger y restaurar los recursos naturales buscando mejorar las condiciones de vida de la población local.

MARCO DE REFERENCIA.

Los elementos del medio geográfico se consideran recursos naturales en la medida que un grupo humano desarrolla formas de percepción y de valoración utilitaria de los mismos, es decir un elemento natural se valora como recurso cuando es aprovechable por el hombre; consecuentemente, la categoría de recurso natural no es permanente, está en función del estado de desarrollo de la sociedad, de sus costumbres y de sus principios éticos, condiciones de las que también depende la actitud de los grupos humanos en relación con la protección o deterioro de los recursos naturales y por tanto del ambiente(10).

En la etapa primitiva de desarrollo del hombre, pocos elementos naturales podrían calificarse como recursos ya que la caza, la recolección y la pesca en pequeña escala eran suficientes para satisfacer las demandas de una población humana poco numerosa. El suelo adquiere carácter de recurso cuando los pueblos comenzaron a practicar la agricultura y debieron profundizar y sistematizar su conocimiento a fin de alimentar a sus crecientes poblaciones. Si bien el suelo jugaba un papel preponderante, la vegetación natural y a fauna también eran importantes en sus economías (10,119).

Numerosas culturas dejaron constancia de su preocupación por el recurso suelo clasificándolo de acuerdo a sus potencialidades, como la cultura china, que hace aproximadamente 4 000- 5 000 años elaboró una clasificación de suelos basada en la capacidad del suelo para producir cultivos. En nuestro país sus antiguos pobladores desarrollaron diferentes sistemas para denominar y ordenar los suelos, como la clasificación en lengua purépecha que designa los diferentes tipos de suelos de la cuenca del lago de Pátzcuaro (14).

De las formas de apropiación de los recursos naturales que desarrollan los pueblos o que les son impuestas, depende la actitud de estos hacia la naturaleza.

En México, a partir de la conquista española se han abandonado progresivamente las formas de aprovechamiento de los recursos naturales desarrolladas por las culturas prehispánicas, caracterizadas por la interacción hombre-naturaleza, las que no pretendían el dominio de ésta, sino su entendimiento y la integración a ella en una forma armónica, que hacían posible la recuperación y conservación de los ecosistemas.

Los modelos impuestos desde la llegada de los europeos tienden a la sobreutilización de los sistemas naturales a fin de crear unidades de producción que apoyen el desarrollo de otras áreas, como las zonas mineras durante la colonia y más recientemente, que respondan a las demandas del mercado y a los esquemas de consumo impuestos por los grupos dominantes en turno, modelos que no previenen ni atenúan la degradación y destrucción de los recursos (17,120).

El resultado de la aplicación durante siglos de estos modelos de uso de los recursos, es la erosión generalizada de los suelos, que en diversos grados afecta más del 80 % del territorio nacional (86), la desertificación del país y la destrucción de millones de hectáreas forestales, con lo cual no sólo se han destruido grandes áreas naturales, poseedoras originalmente de una alta biodiversidad, sino que se han eliminado las alternativas productivas de la vegetación forestal y fauna silvestre (89).

Ante esta problemática, común a la mayoría de los países en desarrollo, en las últimas décadas se han elaborado nuevos esquemas para el estudio y manejo de los recursos naturales, tales como la Evaluación Integral de Recursos Naturales Renovables y el Manejo Integral.

En la Evaluación Integral se estudia cada uno de los recursos de una región, analizando las interacciones principales entre ellos a fin de hacer recomendaciones para su utilización más adecuada y para que el uso intensivo de alguno no produzca el deterioro de los demás; en otras palabras, para inducir el desarrollo armónico de todos los elementos del medio (10).

Con el Manejo Integral, definido como el conjunto de acciones técnicas y sistemáticas encaminadas a regular el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, para obtener el óptimo beneficio de ellos, sin detrimento del ambiente y considerando las necesidades de la sociedad (74), se pretende hacer compatible la conservación y el aprovechamiento de los recursos y reducir los impactos negativos en el ambiente.

A nivel internacional estos esquemas son fomentados por agencias de cooperación multilateral como la Organización de Estados Americanos (OEA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

La OEA ha apoyado numerosos proyectos de planeación integral regional y proporciona asistencia técnica a los estados miembros. Por su parte, la FAO promueve la ordenación integrada de cuencas hidrográficas, como un instrumento para la planeación integral del uso de la tierra, cuya metodología y principios básicos han sido aplicados en varios países latinoamericanos (69).

En México estos enfoques no se han generalizado entre los responsables del diseño y ejecución de proyectos asociados con el aprovechamiento de recursos naturales, por lo que si bien desde hace tiempo se han incorporado consideraciones ambientales en los proyectos de desarrollo agropecuario, éstas frecuentemente están desarticuladas y fuera del contexto social en que se desarrollan dichos proyectos. Se insiste en la evaluación aislada de los recursos y en la atención puntual de la problemática bajo una administración pública sectorizada.

La falta de proyectos con enfoque integral, que evalúen los impactos sobre todos los elementos del medio, se explica en parte por el carácter complejo de los problemas ambientales que dificulta su atención, pues con frecuencia tienen una amplia distribución espacial, permean límites administrativos, no se limitan a una disciplina científica, son de naturaleza multisectorial y a menudo tienen un carácter acumulativo difícil de detectar en sus etapas iniciales.

A lo anterior debe sumarse la ausencia de una política gubernamental firme en la regulación del uso de los recursos naturales, por lo que la protección y restauración ambiental, más allá de declaraciones oficiales, no ha sido prioritaria, ésto pese al carácter social de los recursos establecido por la Constitución, y reconocido en diversos foros internacionales, como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos, en la cual se estableció que "...la tierra, por ser de carácter único no puede ser tratada como un bien ordinario, controlado por individuos y sujeto a las presiones del mercado ... La justicia social, la renovación urbana y el desarrollo sólo podrán lograrse si la tierra se usa en el interés de la sociedad... La tierra es un elemento primordial del ambiente natural y artificial y parte esencial de un equilibrio a menudo frágil, por consiguiente es indispensable el control público del uso del suelo para proteger su valor como bien público" (14,70).

La baja o nula aplicación de restricciones al uso de los recursos naturales contribuye a que se aplique una tasa de explotación superior a la de reposición natural, pasando por alto que la renovabilidad depende del adecuado manejo y conservación. (8) El bien social que es la tierra se deteriora rápidamente cuando se maneja arbitrariamente y se rige sólo por consideraciones económicas (20).

El aprovechamiento prácticamente libre de los recursos como el suelo y agua, sin considerar los impactos en el ambiente y las perspectivas a largo plazo, ha sido favorecido por las políticas gubernamentales de fomento agropecuario, particularmente en torno al establecimiento de nuevas áreas agrícolas, en las que únicamente se contabiliza el incremento en los rendimientos a corto plazo pasando por alto las proyecciones de deterioro de mediano y largo plazo. Sólo se miden los recursos que se incorporan a la producción, no el patrimonio que se pierde (110).

Al privilegiar a algunas regiones con grandes inversiones e infraestructura hidroagrícola, se parte del supuesto de que al incrementarse las actividades productivas se creará una gran riqueza material que inevitablemente beneficiará a todos, incluso a la generaciones futuras. Este fundamento no se

ajusta a la realidad cotidiana y a menudo los recursos llegan a sobreexplotarse de tal manera que se pone en riesgo el patrimonio natural que debe conservarse para las generaciones venideras (110).

El efecto degradante de la agricultura, más allá de la erosión, es poco perceptible, es lento, por lo que con frecuencia no se considera como factor relevante cuando se toman decisiones, a nivel productor, sobre el manejo de los recursos porque no se comprometen a corto plazo los resultados de la explotación. Esto ocasiona tendencias lentas pero sostenidas que llevan a la pérdida irreversible de los recursos a largo plazo.

Si bien, el gobierno ha promovido el desarrollo regional mediante el establecimiento de áreas de riego, la ausencia de un enfoque integral, ecológico, ocasiona que a menudo el apoyo de unas áreas haya sido en detrimento de otras, estrategia que amerita ser revisada, ya que el incremento de la producción y productividad sin beneficios directos para la población, tales como el mejoramiento real de su ingreso y condiciones de vida y cuyo costo sea la degradación y destrucción de los recursos naturales, no debe aceptarse ni tipificarse como desarrollo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El municipio de Valle de Santiago, es objeto de estudio de un proyecto que abarca el total del municipio, este trabajo es parte de ese proyecto y reporta los resultados del trabajo realizado en la zona oriente. Pertenecer a la región del Bajío Guanajuatense, la que ha destacado a nivel nacional por su producción agrícola.

El Bajío comenzó a tomar importancia a partir de la expansión Colonial hacia la parte norte del país, al encontrarse en ella los elementos necesarios para la producción de alimentos requeridos por las zonas mineras de Guanajuato, Zacatecas y San Luis Potosí. (17,120)

La existencia de abundantes recursos naturales, - suelos fértiles y agua-, así como la disponibilidad de mano de obra, fueron factores decisivos en la consolidación del municipio como productor eminentemente agrícola.

En 1939, al crearse el Distrito de Riego No.11 , las tierras del municipio se vieron ampliamente favorecidas con el agua del río Lerma, expandiendo progresivamente la superficie bajo riego hasta las 12 725 Has. con que cuenta actualmente la unidad Valle (82).

Los efectos que provocó la implementación del sistema de riego son de gran importancia:

-En primer lugar se generó una diferenciación de espacios agrícolas, privilegiándose las áreas bajo riego.

-Aunque la mayor superficie irrigada correspondió inicialmente a terrenos ejidales, los mayores beneficios han sido para los predios privados, fortaleciéndose un reducido grupo de agricultores e incrementándose la desigualdad entre las unidades de producción privada y las ejidales. (14,120)

-Se incrementó la desigualdad social, pues mientras los dueños y poseedores de las tierras de riego se capitalizaron a través del uso intensivo del suelo y agua, las comunidades de las áreas de temporal presentan comparativamente altos niveles de marginación.

-Si bien la modernización productiva fue posible gracias a la introducción de riego, ésta no ha contribuido sustancialmente a paliar el déficit de alimentos del país, pues la modernización capitalista de la agricultura, sin orientación social, da gran importancia a la producción de productos forrajeros y hortalizas, proceso estimulado por inversiones agroindustriales con capital de origen nacional e internacional.

-Se generaron fuertes movimientos migratorios de las zonas marginadas de montaña hacia las partes bajas, con la consecuente concentración de la

población en pocas localidades, al grado que en la actualidad la cabecera municipal concentra casi la mitad de la población del municipio.

-La ampliación de las áreas urbanizadas ha sido fundamentalmente a través de asentamientos humanos irregulares, lo que ocasiona problemas agrarios al invadirse terrenos ejidales, se supera la capacidad del municipio para dotarlos de servicios y se destruyen los recursos naturales de las áreas agrícolas de temporal y zonas forestales.

-Como resultado de la aplicación de una política que fomentó el uso prácticamente ilimitado del agua, la superficie que cuenta con infraestructura de riego se amplió rápidamente, ocupando en la actualidad el 100 % de las tierras con posibilidades de riego; sin embargo, esta superficie no puede regarse en su totalidad debido a restricciones para el uso del agua establecidas recientemente en toda la cuenca del Lerma, ya que esta es a nivel nacional la cuenca que presenta el mayor grado de utilización de dicho recurso.

-Se fomentó la especialización productiva, dejando de ser cada vez más para consumo humano directo y suplirse por una producción agrícola orientada al consumo animal y de exportación.

El factor determinante del diferente nivel de desarrollo de las zonas bajas y serranas del municipio es el tipo de agricultura, pues en las primeras se tienen las mejores condiciones, con amplias áreas planas y bajo riego; en cambio, en las áreas montañosas donde hay agricultura de temporal, las opciones productivas son más limitadas y se tienen frecuentes siniestros en los cultivos, lo que contribuye al empobrecimiento de sus habitantes.

Los campesinos, los jornaleros agrícolas, los indígenas, sobre todo los que habitan en zonas de temporal, son los que más han resentido los efectos de la polarización entre las tierras bajo riego y las de temporal, agudizándose las desigualdades sociales e incidiendo negativamente en los niveles de ingreso de la población, obligándola a emigrar hacia localidades urbanas. (14)

En cuanto al estado que presentan los recursos naturales, se observan serios problemas que pueden poner en riesgo su uso futuro. La sobreutilización de los suelos, la apertura de nuevas áreas de cultivo con la consecuente modificación del ambiente natural y la extracción de volúmenes de agua mayores a los de recarga, han causado la disminución de los recursos hídricos, reportándose el abatimiento de los niveles del agua subterránea hasta de un metro por año.

Esta situación es muy grave si se toma en cuenta que de la conservación de este recurso dependen tanto la sostenibilidad de la agricultura de riego, como el cubrimiento de la demanda de agua para consumo humano.

Con la especialización productiva registrada en el área, se disminuyó la diversidad ecosistémica hacia unos pocos productos, perdiéndose las condiciones naturales de los suelos y es norma que después de algunos años, estas tierras deben recibir un alto grado de subsidios, básicamente energéticos (14).

El deterioro de la estructura del suelo, los efectos negativos de la compactación del suelo, la disminución del agua disponible y los desequilibrios de los controles naturales de plagas y enfermedades, entre otros, son ejemplos de procesos en que la percepción del problema es muy baja e incluso nula o en que el problema, aunque se perciba, no influye en alto grado en las decisiones que debe tomar el productor sobre el manejo de los recursos. Esto es tanto más grave cuando faltan políticas generales de conservación, creándose tendencias lentas pero sostenidas que llevan a la pérdida irreversible de los recursos a largo plazo (14,110).

La situación plasmada, muestra una tendencia hacia un mayor detrimento de los ecosistemas de esta zona, lo cual puede comprometer la permanencia de los sistemas productivos, por tanto es imprescindible fomentar estudios y promover acciones de protección y regulación tendientes a garantizar el uso sostenido de los recursos naturales y para evitar perturbaciones severas en el ambiente.

Teniendo como base estas premisas y dado que el esquema de manejo integral de

recursos naturales es una herramienta fundamental para regular el uso de los recursos, se utilizó este enfoque para identificar los principales problemas ambientales asociados al aprovechamiento de los recursos naturales renovables y para integrar una propuesta de ordenación del uso del suelo que permita compatibilizar la utilización y la conservación de los recursos de la región.

O B J E T I V O S .

I. IDENTIFICAR LOS PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES Y SOCIALES, ASOCIADOS AL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE LA PORCION ORIENTE DEL MUNICIPIO DE VALLE DE SANTIAGO, GUANAJUATO.

II. SEÑALAR LAS ACCIONES REQUERIDAS PARA CONSERVAR Y RESTAURAR LOS RECURSOS NATURALES.

III. INTEGRAR UNA PROPUESTA DE ORDENACION DEL USO DEL SUELO QUE COMPATIBILICE LA CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES.

Para la realización del presente estudio se utilizaron las metodologías desarrolladas por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, para los proyectos de Ordenamiento Ecológico del Territorio y la utilizada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, para los Programas Forestales de Ordenación de Cuencas Hidrográficas, dependencias del sector público que norman a nivel federal el aprovechamiento de los recursos naturales renovables (81,102).

En función de los objetivos, el desarrollo del trabajo permitió dar respuesta a las siguientes interrogantes.

- 1) Cuáles son los recursos naturales renovables del municipio ?
- 2) Cómo se aprovechan tales recursos ?
- 3)Cuál es la distribución espacial del uso del suelo ?
- 4) Qué impactos derivados de los sistemas de aprovechamiento y patrón de uso del suelo actual, actúan sobre los recursos naturales.?
- 5) Cómo se pueden conservar y restaurar los recursos naturales ?

La investigación se llevó a cabo en tres etapas, cuyos elementos principales se describen en los apartados siguientes.

ETAPA I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES.

En esta etapa se recopiló, generó y sistematizó la información en que se apoyaron las etapas posteriores. Esta primera parte incluye la delimitación del municipio, la descripción del ambiente físico y socioeconómico y la identificación de los problemas relacionados con el aprovechamiento de los recursos naturales.

1.1 Ubicación de la zona de estudio.

Con objeto de ajustar el trabajo a las normas para la generación de información estadística y censal e identificar objetivamente los límites del área de trabajo, se utilizó la delimitación municipal definida con fines censales por el Sistema Nacional de Información de la Secretaría de Programación y Presupuesto; consecuentemente, se emplearon los límites geoestadísticos en lugar de los administrativos.

Los límites de la zona se transfirieron a un mapa topográfico para integrar el mapa base de investigación, el cual se utilizó para todos los fines cartográficos. La escala de trabajo fue de 1:50 000 (102).

El límite occidental de la zona de estudio se fijó sobre los parteaguas de las cuencas de la región en que se encuentran las "hoyas" del municipio y en la cota 1,750 m de la estructura volcánica aislada de Rincón de Parangueo. Se utilizaron las cuencas ya que estas son las mejores unidades naturales para estimar la pérdida de suelos por erosión hídrica, lo cual fue uno de los elementos principales de la investigación. Al conocer los niveles de degradación por cuenca fue posible identificar las áreas que requieren atención prioritaria.

1.2 Descripción del medio natural.

Se describieron los elementos del medio físico con base en investigación documental, análisis cartográfico y estadístico y fotointerpretación, esta última técnica se utilizó básicamente para actualizar los aspectos relacionados con el uso del suelo.

Se generó información relacionada con la topografía y pendientes, clima, geología, edafología, hidrología, uso del suelo y de las especies relevantes de flora y fauna.

Se describieron los recursos naturales de la región; aunque en el Municipio de Valle de Santiago tiene importancia local el aprovechamiento de bancos de

material, sólo se analizaron los recursos naturales renovables, especialmente el agua, suelo y vegetación, utilizados en forma intensiva en la zona, los cuales han sido base del desarrollo económico del municipio y en general de la región del Bajío.

En la descripción de los recursos naturales se identificó la distribución, cantidad existente, susceptibilidad de explotación, formas de aprovechamiento actuales y riesgos de deterioro o destrucción.

1.3 Descripción Socioeconómica.

En cuanto a los aspectos socioeconómicos, se analizaron las principales características de la población, equipamiento urbano y actividades productivas desarrolladas en el área, dando especial importancia al desarrollo de la agricultura y al aprovechamiento del agua, los cuales son los aspectos más relevantes de la zona.

Se identificaron las principales líneas de trabajo y políticas relacionadas con el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, así como las obras y acciones que las dependencias del sector público llevan a cabo para conservar, restaurar o aprovechar los recursos naturales.

ETAPA II. IDENTIFICACION DE PROBLEMAS.

Esta fase se realizó al mismo tiempo que la descripción del ambiente. Se hizo énfasis en la degradación y destrucción de los recursos naturales renovables como resultado de los sistemas de aprovechamiento utilizados actualmente.

En particular se presenta información relacionada con el uso del agua superficial y subterránea, sobreexplotación del agua subterránea y abatimiento de niveles freáticos; conflictos en el uso del suelo y problemas de erosión; estado que guardan la flora y fauna silvestre y principales causas de modificación y deterioro del paisaje.

Con el fin de identificar y evaluar las áreas con mayor pérdida de suelo, la zona de estudio se dividió en unidades de evaluación las cuales son principalmente cuencas hidrográficas. En cada una se determinó el tipo y grado de erosión utilizando la técnica propuesta por SEDUE para determinar el Índice de erosión laminar (102). El procedimiento detallado se presenta en el anexo 1

Para la estimación cuantitativa del uso inadecuado del suelo se actualizó mediante fotointerpretación, la carta de uso actual. Al sobreponerse este mapa con el correspondiente de uso potencial se obtuvo el mapa de conflictos de uso de la tierra, en el que se detallaron las áreas subutilizadas y sobreexplotadas, así como los principales problemas identificados en la zona.

Esta información se plasmó en un mapa que muestra la problemática asociada con el uso de los recursos naturales, en el cual se presentan:

- Áreas con erosión acelerada.
- Áreas deforestadas.
- Áreas con uso inadecuado del suelo.
- Áreas con sobreexplotación de recursos naturales.
- Asentamientos urbanos irregulares sobre áreas forestales o agrícolas.

Finalmente, por medio de una matriz se hizo la cuantificación de las relaciones de deterioro que se dan entre las actividades productivas, principales fuentes de impactos ambientales y los recursos naturales.

ETAPA III. PROPUESTAS.

Con base en la información generada en las etapas precedentes, se propusieron las medidas requeridas para proteger y restaurar los recursos naturales y mejorar las condiciones de vida de la población de ésta área.

Esta fue una de las etapas más importantes de la investigación ya que debió integrarse la información y proponer acciones para el aprovechamiento equilibrado y sostenido de los recursos naturales renovables. Las propuestas se realizaron tomando en cuenta consideraciones ambientales, sociales, económicas y políticas.

A partir de la información contenida en los mapas elaborados en las etapas anteriores, se integró una propuesta de ordenación del uso del suelo que da respuesta a los conflictos identificados en el uso de la tierra. Adicionalmente se elaboraron recomendaciones de índole técnico, legal y administrativo, para resolver la problemática asociada con el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y que permitirán llevar a cabo la ordenación del uso de la tierra .

La propuesta de uso del suelo considera las áreas para restauración, conservación y producción agropecuaria y forestal.

Las áreas que se definieron como de restauración se orientarán a la recuperación y restablecimiento de los procesos naturales. Se incluyeron en este grupo las zonas que presentan problemas de erosión u otro tipo de degradación y que correspondan a áreas con agricultura de bajos rendimientos, por ubicarse en zonas con conflictos de uso de la tierra.

Las áreas de conservación fueron las que poseen elementos naturales relevantes por constituir paisajes significativos, áreas verdes o recreativas, zonas de recarga de acuíferos y tierras que pueden degradarse fácilmente.

Las áreas para producción agropecuaria y forestal fueron las que presentan las mejores perspectivas para la producción agropecuaria y forestal, cuyo manejo bajo las condiciones tecnológicas actuales son viables.

Las acciones y medidas necesarias para restaurar los recursos naturales y ordenar el uso del suelo, se propusieron para toda la zona de estudio. La prioridad de las áreas se estableció con base en la pérdida de suelos por erosión laminar.

La prioridad de las acciones estará determinada por la magnitud del problema a controlar, sus tendencias e impactos sobre las condiciones de vida de la población y sobre las actividades productivas, así como por las políticas que en este rubro establezcan las dependencias del sector público.

Las acciones y medidas estarán orientadas a:

- A) Prevenir y controlar la contaminación del suelo y agua.
- B) Racionalizar el uso del agua.
- C) Proteger y restaurar la vegetación forestal, fauna y suelo.
- D) Conservar áreas de particular belleza y de recreación.
- E) Mejorar la productividad de las actividades agropecuarias.

I. UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

La zona de estudio, comprende la porción oriental de Valle de Santiago, municipio ubicado en el sur del estado de Guanajuato, en la región conocida como El Bajío.

El municipio se ubica entre los 20°14' y 20°32' de latitud norte y entre los 101°05' y 101°27' de longitud oeste.

Colinda al norte con los municipios de Salamanca y Pueblo Nuevo; al este con el municipio de Jaral del Progreso; al sureste con Salvatierra; al sur con el municipio de Yuriria; al suroeste con el municipio de Puruándiro, estado de Michoacán y al poniente con los municipios de Huanimaro y Pueblo Nuevo. (fig. 1).

Sus límites son, al norte el río Lerma, al oriente el municipio de Jaral del Progreso, al sur la laguna de Yuriria y al poniente el resto del municipio. Cubre una superficie de 34 918 ha, equivalentes al 42% del área municipal.

Las coordenadas de los puntos extremos son las siguientes.

Cuadro No. 1 Coordenadas de los puntos extremos del área de estudio.

| PUNTO EXTREMO | LATITUD NORTE | LONGITUD OESTE |
|---------------|---------------|----------------|
| NORTE | 20°29' 15'' | 101°07' 50'' |
| SUR | 20°15' 05'' | 101°11' 40'' |
| ESTE | 20°24' 25'' | 101°05' |
| OESTE | 20°25' 20'' | 101°16' 35'' |

Regionalmente el municipio se encuentra comunicado a través de la carretera Federal No. 43, en el tramo Salamanca-Morelia, y por la carretera estatal a Jaral del Progreso. Cuenta con una red de caminos de terracería que enlazan a las principales localidades. El único camino local pavimentado es la carretera a Guarapo, que enlaza la cabecera municipal y el extremo occidental del municipio.

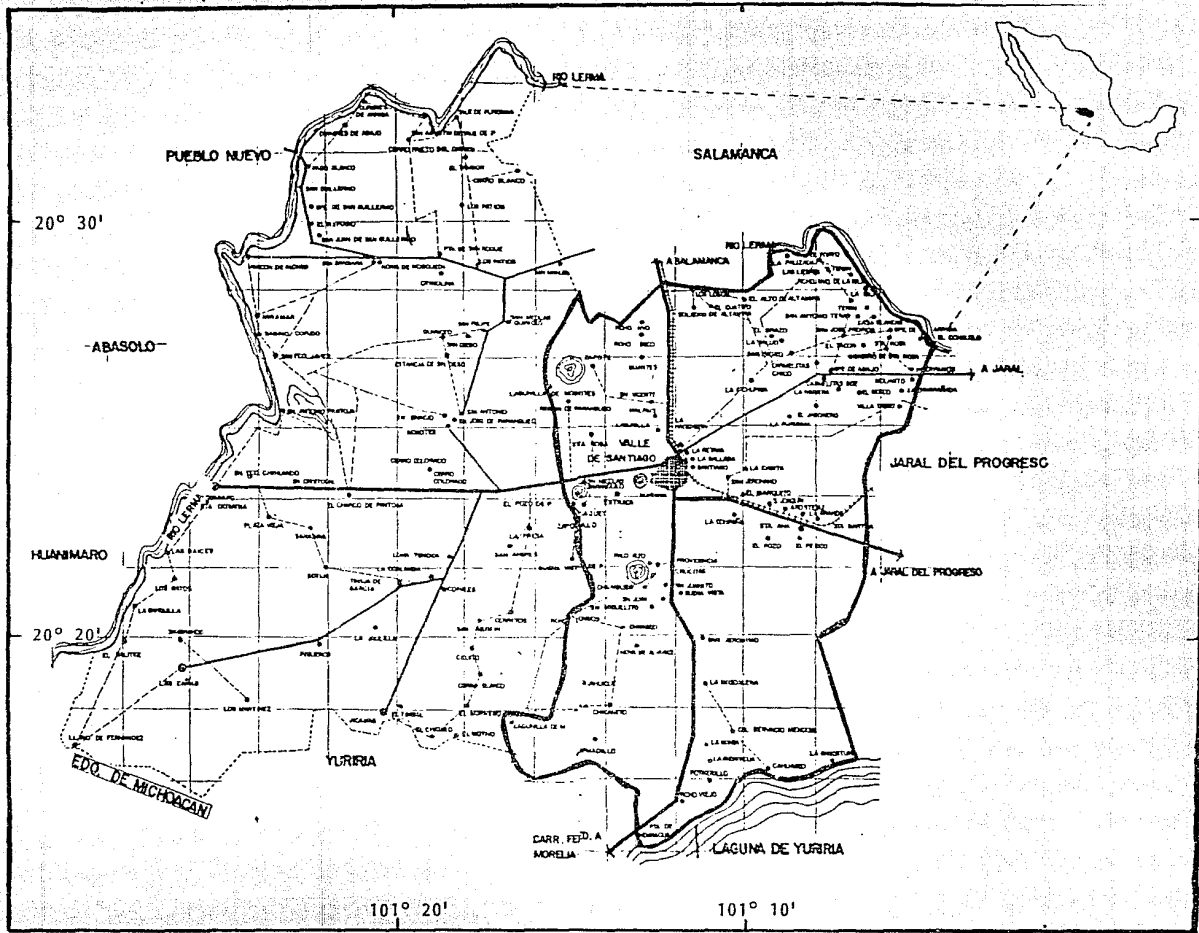


FIG. 1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE VALLE DE SANTIAGO, GUANAJUATO.

2.1 RELIEVE

De acuerdo a la regionalización fisiográfica del país, la zona de estudio se ubica en la provincia del eje neovolcánico y subprovincia del Bajío Guanajuatense. (103,109)

Los sistemas de topofomas que caracterizan a esta zona son, una sierra volcánica al sur; una serie de cráteres orientados de norte a sur al oeste de la cabecera municipal y una llanura en la parte noroeste.

La sierra volcánica está orientada de este a oeste y separa al Bajío Guanajuatense del Bajío de Yuriria. La integran gran cantidad de aparatos y estructuras volcánicas pleistocénicos constituidos por materiales lávicos y piroclásticos andesíticos y basálticos superpuestos, cuyos escurrimientos forman numerosas áreas de malpaís.

Es común encontrar depósitos de brechas volcánicas y dentro de las lavas mantos de tezontle, el cual es utilizado en la industria de la construcción, al igual que los productos piroclásticos usados como agregados de concreto. El edificio volcánico más explotado es el denominado La Batea de 2310 m de altitud, localizado al sur de la Ciudad de Valle de Santiago.

Esta sierra volcánica abarca aproximadamente el 50% del área de estudio. Las pendientes no son muy pronunciadas variando entre 8 y 30%, sí bien son mayores en las cimas de los cerros más altos, como el Picacho y el Tule, próximos a la localidad de Lagunilla de Mogotes, al sur de la zona. (fig.2)

En el cuadro siguiente se relacionan las principales elevaciones de este sistema de topofomas.

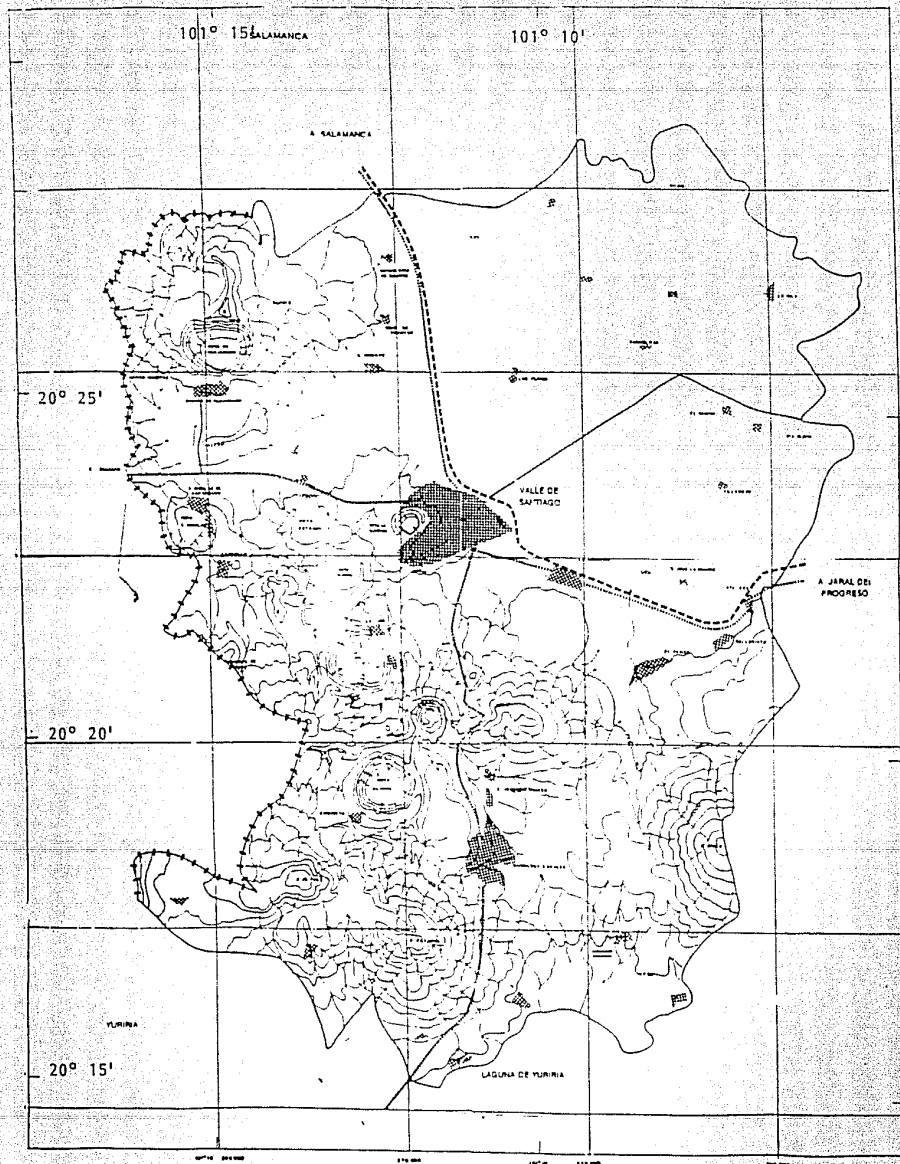


FIG. 2. MAPA TOPOGRAFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Cuadro No. 2. PRINCIPALES ELEVACIONES

| N O M B R E | ALTURA (m.s.n.m) |
|-------------|------------------|
| El Tule | 2 450 |
| El Picacho | 2 400 |
| C. Prieto | 2 350 |
| El Varal | 2 310 |
| C. Blanco | 2 240 |
| La Batea | 2 310 |

Los siete cráteres ubicados al oeste de la cabecera municipal son las topoformas más conocidas del municipio, a los cuales localmente se les denomina "hoyas". Las hoyas Blanca, Estrada y Álvarez son xalapascos o cráteres secos (del Náhuatl xalli-arena, paztli-agujero ancho y co-lugar). Las cuatro restantes, hoya La Alberca, Rincón de Parangueo, San Nicolás y Cintora son axapalascos o lagos cráter (atl-agua, xalli-arena, paztli-agujero ancho y co-lugar). (76,108)

En el cuadro siguiente se relacionan las principales características de estos cráteres.

Cuadro No.3 DIMENSIONES DE LAS "HOYAS" DE VALLE DE SANTIAGO.

| H O Y A | DIAMETRO (M) | A L T U R A (M.S.N.M) |
|--------------------|--------------|-----------------------|
| AXALAPASCOS | | |
| R. DE PARANGUEO | 1 550 | 1 950 |
| CINTORA | 1 500 | 1 900 |
| SAN NICOLAS | 1 250 | 1 760 |
| LA ALBERCA | 500 | 1 800 |
| XALAPASCOS | | |
| ALVAREZ | 1 650 | 1 950 |
| ESTRADA | 1 050 | 1 810 |
| BLANCA | 1 000 | 1 950 |

El agua de estos lagos cráter contiene altas concentraciones de sales principalmente de sodio y calcio, por lo cual no es adecuada para riego. Cabe señalar que estos lagos naturales tienden a desaparecer, debido a la alta evaporación y al abatimiento del nivel de agua subterránea. De hecho, las hoyas San Nicolás y Cintora están prácticamente secas.

La existencia de estas estructuras volcánicas en el municipio de Valle de Santiago, ha dado una imagen característica al lugar al que también se le conoce como "Región de las Siete Luminarias".

La zona de llanuras se localiza al noreste y sur del municipio ocupando el 35% del área de estudio. Es una planicie con ligera inclinación de norte a sur por la que escurre el río Lerma. Las pendientes moderadas favorecen la formación de áreas inundables como las cercanas a la laguna de Yuriria.

Los materiales que constituyen la planicie son de origen aluvial; en algunos lugares tienen decenas de metros de espesor y sobreyacen a depósitos lacustres y volcánicos antiguos.

2.2 CLIMA.

Debido a su ubicación en el centro de la república y alejado de cuerpos de agua importantes, los rasgos más relevantes del clima del municipio tienden a ser de carácter continental, con escasa influencia marítima.

Las variaciones de los elementos del clima están determinados principalmente por los vientos alisios, que transportan la mayor cantidad de humedad en la temporada de lluvias, por las condiciones fisiográficas regionales, por movimientos convectivos y por masas de aire frío continental provenientes de Estados Unidos y Canadá, las que en el invierno y al principio de la primavera ocasionan descensos de temperatura y heladas.

En el municipio existen tres estaciones termoplumiométricas controladas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a través de la Comisión Nacional del Agua. Dos se localizan en la cabecera municipal y otra en la localidad de Las Jicamas, en el suroeste del municipio, la cual no opera regularmente.

Con fines descriptivos se denominó estación Valle de Santiago-1, a la que tiene el período de registro de más de 30 años y Valle de Santiago-2, a la que posee registros de 22 años.

Las coordenadas de la estación Valle-1 son 20°24' lat. norte, 101°12' long. oeste y 1721 m de altitud y 20°23' lat. norte, 101°10' long. oeste y 1780 m de altitud para la estación Valle-2. (27,79).

No existen contrastes significativos en la ubicación de ambas estaciones, por lo que las diferencias encontradas en los registros se asocian a factores relacionados con las características de la estación, equipo utilizado, capacitación de los operadores y sobre todo, a los diferentes períodos de registro.

2.2.1 ELEMENTOS DEL CLIMA

TEMPERATURA

De acuerdo con la información de la estación Valle-1, la temperatura media anual es de 19.4°C. Las medias mensuales más elevadas se presentan a fines de la primavera, con 23.8°C en mayo y 23.1°C en junio. Los meses más fríos son diciembre, enero y febrero en los que la temperatura media es inferior a 18°C. Las temperaturas extremas registradas son de 43°C para la máxima y -7°C para la mínima.

Desde el punto de vista agrícola, la zona presenta condiciones muy favorables para el desarrollo de los cultivos, ya que anualmente sólo se presentan en promedio tres heladas, entre diciembre y marzo, las cuales no son muy rigurosas. Su impacto sobre la agricultura es poco significativo, si se compara con la deficiencia de agua que es la principal causa de siniestros en áreas de temporal.

PRECIPITACION.

La precipitación anual es de 656.1 mm, inferior a la media nacional. Se presenta generalmente desde mayo hasta octubre, periodo en el que precipita casi el 80% del total anual. Los meses más lluviosos son julio y agosto con 129 mm y 144 mm, respectivamente.

La precipitación mensual máxima registrada se presentó en septiembre de 1959, cuando se reportaron 294 mm.

En la figura 3 se presentan las gráficas ombrotérmicas de las estaciones meteorológicas del municipio, las cuales se construyeron para identificar el periodo del año en que la precipitación es suficiente para mantener el terreno húmedo, el cual en la zona va de junio a septiembre.

Para elaborar las gráficas se utilizó la relación $P=2T+28$, ya que la precipitación se concentra en la mitad caliente del año y la del periodo invernal es menor al 10 % de la anual (régimen de lluvias en verano).

Los periodos en que hay déficit de lluvias son aquellos cuya precipitación mensual se encuentra abajo de la curva de temperatura. En el municipio estos comprenden de enero a mayo y de octubre a diciembre. Por la cantidad de meses secos (8) el clima de la zona es subhúmedo.

Un factor importante a considerar en la agricultura es la ocurrencia de granizadas, son poco frecuentes, en promedio 2 por año, pero se presentan entre junio y septiembre, meses críticos para el desarrollo de los cultivos. Localmente el granizo es uno de los agentes causales del siniestro parcial de los cultivos.

EVAPORACION.

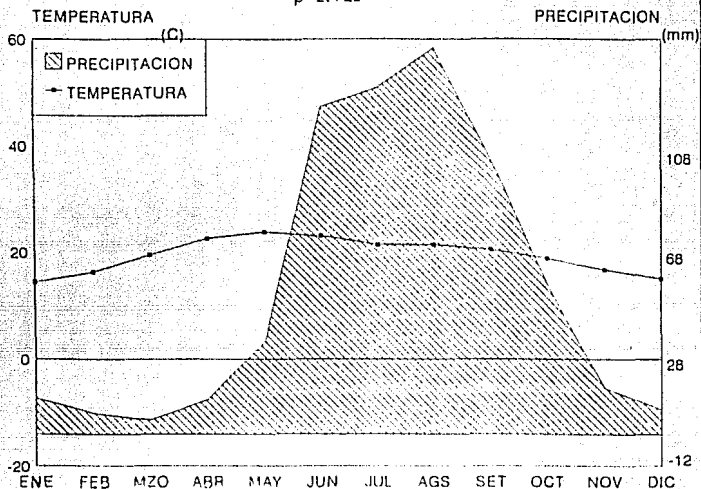
La evaporación anual, en promedio de 1 752.2 mm, casi triplica a la precipitación. La evaporación mensual supera durante todo el año a la lluvia, siendo más intenso el déficit de humedad entre enero y mayo en que se produce casi el 50% de la evaporación anual.

La evaporación es una de las principales causas de desperdicio de agua en las áreas de riego, pues para compensarla se aplican a los cultivos láminas de riego más altas de las requeridas, situación agravada en el municipio donde el sistema de riego más extendido es por inundación en melgas y surcos.

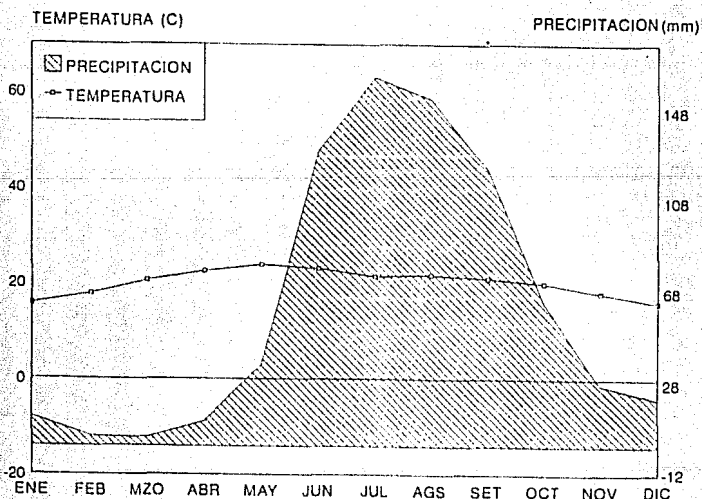
Fig.3

GRAFICA OMBROTERMICA
EST. VALLE DE SANTIAGO 1

$$p=2t+28$$



EST. VALLE DE SANTIAGO 2



La dirección de los vientos dominantes es sureste-noroeste. No fue posible conocer su velocidad y variación durante el año ya que las estaciones meteorológicas de la zona no registran este elemento, pese a que su conocimiento es de gran importancia en la planeación y desarrollo de la agricultura. Las estadísticas agrícolas consultadas reportan el acame de las plantas como el principal impacto del viento sobre los cultivos.

Con base en el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García (27), la estación Valle-1 registra clima árido, mientras que la Valle-2 reporta clima semicálido, situación aparentemente anómala dada la proximidad de ambas estaciones y la uniformidad de sus condiciones ambientales.

Al aplicar las fórmulas para determinar los tipos de clima se encontró que ésta situación se debe a su ubicación en la zona de transición de los climas subhúmedos a los secos, pues bastaría con que la estación Valle-1 registrara una precipitación anual superior en 12 mm a la actual, para ser catalogada con clima semicálido subhúmedo, condición independiente a la posible influencia de los factores relacionados con el funcionamiento de la estación.

TIPOS DE CLIMA

El clima de la estación Valle de Santiago-1 es BS₁ hw(w)(e)g, el cual se define como:

BS₁ : El clima menos seco de los secos esteparios.

h : Semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22°C y la del mes más frío menor de 18°C.

w(w): Régimen de lluvias en verano, en el cual la precipitación del mes más húmedo de la mitad caliente del año es por lo menos 10 veces mayor a la del mes más seco, con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 de la total anual.

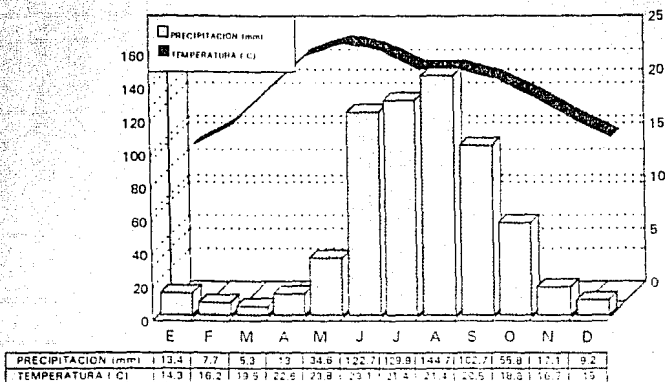
(e) : Extremoso, con una oscilación de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 °C.

g : El mes más caliente se presenta antes de junio.

ESTACION VALLE DE SANTIAGO 1.

1941-1970

BS hw(w)afg



FUENTE: SARH 1975. NORMALES CLIMATOLÓGICAS 1941-1970

ESTACION VALLE DE SANTIAGO 2.

(A)C (w) (w)afg

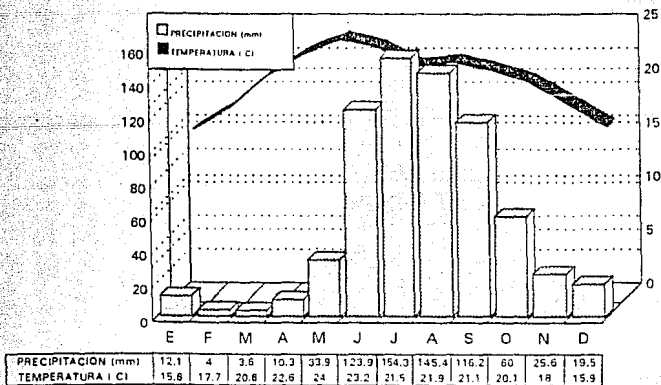


FIG. 4. FUENTE: GARCIA, ENRIQUETA, 1981

La segunda estación tiene clima (A)C(w_o)(w)a(e)g, definido como:

(A)C: Semicálido , el más cálido de los templados C, con temperatura media anual mayor de 18°C y la del mes más frío menor de 18°C.

(w_o): El más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano.

(w) : Porcentaje de lluvia invernal menor a 5 de la total anual.

a : Con verano cálido. La temperatura media del mes más caliente es superior a 22°C.

(e) : Extremoso. La oscilación de la temperatura media mensual es entre 7 y 14 °C.

g : El mes más caliente del año se presenta antes de junio.

Los climogramas de las estaciones meteorológicas del municipio se presentan en la figura 4.

2.3 SUELO

Debido a la alta calidad de los suelos y a la importante infraestructura de riego construida desde 1939, Valle de Santiago es uno de los municipios agrícolas más importantes del Bajío.

De acuerdo a la clasificación de suelos FAO-UNESCO, modificada por CETENAL, (116), los suelos más comunes en la zona de estudio son vertisoles y feozems y en menor medida litosoles y regosoles. La superficie ocupada por cada unidad se relaciona en el cuadro 4 y fig 5.

Cuadro No. 4. Principales Unidades de suelo.

| U N I D A D | SUPERFICIE (HA) |
|-------------|--------------------|
| VERTISOL | 77.02 |
| FEOZEM | 18.23 |
| LITOSOL | 3.47 |
| REGOSOL | 1.27 |

2.3.1. UNIDADES DE SUELOS

VERTISOLES.

Son los suelos más comunes. Su distribución es muy amplia, encontrándose tanto en las áreas bajas y planas, como en la zona serrana. Las variaciones en color y textura se deben a factores locales como la pendiente y el material parental.

En las planicies son profundos, muy arcillosos, de color gris o negro, con grandes grietas en la temporada de sequía debido a su alto contenido de arcillas expandibles. Cuando están húmedos son pesados y pegajosos.

En estas áreas son de alta productividad ya que su fertilidad natural es complementada con una importante infraestructura de riego.

En la sierra volcánica del sur del municipio se encuentran principalmente vertisoles pélicos de textura fina, son poco profundos y pueden encontrarse asociados con litosoles.

Generalmente presentan fases pedregosas y gravosas; esto es en la superficie o en los horizontes superficiales tienen concentraciones variables de piedras (fragmentos mayores de 7.5 cm) o gravas (fragmentos menores de 7.5 cm), las cuales limitan su uso en agricultura ya que los aperos agrícolas están sujetos a desgaste acelerado y eventualmente llegan a impedir por completo las labores agrícolas. En los lomeríos de pendientes moderadas sostienen agricultura de temporal con rendimientos medianos o bajos.

En las áreas con pendientes más pronunciadas, mayores a 30 %, los vertisoles tienen lechos rocosos a menos de 50 cm. de profundidad. Estos suelos deben manejarse con cuidado y de preferencia conservar una cubierta forestal protectora que impida su degradación. Esta fase lítica superficial se presenta en la vertiente oriental del cerro El Varal y las partes más altas de los cerros El Tule, Colorado, Las Torres y Las Peñas.

Las características genéricas de estos suelos son las siguientes:

Horizontes: Horizonte A mólico

Profundidad: Lecho rocoso entre 50 y 100 cm.

Textura: Fina - migajón arcilloso.

Color: Grisáceo a negro.
pH: 6.0 - 8.5
Mat. Orgánica: 1 - 3 %
Estructura: Granular, contienen 30 % o más de arcilla en todos sus horizontes.
Salinidad: Baja
Densidad: 1.8 - 2.0
Int. Catiónico: De 25 a 80 me %

FEOZEMS

Esta es la segunda unidad en importancia. Ocupa el 18 % del área de trabajo, distribuida en áreas bien diferenciadas. La primera en la parte norte de la hoya Rincón de Parangueo y la segunda en la zona de los lagos cráter, al oeste y sur de la cabecera municipal, incluyendo parte de la mancha urbana. Donde las pendientes son fuertes y las rocas más resistentes no son profundos, habitualmente de menos de 50 cm hasta el lecho rocoso. En la periferia de Valle de Santiago los feozems han sido urbanizados como resultado del crecimiento acelerado de la cabecera municipal. En las áreas planas presentan un mejor desarrollo, alcanzando hasta un metro de profundidad.

Las características básicas de estos suelos son:

Horizontes: Horizonte A mólico carente de horizonte cálcico y horizonte B nátrico.
Profundidad: Lecho rocoso entre 50 y 140 cm.
Textura: Migajón arcilloso/limoso, de textura media y fina.
Color: Capa superficial de color gris oscuro y capas interiores de color pardo amarillento.
pH: Mayor de 7 en la superficie, de 5 a 7 en el horizonte medio incrementando hacia la parte profunda.
Mat. Orgánica: Alrededor de 5 % en la superficie y de 1 a 2% en el horizonte medio.
Estructura: Granular y masiva.
Salinidad: Baja.

LITOSOLES.

Estos suelos ocupan el 3 % de la zona. Son muy someros desarrollados en condiciones ambientales que impiden la formación de suelos profundos, tales como fuertes pendientes y material parental reciente muy resistente.

En la zona los litosoles se originan partir de rocas volcánicas extrusivas expuestas en pendientes generalmente mayores a 30 %.

Se localizan en los edificios volcánicos de los lagos cráter, en la sierra volcánica y en los cerros La Batea, Los Cuates, La Mina y en cráter de Rincón de Parangueo. Se degradan fácilmente y su escasa profundidad, (inferior a 10 cm) los hace impropios para agricultura, por lo que es recomendable conservarlos con una cubierta forestal protectora.

En la actualidad sustentan pastizales y matorrales degradados y en áreas restringidas cultivos de temporal, generalmente maíz, con muy bajos rendimientos.

Las características básicas de estos suelos son las siguientes:

Profundidad: Lecho rocoso dentro de los 10 cm.de profundidad.

Color: Gris

Estructura: Granular.

Contenido de Arcilla: 21 a 25 %

Textura: Migajón.

Salinidad: Baja

REGOSOLES.

Son suelos poco desarrollados, muy parecidos a las rocas que les dan origen.

En la zona sustentan una cubierta forestal de matorral inerme y nopaleras.

Ocupan menos del 1% del área de estudio y se localizan en la zona de malpais ubicada al norte del cerro la Alberca.

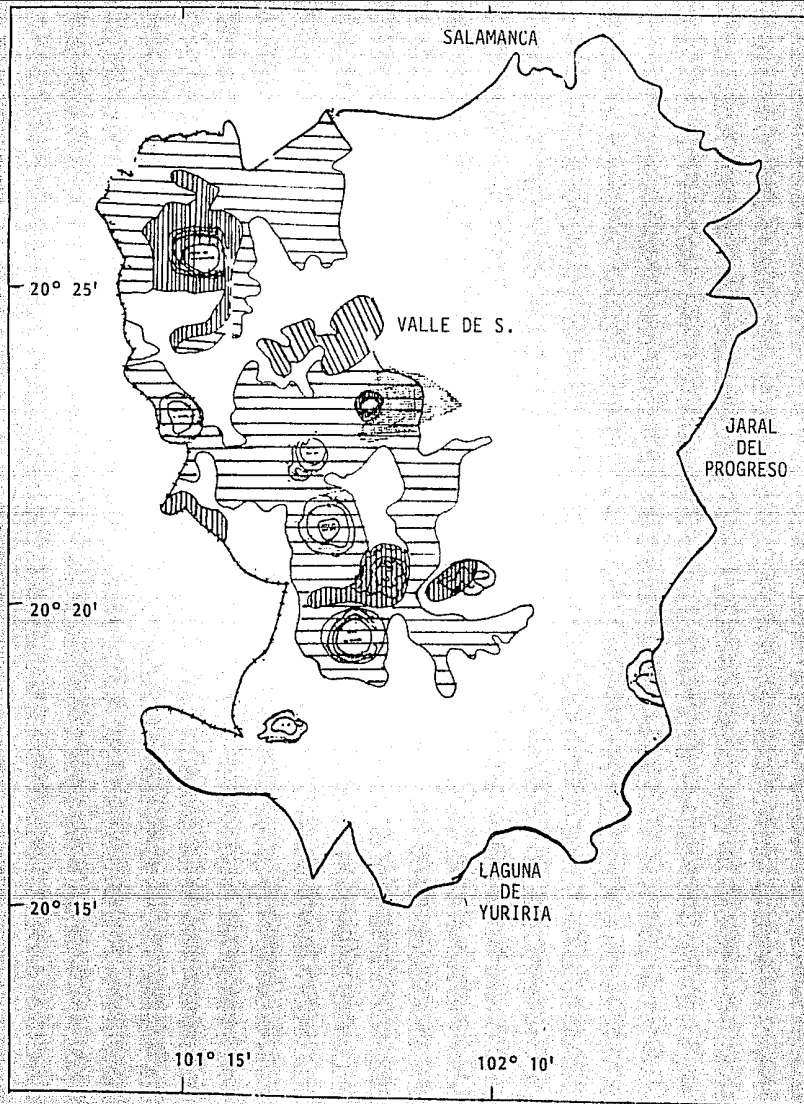



FIGURA 5. MAPA EDAFOLOGICO.

LITOSOL 

REGOSOL 

FEOZEM 

VERTISOL 

2.3.2 USO POTENCIAL

De acuerdo con el primer sistema de clasificación de tierras de la CETENAL 1968-1974 (52), los suelos del área de estudio con posibilidades de uso agrícola corresponden a las clases I, II, III, y IV, que abarcan una superficie de 22 431 ha, que representan el 64 % de la zona.

Los rasgos para identificar las clases a partir de los siete factores limitantes considerados en el sistema se relacionan en el cuadro 5.

Los factores que reducen las posibilidades de uso agrícola de las tierras del municipio son: la profundidad del suelo, determinada por fases líticas; obstrucciones que limitan las labores agrícolas debido a la presencia de fases pedregosas; la pendiente del terreno; la falta de agua, que se compensa en gran medida con sistemas de riego que utilizan aguas subterráneas y del río Lerma.

Los suelos con potencial agrícola se distribuyen en toda el área de estudio donde las pendientes son inferiores a 20%, principalmente en la llanura de la parte norte, lomeríos y pie de montes de la zona serrana del sur.

En la actualidad prácticamente el 100% de estas tierras se dedica a la agricultura de temporal y riego, cuyos rendimientos van de moderados a altos y son la base del importante desarrollo agrícola del municipio.

Las tierras no arables corresponden a las clases V, VI y VII, condición dada básicamente por la pendiente, la que es superior a 20%; la alta pedregosidad que impide las labores agrícolas, y por el escaso desarrollo de los suelos que presentan profundidades inferiores a 25 cm. Estos suelos ocupan una superficie de 9 589 ha, el 28 % del área de estudio.

Estas tierras se ubican principalmente en la zona serrana del sur, en la región de los cráteres.

No obstante que estas tierras no son adecuadas para la agricultura ya que se degradan fácilmente o producen bajos rendimientos, en los últimos 20 años se

CUADRO 5.
TABLA No.

PARAMETROS UTILIZADOS PARA LA CLASIFICACION DE TIERRAS

| FACTOR CLASE DE TIERRA | TOPOGRAFIA (%) | | SUELO | |
|------------------------------|----------------|-----------|---------------------|---|
| | UNIFORME | IRREGULAR | PROFUNDIDAD (CM) | PEDREGOSIDAD |
| I | 0-2 | 0-2 | > 100 | AUSENTE |
| II | 2-6 | 2-4 | 50-100 | EXISTE PERO NO ESTORBA LAS LABORES AGRICOLAS |
| III | 6-12 | 4-8 | 35-50 | ESTORBA LAS LABORES AGRICOLAS MECANIZADAS |
| IV | 12-20 | 8-20 | 25-35 | ESTORBA LAS LABORES AGRICOLAS REALIZADAS CON TRACCION ANIMAL |
| V | 0-20 | 0-20 | 15-25 | IMPIDE LAS LABORES AGRICOLAS |
| VI | 20-35 | 20-35 | 15-25 | IMPIDE LAS LABORES AGRICOLAS |
| VII | 35-100 | 35-100 | 8-15 | SEVERA. LIMITA EL CRECIMIENTO DE PASTIZALES |
| VIII | >100 | >100 | 0-8 | PEDREGOSIDAD EXCESIVA. ESCASA VEGETACION NATURAL |

| CLASE DE TIERRA | SALINIDAD mm homs | SODICIDAD %Na int. | FACTOR | | EROSION |
|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|--|--|
| | | | INUNDACION (CM) | | |
| I | 0-2 | 0-10 | SIN | INUNDACION | NO PERCEPTIBLE |
| II | 2-4 | 10-15 | INUNDAQON | OCCASIONAL | LAMINAR LEVE. SURCOS EN FORMACION O AMBOS |
| III | 4-8 | 15-20 | INUNDAQON | FRECIENTE | LAMINAR MODERADA. CON PERDIDA DEL HORIZONTE "A" |
| IV | 8-16 | 20-30 | INUNDACION | FRECIENTE LIMITA LA AGRICULTURA 3 MESES/ AÑO | LAMINAR FUERTE. SURCOS CON MENOS DE 30 cm DE SEPARACION ENTRE ELLOS. CARCAVAS EN FORMACION |
| V | >16 | >30 | INUNDACION | FRECIENTE. IMPIDE LA AGRICULTURA. | LAMINAR SEVERA. CARCAVAS EN FORMACION Y DE MEDIANA PROFUNDIDAD |
| VI | >16 | >30 | INUNDACION | FRECIENTE. PERMITE EL CRECIMIENTO DE PASTOS | LAMINAR SEVERA. CARCAVAS EN FORMACION Y DE MEDIANA PROFUNDIDAD |
| VII | >16 | >30 | INUNDACION | FRECIENTE. NO PERMITE CRECIMIENTO DE PASTOS | LAMINAR. MUY SEVERA. CARCAVAS MEDIAS O PROFUNDAS |
| VIII | ERIAL | ERIAL | TERRENOS | INUNDADOS CASI TODO EL AÑO | PERDIDA TOTAL DEL SUELO |

Fuente: INEGI

incorporaron 1 396 hectáreas a esta actividad, en las que campesinos pobres cultivan maíz principalmente.

En estas tierras y en las de clase VIII se encuentran las escasas áreas forestales del municipio, conformadas principalmente por pastizales naturales e inducidos y matorrales degradados o en proceso de sustitución, debido al pastoreo extensivo y por la agricultura de temporal.

Las áreas que deben conservarse para vida silvestre comprenden las tierras de clase VIII, cuyos factores limitantes hacen impráctico el desarrollo de actividades productivas.

En la zona cubren una superficie de 2 899 ha, el 8 % del área total. Se localizan en áreas con suelos someros de menos de 10 cm de profundidad, pendientes superiores al 100% o son inaccesibles, en las cimas de los principales cerros y barrancas.

Corresponden a esta clase los cráteres de las hoyas Alvarez, Cintora, Blanca, La Alberca, Rincón de Parangueo y el cerro La Batea.

2.4 AGUA

2.4.1. REGION HIDROLOGICA.

De acuerdo a la regionalización hidrológica del país, la zona de estudio se ubica en la Región No. 12 Lerma-Chapala-Santiago, en la vertiente del Pacífico (80). Esta cuenca comprende parcialmente los Estados de Jalisco, México, Querétaro, Michoacán y el 85% del Estado de Guanajuato.

La superficie de la cuenca es de 54 300 Km² (3% del territorio nacional), considerando la superficie de las cuencas cerradas de Pátzcuaro y Cuitzeo. En ella ocurre en promedio el 3% de la precipitación pluvial, se produce poco más del 1% de los escurrimientos del país y de sus acuíferos se extrae el 13% de las aguas subterráneas (97).

La cuenca Lerma-Chapala es una de las más importantes de México ya que en ella habita uno de cada once mexicanos; se genera más de la tercera parte de la producción industrial nacional; se origina el 20% del comercio total y comprende una de cada 8 hectáreas de agricultura de riego y temporal. (97)

Esta cuenca es factor determinante en el desarrollo socioeconómico del país, con valores superiores a la media nacional en densidad demográfica y producción agrícola e industrial per cápita, actividades sustentadas en el uso intensivo del agua. La Comisión Nacional del Agua la califica como la de mayor nivel de utilización de este recurso.

2.4.2. AGUAS SUPERFICIALES.

Derivado de su clima semiárido y a la modificación de los coeficientes de infiltración en las áreas montañosas, los escurrimientos superficiales de la zona de estudio son de tipo torrencial e intermitente, con excepción del río Lerma.

Los arroyos más importantes en el poniente del municipio son el denominado Los Canales que desemboca directamente en el río Lerma cerca de la presa derivadora Markasusa; el Salto, que conduce hasta el Lerma los excedentes de la presa Santa Gertrudis y el Camébaro que se origina aguas arriba de la localidad de Changueo y conduce los escurrimientos del cerro La Batea y de las hoyas Cintora, Blanca y La Alberca. En la temporada de lluvias este arroyo inunda con frecuencia las partes bajas de la cabecera municipal.

En gran parte de las zonas bajas y planas el drenaje natural ha sido modificado drásticamente a causa del extenso sistema de drenes y canales del Distrito de Riego, que captan una parte considerable del agua del río Lerma. Los canales más importantes de la zona por el volumen de agua que conducen, son el Primer Padrón, el Centenario y el Laborio.

RIO LERMA

Este es el río más importante del Estado de Guanajuato y por ende de la zona

de estudio. Nace en el estado de México en las lagunas del Lerma, ubicadas en las inmediaciones de Almoloya del Río, las cuales son alimentadas por manantiales que brotan entre el contacto de las lavas basálticas del Monte de las Cruces y el material de relleno del Valle de Toluca. (72)

En el estado de Guanajuato, se inicia en las cercanías de la localidad de Tarandacuao. Desde que entra al estado, hasta la zona de estudio el Lerma está clasificado por la S.A.R.H. como de uso agrícola. Al entrar al estado tiene un escurrimiento medio anual de 731 millones de m^3 , un gasto medio anual de $22.974 m^3/seg$ y transporta $362\ 000 m^3$ de sedimentos, que representan el 0.05% del escurrimiento anual. (100)

En la cuenca del Lerma se han construido más de 140 presas y bordos para regular su escurrimiento y regar extensas zonas aluviales. La Presa Solís de $1\ 003 Mm^3$ de capacidad, es la principal fuente de agua del Distrito de Riego 11, Alto Lerma y la que abastece de manera parcial las áreas de riego del municipio.

Al salir de la entidad, en los límites con el estado de Jalisco, el Lerma tiene un escurrimiento medio anual de 1 503 millones de m^3 , gasto de $45.5 m^3/seg$ y transporta $1\ 280\ 000 m^3$ de azolves que significan el 0.085% de su escurrimiento. (Cuadro no.6)

Cuadro No. 6 RIO LERMA AL ENTRAR Y SALIR DEL ESTADO DE GUANAJUATO.

| CONCEPTO | ESCURRIMIENTO MILES DE M^3 | GASTO MEDIO ANUAL $M^3/SEG.$ | AZOLVES | |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|---------|-------|
| | | | Mm^3 | % ESC |
| ENTRADA | 731 | 22.9 | 362 | 0.05 |
| SALIDA | 1.503 | 45.5 | 1281 | 0.08 |

Fuente: SARH, 1980.

En el Estado de Guanajuato el Lerma duplica su caudal e incrementa en 3 3 veces el volumen de azolves que transporta, pese a que gran cantidad de los sólidos se depositan en las presas Solís e Ignacio Allende. Esta situación se debe a que en la cuenca existen amplias áreas degradadas productoras de sedimentos.

En la parte noreste del municipio, a lo largo de 45 km. el Lerma es el límite municipal con Salamanca y en la parte oeste con los municipios de Abasolo, Pueblo Nuevo y Huanimaro.

En la zona de estudio el Lerma sirve como canal y como dren, recibe las aguas de retorno de las áreas de riego y las aguas residuales de las comunidades localizadas en su ribera.

Aguas abajo del municipio de Valle, la contaminación del río Lerma se agudiza al llegar a Salamanca, al recibir las aguas residuales e industriales de esa ciudad y de las localidades de Querétaro, Celaya y Villagrán conducidas por el río de La Laja.

Aguas abajo de la confluencia con el río Guanajuato, el río Lerma se recupera en un recorrido de aproximadamente 36 Km hasta llegar a la presa derivadora Markazuza localizada al suroeste de la zona de estudio.

De acuerdo con el último reporte presentado por la Comisión de Evaluación y Seguimiento del Programa de Ordenación y Saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala, en 1992 la cantidad de contaminantes que aporta el municipio de Valle al río Lerma no es significativo, por lo que no se le considera como zona prioritaria de recuperación y control (97).

CUERPOS DE AGUA.

Los únicos depósitos de agua del municipio son, la laguna de Yuriria, que comparte sus aguas con los municipios de Yuriria, Moroleón y Uriangato, la presa Santa Gertrudis y los lagos cráter La Alberca y Rincón de Parangueo.

La laguna de Yuriria se localiza al sur del municipio. Fue construida en el siglo XVI para regular las aguas del río Lerma, aprovechando una depresión natural.

La laguna se comunica con el río Lerma mediante canales y por un dren con el lago de Cuitzeo (100). Si bien tiene una cuenca de más de 130 mil ha, ésta

sólo aporta el 30 % de su embalse. La laguna se utiliza para regular las avenidas del río Lerma, al almacenar excedentes de la presa Solís, para regar las unidades Valle de Santiago y Jaral del Progreso del Distrito de Riego No. 11 y en acuicultura.

Las principales características de este cuerpo de agua se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro No. 7
CARACTERISTICAS DE LA LAGUNA DE YURIRIA.

| CONCEPTO | MILLONES M ³ |
|-------------------------------|-------------------------|
| Capacidad Total | 187.90 |
| Capacidad Util | 147.90 |
| Vol. Anual Util. | 32.00 |
| Entradas Tot. | 267.39 |
| Salidas | 168.57 |
| Sup. Cuenca(Km ²) | 1 309.00 |

La laguna de Yuriria se abastece principalmente con agua derivada del río Lerma, conducida mediante el canal Alimentador. En 1990-91 entraron a la laguna 267 millones de metros cúbicos, el 70% se derivó del Lerma y el resto

fue aportado por la lluvia y captación directa de la cuenca. En el cuadro No.8 se detalla el funcionamiento de la laguna.

Cuadro No.8 OPERACION DE LA LAGUNA DE YURIRIA
EN EL PERIODO 1990-91.

| CONCEPTO | Mm ³ |
|-------------------------|-----------------|
| ALMACENAMIENTO ANTERIOR | 77.6 |
| ENTRADAS | 267.3 |
| POR CANAL ALIMENTADOR | 185.8 |
| POR LLUVIA | 47.3 |
| POR CUENCA | 34.2 |
| SALIDAS | 168.5 |
| POR CANAL EXTRACCION | 19.5 |
| POR EVAPORACION | 63.2 |
| POR OTRAS CAUSAS | 85.8 |
| ALMACENAMIENTO FINAL | 176.4 |
| VARIACION | 98.8 |

El agua de la Laguna de Yuriria utilizada en la zona de riego de la Unidad Valle, se extrae del embalse mediante los canales Extracción y Centenario, los que alimentan al canal Primer Padrón que la conduce hasta el área de riego. La eficiencia de conducción del canal Primer Padrón es de 79.6%, ya que pierde importantes volúmenes de agua por evaporación, filtración y derivaciones directas clandestinas.

Los lagos cráter La Alberca y Rincón de Parangueo se localizan al poniente de la cabecera municipal. El primero es el más conocido y destaca entre las Siete Luminarias que caracterizan al municipio de Valle de Santiago.

El cráter la Alberca es una de las estructuras volcánicas más bellas y simétricas de la región; el lago tiene un diámetro de 500 M y una profundidad media de 47 M. En los últimos años su nivel ha descendido continuamente debido a la alta evaporación, pero sobre todo al abatimiento del nivel freático ocasionado por la extracción indiscriminada de agua subterránea.

Este lago es uno de los principales sitios de recreación de la población local, siendo éste su único uso ya que la alta concentración de sales en el agua impide aprovecharla en otras actividades como riego o acuacultura.

La vertiente oriental exterior del cráter ha sido absorbida casi totalmente por la mancha urbana de la cabecera municipal, localizándose asentamientos urbanos muy cerca de su cima y cultivos agrícolas en las áreas no urbanizadas; en consecuencia, la cubierta vegetal y el lago presentan procesos acelerados de degradación, pese a que por su belleza y características únicas podría ser una importante fuente de empleo e ingresos para el municipio.

Hasta la fecha, las autoridades municipales y la población local no han tomado las medidas necesarias para su conservación; en sus vertientes sólo quedan relictos de la vegetación que lo cubrió originalmente, constituida por matorrales y nopaleras.

El otro lago cráter de importancia es el axalapasco Rincón de Parangueo. Se localiza a 8 Km de la cabecera municipal y a 2.5 Km de la carretera a

Guarapo, en las inmediaciones de la localidad de Rincón de Parangueo.

La vegetación que cubre este cráter tiene buen estado de conservación, especialmente en la vertiente interna. Presenta un proceso acelerado de desecación; sus aguas son más salinas que las del lago la Alberca y existen montículos de sales en su ribera depositados por evaporación.

El acceso al lago es a través de un túnel de 750 m de largo, que atraviesa la estructura volcánica, el cual fue construido a principios de siglo para drenar el lago y utilizar el agua para riego, empresa poco exitosa de acuerdo con la información proporcionada por habitantes del lugar.

No obstante su belleza y potencial para recreación, en la actualidad está subaprovechado ya que sólo es visitado eventualmente.

2.4.3 AGUAS SUBTERRANEAS.

En la zona de estudio existen dos acuíferos importantes, diferenciados por su litología. El más superficial denominado "acuifero granular", lo constituyen los materiales aluviales, lacustres y piroclásticos que nivelaron las zonas bajas; su espesor es variable alcanzando en algunas áreas 200 metros de profundidad. El segundo llamado "acuifero profundo" está constituido por rocas basálticas fracturadas (75).

El acuifero granular tiene una capacidad trasmisora baja debido al predominio de materiales de grano fino, característica que reduce las posibilidades de contar con pozos de elevado rendimiento más no impide la extracción de volúmenes importantes de agua. Su profundidad varía desde unos cuantos metros hasta casi 50 en el valle.

Este acuifero es la fuente principal de los 79 millones de metros cúbicos anuales de agua subterránea que localmente extraen los 235 pozos registrados y otra cantidad similar que opera de manera ilegal. Estos pozos benefician a las áreas de riego (URDERALES) y cubren los requerimientos municipales de agua potable.

A causa de la configuración topográfica de la zona, la profundidad de los niveles freáticos se incrementa gradualmente a partir de la parte más baja del valle, donde se encuentran a una profundidad promedio de 10 metros, hacia las estribaciones de las sierras limitrofes.

La recarga de los acuíferos depende de la infiltración del agua de lluvia, de los escurrimientos transitorios en los valles y vertientes de la sierra y aparatos volcánicos aislados, así como del flujo subterráneo procedente de otras zonas colindantes como Salamanca y Celaya.

Hasta 1992 el alumbramiento del agua era prácticamente libre por lo que se sobreexplotaron los acuíferos. La sobreexplotación del agua subterránea ocasionó abatimientos de los niveles freáticos hasta de un metro anual, situación que en otras partes de la cuenca es aún más grave, por lo que la Comisión Nacional del Agua decretó a toda la cuenca del Lerma en veda rígida para aprovechamientos agropecuarios (93,94).

Pese a que existen disposiciones administrativas que regulan el alumbramiento de aguas subterráneas, en realidad la extracción no está controlada. Los pozos no cuentan con medidores, existe un fuerte clandestinaje y se carece de estudios geohidrológicos actualizados, todo lo cual impide conocer la dinámica de los acuíferos y determinar con precisión el volumen disponible de agua subterránea. (97)

Esta situación es generalizada para la cuenca Lerma-Chapala, en la cual las necesidades de todos los usos superan la oferta de agua superficial y subterránea, pese a que contiene el 13 % de las aguas subterráneas nacionales.

En el reglamento para el uso, explotación y aprovechamiento de las aguas del subsuelo de la cuenca Lerma-Chapala, expedido por el Ejecutivo Federal en 1992 (94), se señala al municipio de Valle de Santiago como zona de reserva de agua subterránea, permitiéndose únicamente la operación de pozos que cuenten con permiso, así como nuevos aprovechamientos destinados a la atención de servicios públicos, para uso doméstico y abastecimiento de agua a poblaciones.

2.4.4. CALIDAD DEL AGUA.

La información disponible sobre las características del agua subterránea y superficial es escasa y no actualizada, por lo que sólo fue posible hacer estimaciones y generalizaciones sobre su calidad actual.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua la cuenca del río Lerma es la más contaminada del país (97), situación derivada del mal manejo de las descargas municipales e industriales y del agua de retorno de las áreas de riego.

Los tres factores que demeritan la calidad del agua del río, se ubican en la cuenca alta, aguas arriba de la zona de estudio, entre las que destacan la ciudad de Toluca, el parque industrial de Santiago Tianguistengo y el corredor industrial Lerma-Toluca, si bien gracias a la capacidad de autopurificación del río, en el tramo correspondiente a Valle de Santiago la concentración de contaminantes disminuye y mejora su calidad.

Desde 1987 se inició el estudio y monitoreo sistemático del río Lerma para controlar la emisión de sustancias tóxicas a su cauce. Se instalaron estaciones de muestreo sobre el cauce principal, aunque ninguna de ellas se ubica en el municipio de Valle de Santiago. En este tramo la CNA clasifica al agua como propia para uso agrícola, con base en los datos promedio de la estación número 10 de la Red Nacional de Monitoreo ubicada en el Km. 394.95 antes del río de la Laja.

Cuadro No 9. PARAMETROS FISICOQUIMICOS DEL AGUA DEL LERMA

| PARAMETRO (PPM) | NIVEL REGISTRADO |
|----------------------------------|------------------|
| C. ELECTRICA (MMHOS) | 441.5 |
| OXIGENO DISUELTO | 5.3 |
| DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO | 62.3 |
| GRASAS Y ACEITES | 28.2 |
| NITROGENO AMONICAL | 31.2 |
| NITROGENO ORG. | 12.4 |
| ORTOFOSFATOS | 0.57 |

Fuente: SARH, 1992. Colección Lerma-Chapala. Vol. I

No obstante que para la CNA esta sección del río no presenta problemas graves de contaminación, es necesario incorporar en el monitoreo la detección de metales pesados como base para su control, ya que se desconocen los efectos que a largo plazo pueden tener sobre el suelo, los cultivos y la calidad el agua del lago de Chapala, del que se obtiene un volumen importante de agua para consumo de la población de la ciudad de Guadalajara.

La calidad del agua de los principales depósitos superficiales del municipio, determinada con base a la información citada en la carta de aguas superficiales del INEGI (60) y el método para determinar la calidad del agua de riego desarrollado por la Universidad Autónoma de Chapingo, es la siguiente. (15)

Punto No. 1. Lago cráter La Alberca.

El agua de esta hoya es salina con niveles altos de sodio. Es muy dura e incrustante por lo que no se recomienda para riego en condiciones ordinarias. El uso recomendado es de recreación.

Punto No. 2. Presa Santa Gertrudis.

Agua de salinidad media, dura e incrustante, su uso agrícola requiere lavado moderado sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad. El contenido de sodio es bajo por lo que su uso es recomendable para la mayoría de suelos sin alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable; puede ser usada para regar gran variedad de cultivos.

Punto No 3. Laguna de Yuriria.

Agua con bajo contenido de sales, dura sin problemas de sodio intercambiable; recomendada para riego de la mayoría de suelos sin problema de alcanzar niveles tóxicos de sodio en caso de lavado moderado del suelo. Su uso no requiere prácticas especiales de control de la salinidad.

En el caso del agua subterránea, en general es de buena calidad, adecuada para riego o uso doméstico; si bien localmente existen pozos que pueden exceder los

CALIDAD DEL AGUA POTABLE

| POZO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| PARAMETRO | | | | | | | |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO ESTIMACION DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES | NCF | NCF | NCF | NCF | NCF | NCF | NCF |
| pH | 7,7 | 7,7 | 7,69 | 7,64 | 7,38 | 7,34 | 7,01 |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (micromhos/cm) | 750 | 670 | 900 | 1210 | 960 | 800 | 1730 |
| DUREZA EN CaCo3 (ppm) | 232 | 213 | 384 | 418 | 338 | 286 | 878 |
| SULFATOS (ppm) | 56,1 | 67,4 | 52,2 | 64,11 | 32,8 | 37,8 | 13,5 |
| ALCALINIDAD (ppm) | 337 | 304 | 336 | 786 | 504 | 434 | 124 |
| MAGNESIO (ppm) | 122 | 123 | 254 | 324 | 263 | 194 | 216 |
| COBRE (ppm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CLORO LIBRE (ppm) | 0,03 | 0,03 | 0,036 | 0,36 | 0,033 | 0,36 | 0,033 |
| CROMO (ppm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FENOLES (ppm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MANGANESO (ppm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NITRATOS (ppm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DETERGENTES (ppm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Construida con datos de la Comisión
Estatad de Agua y Saneamiento de Guanajuato

NCF. No contiene coliformes fecales

LIMITES PERMISIBLES. (ppm)

pH: 7-8.5

Dureza total: 300

Sulfatos: 250

Alcalinidad total: 400

Magnesio: 122

Cobre: 1.5

Cloro libre: 0.2

Cromo: 0.05

Fenoles: 0.001

Manganeso: 0.15

Nitratos: 5

Detergentes: 0.5

niveles permisibles de algún elemento sin alcanzar niveles tóxicos, como el caso del magnesio cuyas altas concentraciones dan sabor amargo al agua y tiene efectos laxantes en los consumidores no habituados. (70)

Los resultados del muestreo realizado en noviembre de 1992, en 7 pozos que abastecen de agua potable a la ciudad de Valle de Santiago se presentan en el cuadro 10 y la evaluación de la calidad del agua en el cuadro 11.

Cuadro 11. REPORTE DE LA CALIDAD DEL AGUA

| No. POZO | NOMBRE | CALIDAD DEL AGUA |
|----------|------------------|---|
| 1 | CERRITO COLORADO | POR LA MUESTRA ANALIZADA SE CONSIDERA AGUA POTABLE. |
| 2 | CERRITO COLORADO | AGUA BACTERIOLOGICAMENTE POTABLE, EN VALOR LIMITE POR SU CONTENIDO DE MAGNESIO. |
| 3 | IMSS | BACTERIOLOGICAMENTE POTABLE: NO POTABLE POR ALTO CONTENIDO DE SALES DE MAGNESIO. |
| 4 | EL CAPULIN | BACTERIOLOGICAMENTE POTABLE. MUY PESADA CON ALTA CONCENTRACION DE BICARBONATOS Y SALES DE MAGNESIO. |
| 5 | UND. DEPORTIVA | POTABLE BACTERIOLOGICAMENTE. MUY DURA CON SABOR A SALES DE MAGNESIO. |
| 6 | D.I.F | POTABLE BACTERIOLOGICAMENTE. LIGERO SABOR A MAGNESIO. |
| 7 | FCO. VILLA | AGUA POTABLE. |

Fuente: Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Guanajuato 1992.

2.4.5 USOS DEL AGUA

Desde la época Colonial la producción agrícola de la región del Bajío ha estado ligada al aprovechamiento de los recursos de la cuenca del Lerma, en especial del agua. En la actualidad, en esta cuenca la recarga natural

equivalente a 4 060 millones de m³, apenas es superior a la extracción calculada en 4 020 millones de m³, por lo que se considera que es la cuenca de uso más intensivo en el país; además, debido a la desigual distribución y demanda del recurso, se estima que el 74% del agua subterránea se extrae de acuíferos sobreexplotados. (96)

El desequilibrio entre la oferta y la demanda del agua, es resultado del incremento sostenido de los aprovechamientos principalmente para riego, cuya superficie se duplicó en los últimos 40 años (93), situación agravada desde la década de los 50's, por la extracción de importantes volúmenes en el Alto Lerma para proporcionar agua potable a la Ciudad de México. (94)

En la década de los 70's, como resultado de un periodo húmedo favorable, se ampliaron las zonas de riego no autorizadas, convirtiéndose en demandantes permanentes. Esta situación se favoreció con el impulso que en aquella época se dió a la utilización de las aguas no comprometidas. (93)

En la década de los 80's, las condiciones atmosféricas menos favorables, obligaron a incrementar la extracción de aguas subterráneas para mantener las áreas de riego establecidas en la década anterior.

La demanda de agua superficial de los aprovechamientos en la cuenca del Lerma establecidos legalmente, se relacionan en el siguiente cuadro.

Cuadro 12. USOS DEL AGUA EN LA CUENCA DEL LERMA.

| U S O S | % DEMANDA | VOL. MILES DE M ³ |
|--------------------|-----------|------------------------------|
| AGUA POTABLE | 6 | 236 |
| DISTRITOS DE RIEGO | 55 | 2 020 |
| PEQ. IRRIGACION | 39 | 1 450 |
| T O T A L | 100 | 3 706 |

A nivel de la cuenca se destinan alrededor de 22 m³/seg para agua potable, volumen que permite satisfacer el 75% de la demanda en áreas urbanas y el 40% de las rurales. Del volumen total demandado el 33% se concentra en las ciudades de Querétaro, Toluca, León, Irapuato, Celaya y Salamanca. (97)

Para apoyar el desarrollo agropecuario, la cuenca tiene nueve distritos de riego equipados con 19 presas de almacenamiento con capacidad total de 2 605 millones de m³, 35 presas derivadoras, 37 plantas de bombeo, 404 pozos y 2 182 pozos particulares. Se benefician 293 665 ha y 78 976 usuarios, de los cuales 63 468 son ejidatarios y 15 508 pequeños propietarios. (15)

Entre los distritos de riego ubicados en la cuenca, el más importante es el No.11 Alto Lerma, que demanda el 44% del agua superficial utilizada para riego.

2.4.6 INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA.

DISTRITO DE RIEGO No.11.ALTO LERMA

Este Distrito de Riego se localiza al sur del Estado de Guanajuato abarcando parcialmente 14 municipios del Estado (Cuadro No.13). Tiene una superficie dominada de 112 949 ha, a una altitud media de 1 772 msnm.

Cuadro 13. MUNICIPIOS DEL
DISTRITO 11 ALTO-LERMA

| MUNICIPIO | SUP. (ha) |
|-------------------|-------------|
| SALAMANCA | 21 474 |
| IRAPUATO | 16 045 |
| SALVATIERRA | 14 707 |
| VALLE DE SANTIAGO | 11 599 |
| JARAL | 10 562 |
| ABASOLO | 9 387 |
| ACAMBARO | 8 550 |
| VILLAGRAN | 7 511 |
| CORTAZAR | 4 551 |
| PUEBLO NUEVO | 2 619 |
| HUANIMARO | 2 574 |
| PENJAMO | 1 520 |
| MARAVATIO | 1 114 |
| YURIRIA | 736 |

Para fines operativos está subdividido en nueve unidades, coordinadas por la jefatura del Distrito con sede en Celaya. La unidad más antigua es la Valle que inició su operación en 1939 mediante el aprovechamiento del agua del río Lerma.

La principal obra de infraestructura del Distrito de Riego es la presa Solís, construida entre 1934 y 1946 en las inmediaciones del municipio de Acambaro. Su capacidad total es de 1 002.6 Mm³ y la útil de 977.6 Mm³. De esta presa se extraen anualmente en promedio 790 Mm³ para regar más de 83 000 ha (82), volumen que representa el 93% del agua superficial utilizado en el Distrito de Riego. (Fig. 6)

El padrón de usuarios está integrado por 22 626 productores, el 68% son ejidatarios que poseen el 54% de la tierra y el 32% pequeños propietarios, que disponen del 46% de la superficie regable. Casi el 70% de los beneficiarios del riego poseen parcelas de menos de 5 ha.

UNIDAD VALLE

En la zona de estudio se localiza la Unidad Valle del Distrito de Riego No 11, la que cubre parcialmente el norte y este del municipio de Valle de Santiago.

En esta unidad se consumen anualmente 57 millones de m³ de agua superficial y 77 de agua subterránea. Esta unidad se abastece de la presa Solís por medio del canal Primer Padrón, localizado en la parte norte de la cabecera municipal, que limita el crecimiento de la mancha urbana en esa dirección.

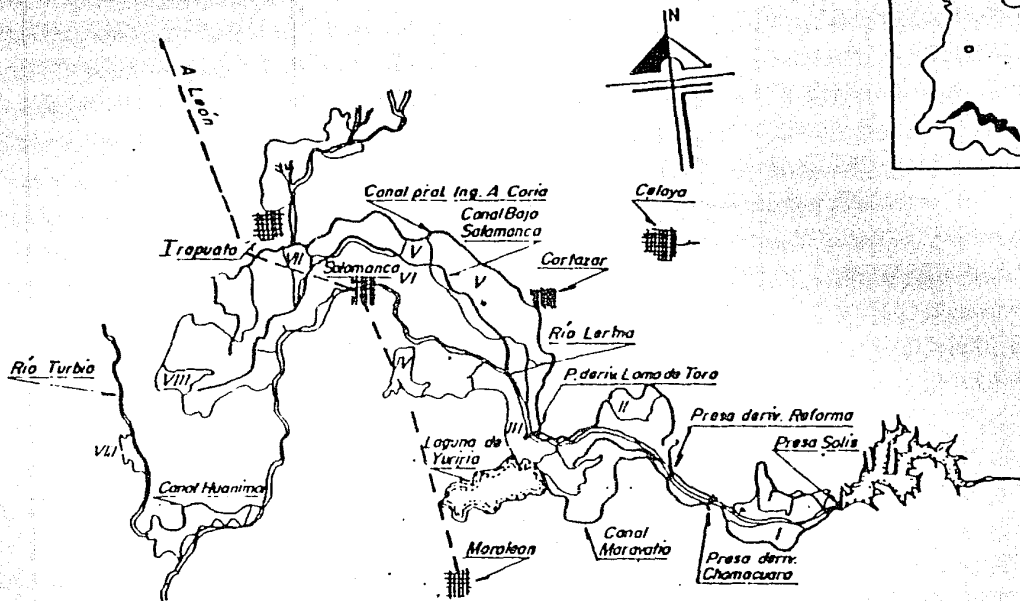
Este canal recibe las aguas residuales de la ciudad de Valle de Santiago y los escurrimientos de los arroyos Camébaro y del Hospital que cruzan el área urbana. En la temporada de lluvias el canal Primer Padrón llega a desbordarse pues no tiene capacidad para conducir las avenidas, inundando las partes bajas de la ciudad, situación agravada por el azolvamiento frecuente del colector principal.

La superficie regable de la Unidad es de 12 723 ha, de estas el 47% (6043 ha), corresponden a pequeños propietarios y 6680 ha (53%) a ejidos (83). Se beneficia a 1 600 ejidatarios y 508 productores privados. La infraestructura disponible representa aproximadamente el 10% de la que posee el Distrito.

En esta Unidad el cultivo de cereales absorbe más del 70% del agua de riego. El principal cultivo es el trigo al que se destina el 36% del agua. En el

DTO. No. II ALTO RIO LERMA GTO.

EDO. DE GUANAJUATO



- UNIDAD. ACAMBARO
- UNIDAD. SALVATIERRA
- UNIDAD. JARAL
- UNIDAD. VALLE
- UNIDAD. CORTAZAR
- UNIDAD. SALAMANCA

- UNIDAD. IRAPUATO
- UNIDAD. ABASOLO

FIG. 6.

DISTRITO DE RIEGO No. 11.

cuadro 14 se relacionan los volúmenes de agua empleados en los principales cultivos en el año agrícola 1991-1992. La información se calculó con base en las láminas brutas de riego reportadas por la Jefatura del Distrito.

Cuadro No 14. CONSUMO TOTAL DE AGUA EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS. 1991/1992.

| CULTIVOS O/I | M ³ | CULTIVOS P/V | M ³ |
|--------------|----------------|--------------|----------------|
| AJO | 497 520 | SORGO | 10 160 560 |
| BROCOLI | 3 814 680 | MAIZ | 13 755 000 |
| CEBADA | 18 471 180 | ALFALFA | 1 414 100 |
| CEBOLLA | 1 376 100 | BROCOLI | 3 830 000 |
| CHICHARO | 64 890 | CEBOLLA | 13 900 |
| COLIFLOR | 173 680 | COLIFLOR | 853 750 |
| HABA | 29 600 | JITOMATE | 160 400 |
| LECHUGA | 20 040 | OTROS CULT. | 3 018 771 |
| TOMATE | 217 620 | | |
| TRIGO | 16 792 160 | | |
| ZANAHORIA | 33 400 | | |
| OTROS CUL. | 4 149 087 | | |
| T O T A L | 45 639 957 | T O T A L | 33 206 481 |

Fuente. SARH. Gerencia de Operación del Distrito Alto Lerma.

Hasta 1992 la operación del Distrito de Riego estaba a cargo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a través de la Comisión Nacional del Agua, quien operaba la infraestructura hidroagrícola, le daba mantenimiento, definía los planes de riego y cobraba el agua al usuario.

Bajo este esquema de organización el riego era un servicio de interés público, cobrándose cuotas bajas que no cubrían los gastos de operación y mantenimiento, por lo que la operación del Distrito era subsidiada por el gobierno.

Las cuotas que se cobraban eran de \$49 000.00 ha/riego, si se usaban aguas superficiales y de \$60 000.00 ha/riego para aguas subterráneas extraídas mediante pozos oficiales. El agua extraída de pozos particulares no se cobraba, con el argumento de que los propietarios pagaban el mantenimiento, sin tomar en cuenta que se usufructuaba un recurso de la nación, siendo el volumen anual extraído por estos pozos de alrededor de 300 millones de m³.

Como consecuencia de este esquema de organización, se favoreció el clandestinaje, el incumplimiento de los planes de riego, el desperdicio de agua, la sobreexplotación de los acuíferos y el deterioro progresivo de la infraestructura.

Con el objeto de hacer más eficiente al distrito, en 1992 se inició la transferencia de su operación a las asociaciones de productores, reservándose la SARH las funciones normativas y de supervisión, para asegurar que el distrito opere con los niveles de seguridad requeridos.

2.5 VEGETACION Y USO DEL SUELO.

2.5.1 VEGETACION.

La localización de esta región al sur del trópico de cáncer, en la zona tórrida del altiplano Mexicano y su conjugación con el sistema clima-suelo-vegetación imperante, conformó una zona rica en recursos naturales, propicia para el establecimiento de grupos humanos que la ocuparon desde antes de la Colonia, alterando desde entonces la composición y distribución de la vegetación y fauna silvestre (17,111).

El área de estudio se ubica en una zona de transición de bosque templado, selva baja caducifolia y matorral de condiciones más secas. Predominan las asociaciones de matorral subserme con nopaleras y cardonal, y matorral con pastizal natural e inducido, a las que Rzedowski (77) clasifica como bosque espinoso. Hay pequeñas áreas con vegetación halófila y masas abiertas de mezquites en las llanuras de Quiriceo, al noreste de la zona.

Debido a la ampliación de las áreas agrícolas y al sobrepastoreo, la vegetación natural sólo se conserva en las partes más altas de la sierra volcánica del sur del municipio, en las laderas de las hoyas y conos volcánicos y en áreas aisladas donde no es posible el desarrollo de labores agrícolas, por ser inundables, tener alta pedregosidad o suelos someros.

En los últimos 20 años el cambio de uso del suelo provocó la pérdida de 2,655 ha forestales, equivalentes al 15 % de la vegetación existente en 1970. En las zonas planas o con pendiente moderada la cubierta forestal fue sustituida completamente por agricultura de riego y temporal.

El matorral subinerme está compuesto por plantas inermes y espinosas, donde éstas últimas constituyen entre el 30 y 70% del total. Las nopaleras y cardonales están compuestas por especies con adaptaciones para resistir la sequía, con baja superficie foliar o tallos suculentos. Se localizan generalmente en suelos someros de difícil aprovechamiento.

Las áreas de matorral están muy alteradas debido principalmente a las actividades agropecuarias, como el pastoreo de caprinos y en menor medida de bovinos. Aunque el aprovechamiento de la vegetación natural no es significativo como generador de ingresos, para la población pobre asentada en áreas de difícil comunicación tiene gran importancia como fuente de combustible, frutos y hierbas medicinales.

Las especies reportadas por el INEGI en la carta de uso del suelo y vegetación (1973) son las siguientes:

MATORRAL SUBINERME

| Nombre científico | Nombre común |
|--------------------------------|-----------------|
| <u>Acacia schafnerri</u> | Huizache chino |
| <u>Acacia fernesiana</u> | Huizache |
| <u>Acacia pennatula</u> | Tepame |
| <u>Ipomoea sp.</u> | Palo bobo |
| <u>Ipomoea mucronoides</u> | Palo blanco |
| <u>Karwinskia humboldtiana</u> | Capulín |
| <u>Tecoma stans</u> | Retama |
| <u>Iatropa dioica</u> | Sangre de drago |
| <u>Mimosa biuncifera</u> | Uña de gato |
| <u>Prosopis laevigata</u> | Mezquite |
| <u>Radia watsoni</u> | Pico de pájaro |
| <u>Caesalpinia sp.</u> | Cualmezquite |
| <u>Argemone ochroleuca</u> | Chicalote |
| <u>Cirsium sp.</u> | Cardo |
| <u>Pithecellobium dulce</u> | Huamuchil |

NOPALERA - CARDONAL

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| <u>Myrtillocactus geometrizans</u> | Garambullo |
| <u>Stenocereus queretaroensis</u> | Pitayo |
| <u>Stenocereus marginatus</u> | Organo |
| <u>Aloe sp.</u> | Sávila |
| <u>Opuntia asiacantha</u> | Nopal sangre de toro |
| <u>Opuntia streptacantha</u> | Nopal cardón |
| <u>Opuntia leonostle</u> | Nopal xoconoxtle |
| <u>Opuntia sp.</u> | Nopal chamacuero. |

PASTIZALES

| | |
|------------------------------|--------------------|
| <u>Bouteloua hirsuta</u> | zacate banderilla |
| <u>Bouteloua gracilis</u> | zacate navajita |
| <u>Muhlenbergia sp.</u> | zacate |
| <u>Aristida adscensionis</u> | zacate tres barbas |
| <u>Rinchylithrum sp.</u> | pasto forrajero. |

Los pastizales se localizan al norte de Rincón de Parangueo, en las inmediaciones de la hoya Blanca, al sur de la hoya Cintora y en pequeñas áreas de los cerros La Batea, El Perinal y El Blanco.

2.5.2. USO DEL SUELO.

El uso intensivo a que ha estado sometida la zona desde hace varios siglos, ha modificado completamente el paisaje natural debido principalmente al aumento progresivo de las áreas bajo cultivo y de la ganadería extensiva. (17)

Antes de la llegada de los españoles y en la colonia, se utilizaban en la agricultura las tierras que presentaban las mejores condiciones de humedad y suelos, ubicadas en las amplias llanuras del municipio cercanas al río Lerma. Ante la alta productividad de estas tierras, que permitían abastecer de alimentos a las áreas mineras y a otras ciudades del estado y del centro de México, los campesinos pobres e indígenas fueron desplazados progresivamente de los mejores suelos, asentándose en zonas con más limitaciones para el desarrollo de esta actividad.

Un hecho relevante que determinó el patrón actual del uso del suelo del municipio fué la construcción en este siglo, del Distrito de Riego Alto Lerma y el apoyo al establecimiento de las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural (URDERALES).

Con estas acciones se crearon las condiciones para incrementar sustancialmente la productividad agrícola en las áreas dotadas con infraestructura, pero ante la falta de un proyecto de desarrollo integral, fueron relegadas de los apoyos a la producción las áreas con agricultura de temporal, actividad que debido al crecimiento de la población y a la baja productividad, se amplía continuamente y desplaza progresivamente a las áreas con pastizales y matorrales.

Bajo estas condiciones, la destrucción y degradación de los suelos y la vegetación, resultantes de la agricultura de subsistencia, tienen sus causas de fondo en la incapacidad o falta de disposición del gobierno para promover el desarrollo de las zonas marginadas. Los campesinos pobres destruyen la vegetación porque no tienen alternativa. (63)

En el mapa de uso del suelo del anexo cartográfico se presenta la distribución de los principales usos.

Las zonas con agricultura de alta productividad corresponden a las que poseen riego, sin importar si es por gravedad o por medio de pozos profundos, dado que los rendimientos reportados son similares. De estas zonas se obtiene la mayor parte de la producción y tienen una superficie de 13375 ha. equivalente al (38 %) de la zona.

La agricultura de temporal se clasificó como de media y baja productividad, con base en los rendimientos reportados. Tiene una superficie de 15211 ha, equivalente al 44 % del área de estudio.

La agricultura con productividad media se ubica en áreas con suelos clase II, III y IV. Generalmente estas tierras se cultivan con sistemas tradicionales,

obteniéndose rendimientos moderados, aproximadamente una tonelada por hectárea en el caso del maíz.

Las zonas con agricultura de bajos rendimientos, casi 500 kg de maíz por hectárea y con grave riesgo de siniestro, se ubican en áreas no propias para la agricultura, en tierras clase V, VI y VII. Debido a este tipo de agricultura en los últimos 20 años fueron eliminadas 1396 ha de pastizales y matorrales.

El uso forestal está constituido por las asociaciones de vegetación natural, fundamentalmente pastizales, matorrales. Ocupan una superficie conjunta de 6332 ha, equivalente al 18 %.

En el mapa de uso del suelo este uso se subdividió en tres clases, con base en su estado de conservación. Se denominó forestal en sustitución a las asociaciones vegetales colindantes con las áreas de agricultura de temporal incorporadas a esta actividad en los últimos años y en la cuales es observable una reducción de la cobertura.

Las áreas forestales conservadas están restringidas a las laderas con fuertes pendientes de las principales montañas de la zona, con escasos caminos o veredas. Por su inaccesibilidad no han sido impactadas sensiblemente, observándose en las fotografías aéreas continuidad en la cobertura.

Las áreas forestales degradadas, son las más extendidas entre las clasificadas con uso forestal. Si bien no se encuentran en ninguna de las situaciones antes descritas y no se observan parcelas agrícolas, la cobertura de la vegetación es baja. Estas áreas son utilizadas tradicionalmente como agostaderos pero no reciben ningún tratamiento para conservar o enriquecer la vegetación. Generalmente hay sobrepastoreo ocasionado por caprinos y bovinos.

En el cuadro siguiente se presenta de manera sinóptica la superficie de cada uso del suelo.

Cuadro No. 15. SUPERFICIE POR USO DEL SUELO.

| U S O | SUP. (HA) | % |
|-----------|-----------|-----|
| AGRICOLA | 28 586 | 82 |
| -TEMPORAL | 15 211 | 44 |
| -RIEGO | 13 375 | 38 |
| FORESTAL | 6 332 | 18 |
| -PASTIZAL | 1 638 | 5 |
| -MATORRAL | 4 694 | 13 |
| T O T A L | 34 918 | 100 |

2.6 FAUNA.

La información disponible sobre la fauna del municipio y aún del estado de Guanajuato es escasa, dispersa y no hay un catálogo actualizado de fauna silvestre.

La existencia de algunas especies relevantes debe tomarse con reserva ya que se infirió de acuerdo a las áreas de distribución reportadas, como es el caso del águila real (Aquila chisaetas) y halcón peregrino (Falco peregrinus), consideradas en situación crítica por SEDUE desde 1983. (101)

En la actualidad la fauna se reduce a pequeños mamíferos, reptiles y aves. Es probable la extinción del venado cola blanca, el armadillo y tejón, no observados por la población desde hace varios años, lo cual se debe a la cacería sin control y a la alteración de sus hábitats, como resultado de la destrucción de la vegetación forestal y ampliación de áreas agrícolas.

La población de animales silvestres es baja. Su aprovechamiento se reduce a la captura de aves canoras, de ornato y la cacería deportiva de aves migratorias que arriban a la laguna de Yuriria, las cuales son la fauna de mayor importancia económica.

Las especies de fauna reportadas por la SEDUE (102,104) son:

| Nombre científico | Nombre común |
|------------------------------|----------------------|
| <u>Sciurus aureogaster</u> | ardilla gris |
| <u>Collinus virginianus</u> | codorniz enmascarada |
| <u>Sylvilagus sp.</u> | conejo |
| <u>Canis latrans</u> | coyote |
| <u>Zenaida macroura</u> | paloma huilota |
| <u>Nasua nelsoni</u> | tejón |
| <u>Didelphis marsupialis</u> | tlacuache |
| <u>Anthya sp.</u> | pato |

En los últimos años se ha observado descenso en la cantidad de aves que llegan a la laguna; lo cual puede atribuirse a la cacería y al ruido de las lanchas de motor empleadas por los pescadores y en eventos deportivos (30). También debe considerarse el proceso de eutroficación de la laguna, que ha favorecido el desarrollo de plantas acuáticas, como el lirio (Eichornia sp.) y el tule (Typha sp. y Cyperus sp.) que cubren el 75% del embalse (92).

3.1 ASPECTOS SOCIALES

3.1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

La ciudad de Valle de Santiago se localiza en una zona a la que los indígenas que la poblaron llamaban Camébaro (lugar donde nace el ajeno) o "lugar de las siete luminarias", debido a los cráteres que ahí se localizan (106).

En este lugar se asentaron grupos indígenas otomíes, chichimecas y purépechas (32), bajo dominio de los caciques de Tzintzuntzan aposentados en Yuririhapundaro (33). Estas tribus se dedicaban principalmente a la elaboración de tejidos y a la agricultura en tierras de carácter comunal llamadas aletepatlalli o tierra del pueblo.

A principios del siglo XVII la zona quedó bajo dominio de los españoles, cuando el agente real de la entonces Villa de Zelaya, Pedro Meléndez Gora realizó una expedición a esta región y sometió a las tribus indígenas.

En mayo de 1607 se fundó oficialmente la población con el nombre de Valle de Santiago.

En 1814 durante la guerra de independencia, la ciudad fué incendiada por los insurgentes, reconstruyéndose a mediados del siglo XIX (33).

En 1820 Valle de Santiago se constituyó en municipio con gobierno autónomo, adquiriendo la categoría de Villa. En abril de 1826 se integró legalmente a la provincia de Guanajuato y en 1871 se elevó a la categoría de ciudad, mediante decreto del Congreso del Estado.

3.1.2 POBLACION.

Valle de Santiago es uno de los municipios más poblados de la entidad. Concentra el 3.3% de la población total del Estado, ocupando el sexto lugar después de León, Irapuato, Celaya, Salamanca y Pénjamo.

La ciudad cabecera, asentada en una zona eminentemente agrícola, constituye uno de los principales centros regionales de servicios, si bien su radio de influencia es comparativamente menor al de las principales cinco ciudades del estado.

En el período 1970-1990 el municipio registró una tasa de crecimiento demográfico superior al estatal, pasando de 69856 habitantes en 1970 a 132023 en 1990, lo que representa una tasa de crecimiento media anual de 3.2%, tasa superior a la del estado que en el mismo período fue de 2.8%. En este período el crecimiento de la población municipal no fue uniforme, acelerándose a partir de la primera mitad del período de referencia.

Como resultado de un crecimiento medio anual de 3.7% en 1980, el municipio alcanzó una población de 100 783 habitantes. El incremento tan fuerte se relaciona con la inmigración proveniente de las localidades rurales y de los municipios vecinos, lo cual se puede relacionar a su vez con las condiciones climáticas adversas para las actividades agrícolas, que predominaron en la región durante este período.

En gran proporción, la población inmigrante se asentó en la cabecera municipal aumentando considerablemente la mancha urbana, mediante la proliferación de asentamientos irregulares.

En la década 1980-1990, la tasa de crecimiento se redujo al 2.7% anual, siendo inferior a la estatal. De mantenerse esta tendencia, la población municipal para el año 2 000 será de 173 000 habitantes, casi un tercio más de la actual, a la que difícilmente se le podrán proporcionar los

servicios básicos y habrá un impacto más fuerte sobre los recursos naturales del municipio.

En la figura 7 se presentan la población del periodo 1970-1990, correspondiente al municipio y a la cabecera municipal y se hace una proyección de la población para el año 2 000.

En cuanto a la distribución espacial de la población, el municipio presenta dos características relevantes. Por un lado, existe una gran concentración de habitantes en la cabecera municipal, en la que se asienta el 42% de la población total (56 009 habitantes): por otro, hay una marcada dispersión de la población en decenas de pequeñas comunidades que no rebasan los 500 habitantes.

En 1990 se identificaron 156 localidades, de las cuales sólo la cabecera municipal se considera urbana: 19 localidades tienen entre 1 000 y 4 000 habitantes, que en conjunto concentran el 23% de la población y en las 136 comunidades restantes se reúne menos del 35% de la población total. (fig. 8)

En el periodo 1970-1990, el conjunto de las 20 principales localidades incrementó su población en casi 50 000 habitantes, cantidad equivalente al 80% del crecimiento demográfico del municipio. La mayor parte de la población se asentó en la cabecera municipal.

En los últimos años el desarrollo de esta ciudad ha sido explosivo, con tasas anuales superiores a las del Estado y del municipio, alcanzando su nivel máximo en la década 1970-1980, en que fue superior al 8% anual. Si bien la tasa de crecimiento se redujo en la última década al 4%, de continuar con esta tendencia en el año 2 000 tendrá una población superior a 83 000 personas, 5 veces más que en 1970.

El crecimiento acelerado de la población se explica en gran medida por intensos movimientos migratorios campo-ciudad (33), ya que Valle de Santiago es una ciudad de influencia regional donde se concentran la mayoría de los

CRECIMIENTO DE LA POBLACION 1970-2000

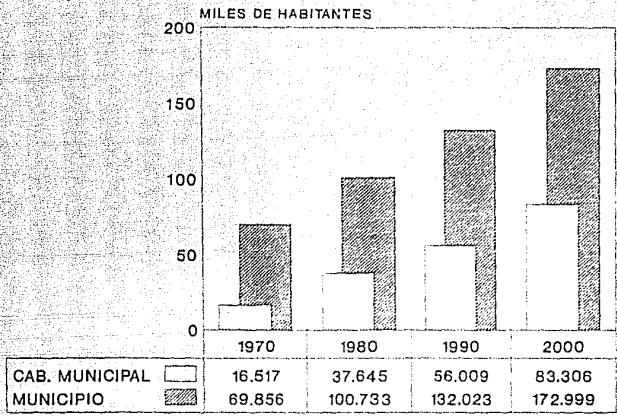
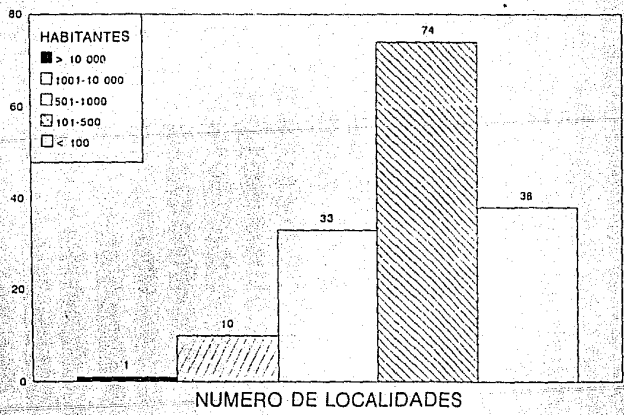


FIG. 7

CANTIDAD DE LOCALIDADES SEGUN POBLACION



FUENTE: XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990.
FIG. 8

servicios y uno de los principales polos de atracción de la población expulsada del campo.

El crecimiento del área urbana ha sido tan espectacular como el de la población, duplicándose en los últimos 20 años (fig. 9).

En el siguiente cuadro se relaciona la superficie de la cabecera municipal en el período 1970-1990. La superficie de 1970 se obtuvo de la carta de uso del suelo (51). La de los últimos 10 años mediante fotointerpretación.

Cuadro No. 16 SUPERFICIE DE LA CIUDAD DE VALLE DE SANTIAGO EN EL PERIODO 1970-1990.

| AÑO | 1970 | 1980 | 1990 |
|------------|-------|-------|-------|
| SUP. (Ha.) | 291.2 | 332.2 | 576.7 |

Debido a la falta de mecanismos efectivos para regular el desarrollo urbano, la ciudad ha crecido principalmente a través de asentamientos irregulares, como las colonias Zapata, Francisco Villa, Miravalle y Solidaridad, en la actualidad en proceso de regularización. Estos asentamientos irregulares han invadido áreas consideradas como reservas, como es el caso de las nuevas colonias asentadas en la vertiente oriental del cráter La Alberca, y superan la capacidad del municipio para proporcionarles servicios básicos, por lo que se incrementan el feccalismo al aire libre, la contaminación del agua y los depósitos de basura a cielo abierto.

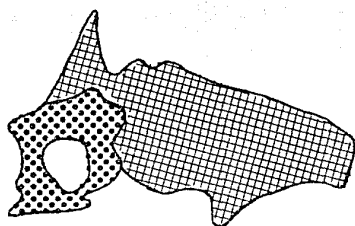
Las áreas regularizadas en la cabecera municipal, corresponden a la parte antigua de la ciudad, donde se localizan las colonias Centro, Lindavista, Siete Luminarias, Labradores y Camébaro.

Ante la imposibilidad de crecer hacia el oriente donde se encuentran las tierras de riego más productivas y el canal Primer Padrón, la ciudad ha crecido hacia el poniente a través de 2 ejes principales que a manera de pinza rodean progresivamente el cráter La Alberca.

FIG. 9 CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA EN LA CIUDAD DE VALLE DE SANTIAGO.
(1970-1990)

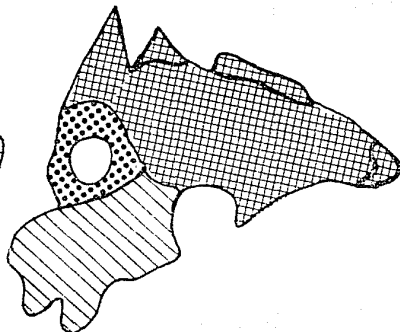


ESC. 1:50 000



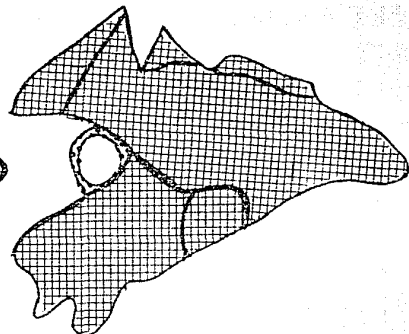
1970

Sup. 291.2 ha.



1980

Sup. 332.19 ha.



1990

Sup. 576.71 ha.



AREA FORESTAL



LAGO CRATER
LA ALBERCA



AREA URBANIZADA
(ALTA DENSIDAD)



AREA EN PROCESO DE
URBANIZACION

El resto de las localidades tienen escasa población. Las más grandes se relacionan en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 17 PRINCIPALES LOCALIDADES.

| LOCALIDAD | POBLACION (1990) |
|------------------------|------------------|
| Valle de Santiago | 56 009 |
| Gervacio Mendoza | 1 575 |
| Magdalena de Araceo | 3 090 |
| San Gerónimo Araceo | 2 114 |
| San Nicolás Paranguero | 1 180 |
| Santa Ana | 1 016 |
| Zapotillo de Mogotes | 910 |
| Puerta de Andaracua | 871 |
| Rancho Seco de Guantes | 1 097 |
| El Perico | 927 |
| Rincon de Paranguero | 2 250 |
| La Compañía | 879 |
| Guantes | 705 |

Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

COMPOSICION DE LA POBLACION.

En 1990 el 70% de la población municipal era joven. El 30% era menor de 10 años y 4 de cada 10 habitantes tenía entre 11 y 30 años de edad.

En la distribución de la población por edades y sexo (fig. 10), aún no se observa una reducción en los grupos de menor edad, lo cual probablemente se debe a que los programas de planificación familiar no han tenido impacto significativo, dadas las condiciones de marginación comunes a la mayoría de las localidades del municipio, por lo cual no puede esperarse en los próximos años una reducción sustancial en la tasa de crecimiento demográfico, a menos que aumente significativamente la emigración.

En la composición por sexos se observa que la población femenina es mayor a la masculina, lo cual es marcado en los grupos de población joven, especialmente en el de 21 a 30 años, donde la diferencia es superior a 8%, situación que se explica en buena medida por la emigración masculina en estos grupos de edad.

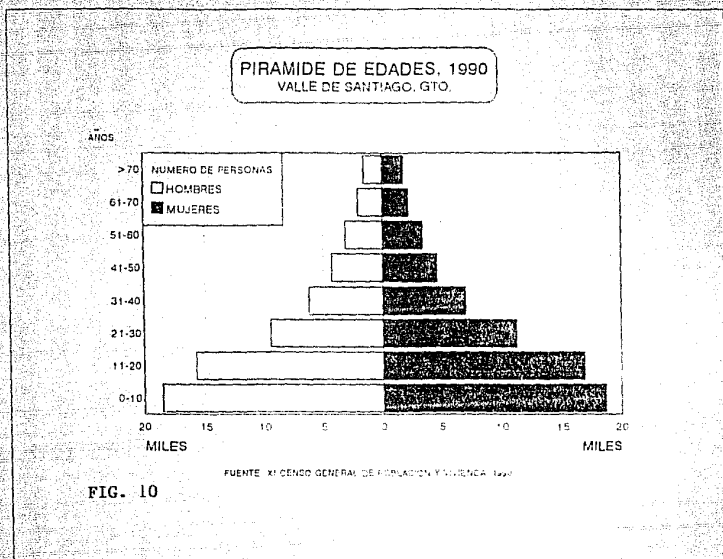


FIG. 10

En el aspecto de alfabetización, se tuvo un avance sustancial en los últimos años, sin embargo aún es alto el nivel de analfabetismo, el cual en la población mayor de 15 años era de 15.6% en 1990, tasa inferior a la estatal que era de 16.5%. Comparativamente, en 1970 la proporción de analfabetas en el municipio era de 39%, superior a la del estado estimada en 35%.

3.1.3. CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA

En 1990 existían en el municipio 23 288 viviendas ocupadas por una población de 132 023 habitantes. El 80% de las viviendas eran ocupadas por sus propietarios, con una densidad media de 5.6 habitantes por vivienda. Estos indicadores son similares a los reportados para el estado de Guanajuato, los cuales en los últimos años no han variado significativamente.

Los materiales predominantes en techos son lámina de asbesto o metal (35.8%) y loza de concreto (30.2%); el 64.7% contaba con pisos de concreto o firmes, el 76% disponía de agua potable entubada; el 31% tenía drenaje y el 84% de las viviendas contaba con electricidad.

Como resultado de la alta concentración de población en la cabecera municipal, los indicadores señalados reflejan características de viviendas correspondientes a áreas urbanas; sin embargo en las numerosas localidades rurales aún se usan con frecuencia materiales de fácil adquisición, aunque menos resistentes y durables, tales como madera, lámina de cartón y pisos de tierra apisonada.

3.1.4 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.

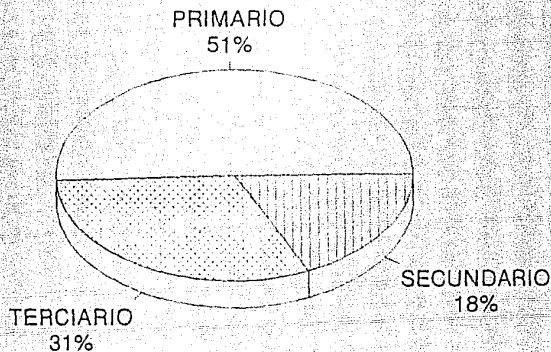
Valle de Santiago es un municipio fundamentalmente rural, no obstante que casi la mitad de la población se asienta en la cabecera municipal, la que concentra la mayor parte de los servicios y el comercio.

En 1990 la población con más de 12 años de edad era de 86 400 habitantes, de los cuales el 34.6% (29 906 personas) constituían la población económicamente activa (PEA), la cual tenía un índice de desempleo de 6.6%.

El sector primario es el más importante, absorbe más del 50% de la población ocupada, le sigue el sector terciario con el 31% y en último lugar las actividades secundarias (fig. 11). Por rama de actividad, la agricultura y ganadería son las que absorben la mayor parte de la población ocupada, ya que este municipio es uno de los más importantes productores agrícolas del estado, cuenta con la infraestructura hidráulica de la Unidad Valle del Distrito de Riego No.11, Alto Rio Lerma y con las Unidades de Riego Para el Desarrollo Rural (URDERALES).

Por orden de importancia, las actividades que ocupan a más población, después de la agricultura, son el comercio y la industria de la construcción y transformación. (fig. 12)

**DISTRIBUCION DE LA P.E.A.
SECTORES DE PRODUCCION**



FUENTE: XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA 1990
FIG. 11

**DISTRIBUCION DE LA P.E.A.
RAMAS DE PRODUCCION**

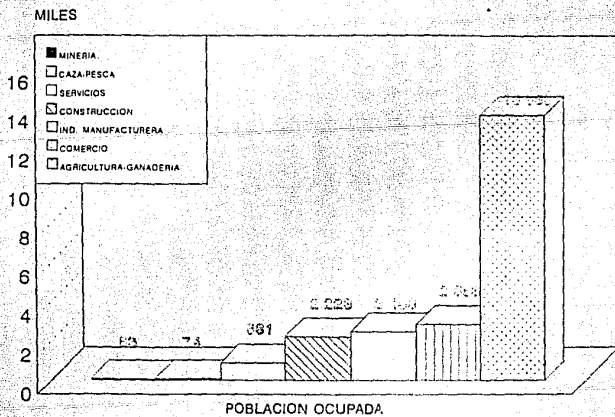


FIG. 12

FUENTE: XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990.

En general la industria está poco desarrollada, siendo generalmente de tipo familiar. En el cuadro 18 se relacionan las principales características de las industrias del municipio.

Cuadro No. 18 CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA MUNICIPAL

| SUBSECTOR | UNIDADES | | PERSONAL OCUPADO | |
|---------------------------------|------------|------------|------------------|-------|
| | ECONOMICAS | REMUNERADO | NO REMUNERADO | TOTAL |
| -PRODUCTOS ALIMENTICIOS | 37 | 98 | 62 | 160 |
| -TEXTILES | 8 | 58 | 10 | 68 |
| -INDUSTRIA DE LA MADERA | 9 | 0 | 11 | 11 |
| -PAPEL Y PRODUCTOS DE PAPEL | 5 | 7 | 7 | 14 |
| -PRODUCTOS MINEROS NO METALICOS | 21 | 41 | 35 | 76 |
| -PRODUCTOS METALICOS | 31 | 13 | 46 | 59 |
| -TOTAL | 111 | 217 | 171 | 388 |

En la rama de servicios, el municipio ha experimentado un crecimiento acelerado en los últimos años, particularmente en el comercio, actividad que ha absorbido a gran parte de la población desempleada o subempleada.

3.1.5 SERVICIOS MUNICIPALES.

En 1970, Valle de Santiago era uno de los municipios más marginados del Estado. Casi el 40% de la población era analfabeta; el 61% de las viviendas carecían de agua, el 60% no tenía electricidad y el 80% no contaban con drenaje. En materia de salud, había un médico por cada 14 000 habitantes, mientras que en otros municipios del Estado - no agrícolas-, esta proporción era de un médico por cada 2 758 habitantes, mientras que la del Estado era de 2677 (14).

De acuerdo al XI Censo de Población y Vivienda de 1990 (10), en 20 años hubo un marcado incremento en la cobertura de los principales servicios

municipales, fundamentalmente en los aspectos de agua potable, electricidad y servicios médico asistenciales y educativos.

AGUA POTABLE:

En el caso de agua potable, el 76% de las viviendas cuenta con este servicio, lo que representa un incremento de 47% con respecto a 1970. El aumento de las viviendas beneficiadas se concentra principalmente en la zona urbana, donde se incrementó significativamente la demanda del servicio como resultado del crecimiento explosivo de la mancha urbana a partir de asentamientos irregulares.

Entre 1970 y 1980, década en que la población de Valle de Santiago creció 128%, se amplió la infraestructura hidráulica y aumentó en 300% la cantidad de viviendas que contaban con agua potable, lo cual permitió proporcionar el servicio al 84% de la población.

En la década 1980-1990, las inversiones se redujeron y el incremento en la cobertura de este servicio fue menor a la tasa de crecimiento de la población, por lo que en 1990 el número de viviendas que contaban con agua potable se redujo a 76%.

La ciudad consume anualmente más de 1.2 millones de m^3 de agua, obtenida de 7 pozos profundos. Este volumen es insuficiente para cubrir la demanda de la población actual, estimándose un déficit de 122 l/seg., por lo que a partir de 1992 la administración municipal y el Programa de Solidaridad municipal iniciaron un programa tendiente a reducir el déficit y proporcionar el servicio al 95% de la población de la cabecera municipal.

En 1990, 30 comunidades rurales ubicadas fundamentalmente en la zona serrana no disponían de agua potable. Su población se abastecía de manantiales o transportaba agua de otras localidades. Las comunidades rurales que cuentan con el servicio se abastecen de pozos profundos los que a menudo dan servicio a 2 o 3 localidades.

La operación y conservación de los sistemas de agua potable se llevan a cabo por medio de comités integrados por habitantes de las propias comunidades, asesorados por la Junta Estatal de Agua Potable. Si bien con este esquema los beneficiarios se hacen responsables de los sistemas, su operación presenta bajos niveles de eficiencia debido a problemas de tipo organizativo y de capacitación.

El agua es de buena calidad, propia para uso doméstico. En la cabecera municipal, previo proceso de cloración, es almacenada en 3 grandes depósitos con capacidad conjunta de 1 720 m³, los cuales alimentan la red de la Ciudad.

DRENAJE.

Como en el caso del agua potable, en los últimos 20 años el servicio de drenaje aumentó considerablemente, del 20% de viviendas que contaban con este servicio en 1970, se incrementó a 47% en 1990, nivel inferior a la cobertura estatal estimada en 58%. Esta situación es por demás grave si se considera que en 57 localidades no existe este servicio, en las que predomina el fecalismo al aire libre y son poco utilizados sistemas de tratamiento alternativos como las fosas sépticas.

Las localidades equipadas con este servicio son:

Cuadro No. 19 LOCALIDADES EQUIPADAS CON
DRENAJE

| LOCALIDAD | VIVIENDAS CON DRENAJE (%) |
|------------------------|---------------------------|
| Charco de Pantoja | 64.8 |
| Ignacio de Sn. José P. | 59.3 |
| Loma Tendida | 50.7 |
| El Salitre | 48.4 |
| Valle de Santiago | 47.7 |

En la cabecera municipal el drenaje fue construido hace más de 30 años, con apoyo del gobierno del Estado y la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Ante

el acelerado crecimiento de la ciudad, la red de drenaje se ha tornado insuficiente ya que los colectores tienen diámetros reducidos y presentan problemas de azolvamiento en numerosos tramos, debido al insuficiente mantenimiento pero sobre todo, a los grandes volúmenes de basura y suelo arrastrados desde las partes altas de la ciudad, en particular del área que circunda al cráter la Alberca que se encuentra casi totalmente urbanizado.

Debido a que la red de drenaje es insuficiente para captar los escurrimientos de la temporada de lluvias, se producen frecuentes inundaciones en la parte baja de la ciudad con los consecuentes problemas de salud pública.

En la cabecera municipal no existe planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que la red de drenaje se conecta a tres colectores principales que descargan en el canal Primer Padrón y se mezclan con el agua utilizada para el riego de casi 3 000 ha. Cabe señalar que en la época de lluvias a menudo es superada la capacidad de este canal provocando desbordamientos que afectan las partes bajas de la ciudad.

Con base en la prioridad que tiene el programa de Ordenación y Saneamiento de la cuenca Lerma Chapala y al mal manejo que se dá a las aguas municipales, se considera de carácter urgente la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, con lo cual se podrían liberar cantidades importantes de agua para riego y disminuir los grandes volúmenes de agua freática extraídos actualmente.

Pese a que es evidente la necesidad de construir la planta de tratamiento de agua, por ser el sexto municipio más poblado del estado y verter sus aguas residuales a otras fuentes, no la consideran entre sus prioridades el Programa de Ordenación y Saneamiento mencionado, ni el programa de obras públicas municipales.

Para resolver el problema de las inundaciones, las autoridades municipales tienen programado ampliar la red de drenaje en la cabecera municipal para satisfacer el 95% de la demanda de este servicio, lo que incluye la

construcción de colectores de mayor capacidad. Estas obras se realizarán con apoyo financiero del Programa de Solidaridad municipal; sin embargo, estas medidas serán insuficientes si paralelamente no se controla el carácter torrencial de los arroyos Camébaro y del Hospital.

SERVICIO DE LIMPIA.

Este es uno de los servicios municipales con menor cobertura, concentrándose prácticamente en la cabecera municipal.

Los desechos sólidos que produce la ciudad, estimada en 1990 en 28 toneladas diarias, se depositan en dos tiraderos a cielo abierto, uno ubicado en el margen derecho de la carretera a Guarapo, a la salida de la ciudad y otro cerca del cerro la Batea.

Ambos tiraderos son fuente importante de contaminación ya que en ellos únicamente se acumula la basura y no se realizan rellenos sanitarios. El único tratamiento que reciben se tiene en el primer tiradero donde las descargas diarias son cubiertas con una capa de tierra arenosa.

Otro factor de contaminación por residuos sólidos, es la basura que arrojan al río Lerma los habitantes de las localidades ribereñas, costumbre muy arraigada entre la población.

Dado que el municipio depende únicamente de las aguas subterráneas para el abastecimiento de agua potable, es necesario llevar a cabo acciones para reducir el riesgo de contaminación de los acuíferos, tales como el manejo adecuado a los residuos sólidos mediante rellenos sanitarios ubicados en sitios seleccionados, previo estudio de impacto ambiental.

ELECTRICIDAD.

Este es el servicio con mayor cobertura, tanto por la cantidad de viviendas, como por el número de localidades electrificadas. En 1970 sólo disponían de

electricidad 4 de cada 10 viviendas y 76 localidades no contaban con este servicio o era proporcionado a menos de 10% de las viviendas. En 1990 el 83% de las viviendas contaba con electricidad y únicamente 8 localidades de menos de 1000 habitantes no estaban electrificadas.

En la cabecera municipal se tiene una cobertura del 76%. Sólo carecen del servicio los asentamientos irregulares recientes.

El municipio se integra al sistema interconectado nacional por medio de una subestación de 115 Kv de capacidad, que de acuerdo con las proyecciones del gobierno municipal podrá abastecer la demanda de los próximos años (33).

EDUCACION.

De acuerdo a la información del XI Censo General de Población y Vivienda, en 1990 el 16.8% de la población de 15 años o más era analfabeta y el 37% no había terminado la primaria; el 23% contaba con instrucción primaria completa y el 79% de la población en edad escolar asistía a la escuela.

En comparación con los resultados del censo de 1970, se nota un incremento significativo en el grado de alfabetismo y educación de la población municipal. La infraestructura escolar del municipio relacionada en el siguiente cuadro, está integrada por 256 planteles fundamentalmente de nivel básico.

Cuadro No.20 INFRAESTRUCTURA ESCOLAR
DE VALLE DE SANTIAGO.

| ESCUELAS | CANTIDAD |
|----------------------|----------|
| Preescolar | 81 |
| Primaria | 144 |
| Secundaria | 27 |
| Preparatoria | 2 |
| Cap. para el trabajo | 1 |
| CONALEP | 1 |

Fuente: Gobierno Municipal, 1989.

Con esta infraestructura, en la cabecera municipal se puede atender el 100% de la demanda de educación preescolar, educación básica y media básica; en cambio, en el resto del municipio se tiene un déficit de 40 aulas a nivel primaria y secundaria, y 10 aulas para preparatoria. Los estudios de nivel medio superior y profesional deben realizarse fuera del municipio, si bien las ciudades de Guanajuato, Salamanca, Celaya y Morelia son los principales destinos de la población escolar que sale del municipio, el establecimiento del CONALEP ha resultado una alternativa atractiva para estudiantes de este nivel.

En cuanto a cultura y recreación, la cabecera municipal cuenta con una biblioteca pública, un centro social popular, un museo, dos centros deportivos, una casa de la cultura y un cine.

SERVICIOS MEDICO ASISTENCIALES.

Pese a que Valle de Santiago es uno de los municipios más poblados del Estado, los servicios de salud tienen una cobertura muy baja, concentrándose en la cabecera municipal y en las comunidades rurales más importantes.

Las instalaciones disponibles son: un hospital, una clínica, un puesto periférico y cuatro sanatorios particulares localizados en la cabecera municipal; dos centros de salud en Charco de Pantoja y Charco de Parangueo; dos casas de salud en las Jícamas y San Ignacio de San José Parangueo y una clínica en Salitre de Aguilares.

La tasa anual de mortalidad se estima en 25.2%, siendo las enfermedades más comunes las asociadas a las condiciones de insalubridad que privan en las zonas marginadas. Destacan las infecciones respiratorias agudas, frecuentes en la temporada fría del año, síndromes diarreicos, parasitosis intestinal múltiple y amibiásis. (121)

Las causas directas de los problemas de salud en el municipio son: incineración masiva de residuos agrícolas, principalmente de paja de trigo y

sorgo, quema de estiércol y llantas en las ladrilleras, focalismo al aire libre, manejo inadecuado de las aguas residuales municipales, falta de drenaje y fosas sépticas y depósitos de basura a cielo abierto.

ABASTO.

Sí bien la ciudad de Valle de Santiago es un polo de desarrollo de influencia regional, no cuenta con un sistema eficiente para el abasto de la población.

El área comercial se concentra en el centro de la ciudad, donde se localiza el único mercado, el cual es insuficiente para cubrir la demanda actual de la población. Existe un rastro mecanizado y un almacén de Almacenes Nacionales de Deposito S.A. (ANDSA), una bodega de la Impulsora del Pequeño Comercio S.A. (IMPECSA) y numerosas bodegas y almacenes privados que expenden productos agropecuarios.

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

El municipio dispone de adecuados servicios de comunicación y transporte. La cabecera municipal cuenta con oficinas de telégrafo, teléfono y correos.

Existen 3 líneas de autobuses urbanos y 3 sitios de taxis. El transporte foráneo lo proporcionan 3 líneas de autobuses de pasajeros y 3 de carga, adicionalmente hay transporte hacia Jaral del Progreso y Salamanca. (33)

Un ramal del ferrocarril México-Guadalajara comunica al municipio y a Jaral del Progreso con la Ciudad de Salamanca.

3.2 ACTIVIDADES ECONOMICAS.

3.2.1. AGRICULTURA.

La agricultura es la base de la economía municipal y la que absorbe la mayor cantidad de mano de obra, pues desde el punto de vista agrícola, Valle de Santiago es una zona de importancia nacional. Esta actividad es favorecida por la existencia de amplias llanuras, suelos fértiles, condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de cereales y una importante infraestructura para riego.

De acuerdo con el nivel de capitalización y productividad en la zona, se identifican dos tipos de agricultura. La de riego altamente tecnificada y la de temporal, ésta desarrollada tanto en suelos adecuados para esta actividad como en áreas marginadas en tierras fácilmente degradables.

Estas actividades se diferencian también en el uso de los recursos naturales, en los tipos de cultivos y en el destino de la producción.

3.2.1.1 Agricultura de Riego.

La agricultura de riego, altamente tecnificada, ocupa las tierras bajas y planas del norte y oriente del área, en tanto la agricultura de temporal se desarrolla en la región serrana y en las colinas de la parte sur.

El área de riego forma parte del Distrito de Riego 11 en la Unidad Valle. El agua proviene de la presa Solís, construida sobre el río Lerma. Adicionalmente se alumbró agua subterránea mediante 238 pozos profundos, 20 operados por la SARH, a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y 218 pozos administrados por pequeños propietarios y ejidatarios. (83)

Además del distrito de riego, hay áreas de riego más pequeñas que utilizan agua subterránea extraída mediante pozos profundos operados directamente por pequeños propietarios y ejidatarios denominadas Unidades de Riego para el

Desarrollo Rural (URDERALES), las cuales son reguladas por la SARH a través del Distrito de Desarrollo Rural No. 5 Cortazar. Se localizan en estas unidades 362 pozos, con una superficie regable de 8 649 ha, de las cuales en el ciclo otoño-invierno 1991-1992 se regó el 90 % (7,777 ha).

En la unidad de riego Valle de Santiago se tiene un padrón de 2108 productores; 508 (24%) son pequeños propietarios y 1 600 (76%) ejidatarios. No obstante que las tres cuartas partes de las unidades de producción son ejidales, éstas sólo poseen el 53% de las tierras.

En promedio las parcelas ejidales son de 4.2 ha, mientras que las parcelas de los pequeños propietarios son casi tres veces más grandes (11.9 ha), superando incluso a la parcela promedio de todo el distrito cuya superficie es de 7.1 ha.

Sí bien en casi todo el distrito de riego se desarrolla una agricultura altamente tecnificada, las unidades de producción privadas cuentan con mejores perspectivas de desarrollo en comparación con las ejidales, ya que los pequeños propietarios están mejor organizados, sus parcelas son casi el triple de las ejidales y se les dá preferencia, tanto en la asignación de créditos por parte de la banca comercial, como en la asociación con inversionistas.

Esta situación podría cambiar sustancialmente como resultado de las modificaciones a la Ley Agraria, pues se legalizó la privatización de parcelas, dando facilidades para el establecimiento de asociaciones en participación entre ejidatarios y particulares nacionales y extranjeros.

Los cultivos más extendidos en la zona de estudio son : sorgo, maíz, trigo, frijol, hortalizas, avena y cebada. La producción y superficie cultivada de cada uno ha variado significativamente durante los 53 años de operación del distrito de riego, ya que los cambios registrados a nivel nacional en la orientación de la producción agrícola, han repercutido sustancialmente en la zona.

En la década de los 30's, cuando comenzó a operar el distrito de riego los cultivos eran variados. En 1930 el 70% de la superficie cosechada era maíz, el 23% trigo y el 7% hortalizas y frutales. Los rendimientos eran moderados y la producción estaba orientada principalmente al mercado regional y nacional.

En el cuadro siguiente se presenta la producción agrícola del municipio correspondiente al año 1930.

Cuadro No.21 PRODUCCION AGRICOLA DE VALLE DE SANTIAGO EN 1930.

| PRODUCTO | SUP. COSECHADA (ha) | PRODUCCION (Ton) | RENDIMIENTOS (Ton/ha) |
|----------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| MAIZ(1) | 22 081 | 7 352.8 | 0.3 |
| FRIJOL (2) | 42 | 324.9 | 0.4 |
| TRIGO | 7 351 | 3 051.3 | 0.4 |
| GARBANZO | 1 112 | 338.0 | 0.3 |
| ALFALFA | 288 | 4 231.9 | 14.7 |
| CAMOTE | 264 | 814.5 | 3.1 |
| CAÑA DE AZUCAR | 246 | 4 076.0 | 16.6 |
| CACAHUATE. | 96 | 94.0 | 0.9 |
| TOMATE | 69 | 155.5 | 2.3 |
| HABA | 47 | 28.1 | 0.6 |
| MELON | 33 | 33.0 | 1.0 |
| SANDIA | 17 | 22.0 | 1.3 |
| CHILE VERDE | 17 | 6.8 | 0.4 |
| CEBADA v. | 8 | 13.0 | 1.6 |
| CEBOLLA | 5 | 23.2 | 4.6 |

Fuente Primer Censo Agrícola y Ganadero 1930. Secretaría de la Economía Nacional

(1) Incluye Temporal.

(2) Comprende 306.7 Ton. de frijol cultivado con maíz.

En la década de los 60's, las tierras de la zona se dedicaban principalmente al cultivo de maíz, siendo el municipio de Valle de Santiago uno de los principales productores del estado. El trigo y garbanzo ocupaban superficies considerables y se inició el cultivo del sorgo, el cual desplazó a cultivos tradicionales como el maíz, el que no obstante continúa siendo el principal cultivo de temporal, en cambio en los últimos años la superficie de riego sembrada con maíz ha sido de 7 a 10 veces menor que la de sorgo.

Cuadro No. 22 SUPERFICIE (HA) SEMBRADA CON CEREALES EN EL PERIODO 1985-1992, EN EL DISTRITO RIEGO 11 ALTO LERMA

| C I C L O | SUPERFICIE SEMBRADA (ha) | | |
|-----------|--------------------------|----------|--------|
| | SORGO | MAIZ | TRIGO |
| 1985-86 | 53 411 | 6 981 | 57 227 |
| 1986-87 | 61 919 | 7 696 | 49 686 |
| 1987-88 | 73 889 | 9 488 | 17 027 |
| 1988-89 | 33 485 | 3 209 | 66 896 |
| 1989-90 | 65 611 | 8 354 | 16 376 |
| 1990-91 | 29 543 | 7 622 | 52 344 |
| 1991-92 | 10 800(*) | 4 955(*) | 12 924 |

Fuente: SARH. Gerencia de Operación DR 11 Alto Lerma.
 (*). No incluye segundos cultivos.

El incremento en la producción de sorgo fue aparejada con el desarrollo de la porcicultura en la zona del Bajío; de hecho su producción apareció en las estadísticas hasta fines de la década de los cincuentas. (13)

El sorgo desplazó la producción de maíz debido a sus altos rendimientos (7-8ton/ha , a su fácil mecanización, mejor precio en el mercado y su mayor resistencia a la salinidad, humedad y sequía excesivas; características que conserva incluso en condiciones de temporal. Adicionalmente, existe una alta demanda de este cereal por parte de las agroindustrias productoras de alimentos balanceados como Purina, Bachoco, Anderson Clayton y Albamex, establecidas en el corredor industrial Celaya-Irapuato-León, las cuales absorben la mayor parte de la producción.

Sí bien el sorgo puede producirse ventajosamente en condiciones de temporal, en la actualidad es esencialmente un cultivo de riego. En Valle de Santiago en el ciclo primavera -verano 1991, el 74% de su producción se obtuvo de áreas de riego, con una productividad promedio de 8.4 ton/ha. En tierras de temporal se sembró el 40% de la superficie cultivada pero se obtuvo solo el 26% de la producción, con rendimientos promedio de 4.4 ton/ha. (Cuadro 23)

Cuadro No. 23 SUPERFICIE CULTIVADA Y PRODUCCION DE SORGO EN VALLE DE SANTIAGO. CICLO PRIMAVERA-VERANO 1991

| CONCEPTO | RIEGO | TEMPORAL |
|---------------------|--------|----------|
| Sup. Sembrada(ha) | 12 566 | 7 582 |
| Sup. Cosechada(ha) | 11 284 | 7 575 |
| Producción (Ton) | 94 785 | 33 330 |
| Rendimiento(Ton/ha) | 8.4 | 4.4 |

Fuente: SARH. CADER No.04 Valle de Santiago (1992)

El trigo es el segundo cultivo más importante de las áreas de riego, incluso en algunos años su producción ha sido superior a la de sorgo. (Cuadro No. 22).

El cultivo de este cereal es gran tradición en la zona, ya que se empezó a cultivar desde la época colonial, al reunirse en la región condiciones adecuadas para su desarrollo.

En la actualidad el trigo se produce únicamente en las tierras de riego como cultivo de invierno. En el ciclo otoño-invierno 91-92, este cereal ocupó el 66% de la superficie cultivada y el valor de su cosecha representó el 49% de la producción total. (Cuadro 24)

La producción de trigo en la región influyó en la creación de la agroindustria triguera, destacando la industria harinera, de pan de caja, de pastas y galletas, todas ubicadas en el corredor industrial del Bajío, fuera de la zona de estudio. (1)

Cuadro No.24 SUPERFICIE CULTIVADA Y VALOR DE LA PRODUCCION EN EL MUNICIPIO DE VALLE DE SANTIAGO.CICLO OTOÑO-INVIERNO 1991-1992.

| CULTIVO | SUPERFICIE CULTIVADA (HA) | VALOR DE LA PRODUCCION (MILLONES DE PESOS) |
|--------------|---------------------------|--|
| TRIGO | 12 924 | 32 523.5 |
| HORTALIZAS | 2 053 | 16 717.6 |
| MAIZ | 14 | 63 |
| CEBADA/AVENA | 4 627 | 17 068 |

Fuente: SARH. CADER No. 04. Valle de Santiago.

El cultivo de hortalizas se realiza exclusivamente en tierras con riego, los ciclos primavera-verano y otoño-invierno. La importancia que tiene la producción de hortalizas en el municipio no estriba en la superficie cultivada, ya que en el ciclo otoño-invierno de 91-92, apenas representó el 10% de la superficie de la unidad de riego Valle, sino en el valor de la producción que para el mismo ciclo significó el 25% del valor total.

Las empresas empacadoras y comercializadoras de hortalizas como Campbell's, Gigante Verde y Anderson Clayton, absorben la producción local de brócoli, pepinillo, espárrago y calabacita, principales hortalizas de exportación hacia Estados Unidos.

Mediante contratos con los productores, estas empresas controlan todo el proceso productivo, desde la preparación del terreno, hasta la cosecha y comercialización. En el ciclo, 91-92, se sembraron en el municipio un total de 2438 ha de brócoli y pepino de exportación, superficie que representa el 69% del área dedicada a hortalizas.

Las hortalizas como zanahoria, tomate, jitomate, chile, col y coliflor, son consumidas principalmente en el mercado nacional. Su comercialización la llevan a cabo directamente los productores e intermediarios a nivel local y en las ciudades del Bajío, Puebla, Guadalajara y México.

El maíz se siembra fundamentalmente en el ciclo primavera verano como segundo cultivo. Si bien la producción de maíz fue desplazada por el sorgo, por la superficie sembrada actualmente es el tercer cultivo más importante a nivel del Distrito de Riego en el que se siembra anualmente un promedio de 7 200 ha, 7 veces menos que de sorgo.

En el área de riego se usan habitualmente semillas mejoradas y se aplican nuevos paquetes tecnológicos, por lo que se obtienen rendimientos habituales de 4.5 Ton/ha, extraordinarios de 7 a 8 Ton/ha y a nivel experimental hasta 12 ton/ha; en contraste, en condiciones de temporal la productividad media es de 1.4 ton/ha.

En los últimos 3 años se incrementó el área dedicada a este cultivo, como resultado de los apoyos del gobierno para lograr la autosuficiencia en este grano, tales como los denominados créditos a la palabra, el programa de estímulos regionales que benefician a los productores que utilizan nuevos paquetes tecnológicos y sobre todo las mejoras registradas en los precios de garantía. A esto debe sumarse el incremento de la demanda de este cereal por la planta de MASECA, instalada recientemente en la zona de Irapuato, que tiene capacidad para procesar una parte considerable de la producción de maíz del Bajío.

En el ciclo primavera-verano de 1991 se sembraron en el municipio 16 534 ha con maíz de las que 3 404 ha eran de riego y 13 130 ha de temporal; si bien sólo una de cada cinco contó con riego, de ellas se obtuvo el 44% de la producción total. (Cuadro No.25)

En forma similar al resto del Distrito, en el municipio se ha recuperado rápidamente la superficie cultivada con maíz, pasando de 1 132 ha en 1990 a 4,955 en 1992.

Cuadro No.25 SUPERFICIE SEMBRADA Y PRODUCCION DE MAIZ EN VALLE DE SANTIAGO. CICLO PRIMAVERA-VERANO.

| CONCEPTO | RIEGO | TEMPORAL | TOTAL |
|----------------------|--------|----------|--------|
| Sup sembrada (ha) | 3 404 | 13 130 | 16 534 |
| Sup.Cosechada (ha) | 2 873 | 13 038 | 15 911 |
| Producción (ton) | 14 781 | 18 929 | 33 710 |
| Rendimiento (ton/ha) | 5.1 | 1.4 | ---- |

Fuente: SARH (1992)

En resumen, los principales cultivos del período primavera-verano son sorgo, maíz y hortalizas, y en el ciclo otoño-invierno, trigo, cebada y hortalizas; los cultivos perennes más comunes son alfalfa, espárrago y hortalizas. En el siguiente cuadro se presenta la relación de cultivos y superficie sembrada en Valle de Santiago en el año agrícola 1991-1992.

Cuadro No. 26 CULTIVOS SEMBRADOS EN LOS CICLOS P/V.

O/I DE 1991-1992

| C U L T I V O | SUPERFICIE SEMBRADA | | TOTAL |
|---------------|---------------------|--------|--------|
| | P - V | O - I | |
| AJO | --- | 72 | 72 |
| AVENA | 1 | --- | 1 |
| BROCOLI | 660 | 1 137 | 1 797 |
| CALABACITA | 1 | 1 | 2 |
| CEBADA | --- | 4 623 | 4 623 |
| CEBOLLA | 7 | 216 | 223 |
| COL | 4 | --- | 4 |
| CHICHARO | 35 | 12 | 47 |
| CHILE | 4 | --- | 4 |
| COLIFLOR | 80 | 26 | 106 |
| EJOTE | 8 | --- | 8 |
| FRIJOL | 41 | 29 | 70 |
| GARBANZO | --- | 447 | 447 |
| HABA | --- | 4 | 4 |
| JITOMATE | 52 | 9 | 61 |
| LECHUGA | --- | 10 | 10 |
| MAIZ | 4 955 | 14 | 4 969 |
| PAPA | --- | --- | --- |
| PEPINO | 594 | 47 | 641 |
| SANDIA | 17 | 4 | 21 |
| SORGO | 10 800 | --- | 10 800 |
| TOMATE | 3 | 30 | 33 |
| TRIGO | --- | 12 924 | 12 924 |
| ZANAHORIA | 7 | 9 | 16 |
| ZEMPOAXOCHITL | 14 | --- | 14 |
| T O T A L | 17 283 | 19 618 | 36 901 |

FUENTE: SARH (1992)

TECNIFICACION.

La agricultura de riego de la zona de estudio y en general del Distrito de Riego, es de tipo comercial orientada principalmente al mercado nacional y para exportación. Su alta productividad es resultado del empleo de sistemas de cultivo perfeccionados, en suelos de alta calidad y fuentes de humedad seguras.

En el 100% de la superficie de riego se utilizan semillas mejoradas; las labores son mecanizadas, particularmente en el cultivo de cereales (82) y se usan fertilizantes en gran escala. Los de uso más extendido son amoníaco, urea, sulfato de amonio y superfosfato de calcio simple y triple.

Se emplean gran variedad de agrológicos, sin embargo, se desconoce la cantidad utilizada anualmente a nivel regional, la cual es considerable, pues sólo en las hortalizas con ciclo de crecimiento de 3 meses, se aplican de 8 a 10 fumigaciones por ciclo a base de piretroides y organofosforados como Tamarón, Asodin y Javelin. Los herbicidas y plaguicidas de uso común autorizados por la SARH, se relacionan en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 27 AGROTOXICOS MAS UTILIZADOS

| HERBICIDAS | PLAGUICIDAS |
|-------------------|-------------|
| PRIMAVERA- VERANO | |
| Prima Gram | Hiloxsam 2S |
| Esteron 47 | Hierbamina |
| Hierbester | Hierbester |
| Hierbamina | |
| Gesa Prim-50 | |
| OTOÑO- INVIERNO | |
| Lorsban 840 E | Furadan |
| Rotor 40 | Til |
| E 605 | Folicard |
| Malation | Derosal |
| Paration metálico | |
| Polidol 2% | |

Fuente: SARH, CADER 04, 1992.

ORGANIZACION.

Los usuarios del Distrito de Riego están organizados en asociaciones de productores que acuerdan los aspectos más importantes para el desarrollo de la agricultura, como la distribución del agua, la superficie de siembra de cada cultivo y la asignación de sus representantes en el Comité Directivo del Distrito. En 1992 se transfirió a estas asociaciones, la operación del

Distrito de Riego, por lo que los usuarios integrarán los programas y serán responsables de la operación y mantenimiento de la infraestructura hidroagícola. La SARH a través de la Comisión Nacional del Agua sólo realizará funciones normativas y de supervisión.

En las URDERALES, la organización más representativa es la denominada "Unión 16 de Abril", integrada por agricultores de Charco de Pantoja, Charco de Parangueo, Cerro Colorado, San Vicente y San Cristóbal. Forman esta unión 4 ejidos y 335 pequeños propietarios, los que poseen en conjunto 1 758 ha de riego y 876 ha de temporal. A través de esta unión, los productores gestionan créditos y la adquisición de fertilizantes y agroquímicos.

3.2.1.2 AGRICULTURA DE TEMPORAL.

Este tipo de agricultura se realiza prácticamente en toda la zona de estudio. En áreas con infraestructura de riego que eventualmente no reciben el servicio por falta de agua y en gran variedad de condiciones ambientales, pendientes y profundidad de suelos.

En la actualidad prácticamente toda la tierra susceptible de cultivar ya ha sido incorporada a la agricultura, e incluso se practica en tierras marginales no adecuadas, ubicadas principalmente en la zona serrana, donde los suelos son someros, la pedregosidad impide el uso de maquinaria y la precipitación anual es entre 600 y 700 mm anuales, con alta variabilidad que afecta seriamente los cultivos al grado que la falta de humedad es la causa más frecuente de siniestros agrícolas.

No obstante que ya no hay tierras para agricultura, se estima que entre 1970 y 1990 se desmontaron ilegalmente 1615 ha, por lo cual la vegetación natural en la actualidad se reduce a pequeñas áreas dispersas localizadas principalmente en las partes inaccesibles de los cerros o donde la alta pedregosidad impide la producción de cultivos. Así, las nuevas parcelas se establecen en zonas inadecuadas para el cultivo, en áreas con mayores riesgos de siniestros y de erosión del suelo.

La apertura de nuevas tierras a la agricultura no se debe al aumento de la población rural, sino a la necesidad de compensar la baja productividad de la tierra en condiciones de pobreza y ausencia de apoyos efectivos a los productores. Para adaptarse a estas limitaciones los campesinos tienen más de una parcela, que cultivan en forma rotativa, una a la vez y dejan las otras en descanso (barbecho), dos o tres años para que recuperen su fertilidad.

Esta forma de uso extensivo de la tierra, con altos costos ambientales en términos de erosión del suelo y destrucción de la vegetación y fauna, debe revalorarse si se considera que es altamente eficiente en las condiciones de marginación en que se lleva a cabo, por lo que debe apoyarse para hacerla menos agresiva al medio y más productiva para los campesinos.

A diferencia de la agricultura de riego, los cultivos en las áreas de temporal no son variados, sembrándose casi exclusivamente sorgo, maíz, frijol y excepcionalmente garbanzo y girasol en pequeña escala.

La superficie cultivada varía considerablemente cada año pues depende de la oportunidad con que se presentan las lluvias y del conocimiento empírico de los productores. En el período 1980-1992 se sembraron anualmente en promedio 25 473 ha. La mayor superficie, 34 735 ha, se cultivó en 1980 de lo cual el 47 % fue sorgo; la menor se registró en 1985, año en que se sembraron sólo 18 808 ha, de las que el 55% correspondió a maíz.

Al igual que en la agricultura de riego, el cultivo de sorgo en temporal desplazó durante varios años al maíz, si bien a partir de 1985, éste volvió a ser el principal cultivo, sembrándose progresivamente menos sorgo, hasta un mínimo de 2 937 ha en 1992.

La reducción del cultivo de sorgo fue muy drástica, pues mientras en 1980 por cada 10 hectáreas sembradas con este cereal habían 8.5 de maíz, en 1992 eran casi 45 ha, situación favorecida por la mejora en los precios del maíz, dificultad para transportar y comercializar el sorgo, cuya cosecha coincide con la de riego y en los últimos años, por el aumento de la demanda de maíz al

establecerse una planta de MASECA en Irapuato, la que se dice tiene capacidad para procesar toda la producción del Bajío. La evolución de la superficie cultivada se plasma en el cuadro que aparece a continuación.

Cuadro No. 28 SUPERFICIE CULTIVADA EN TEMPORAL 1980-1992.

| AÑO | SUPERFICIE (Ha) | | | | |
|------|-------------------|--------|--------|-------|--------|
| | MAIZ* | FRIJOL | SORGO | OTROS | TOTAL |
| 1980 | 14 106 | 4 129 | 16 442 | 58 | 34 735 |
| 1981 | 10 071 | 4 256 | 12 688 | -- | 27 015 |
| 1982 | 10 528 | 3 727 | 10 613 | 16 | 24 884 |
| 1983 | 10 864 | 3 817 | 11 371 | -- | 26 052 |
| 1984 | 10 130 | 3 527 | 10 871 | -- | 24 528 |
| 1985 | 10 439 | 3 330 | 5 039 | -- | 18 808 |
| 1986 | 10 746 | 3 131 | 9 664 | -- | 23 541 |
| 1987 | 16 171 | 4 346 | 8 685 | 1 425 | 30 627 |
| 1988 | 13 667 | 3 373 | 8 151 | 111 | 25 302 |
| 1989 | 13 954 | 4 290 | 7 212 | 19 | 25 475 |
| 1990 | 13 456 | 3 723 | 6 886 | 40 | 24 105 |
| 1991 | 13 130 | 4 194 | 7 582 | 48 | 24 954 |
| 1992 | 13 095 | 5 090 | 2 937 | -- | 21 122 |

* Incluye maíz sembrado con frijol.

Fuente: SARH. DDR 05 Cortazar, 1992.

En la zona se tiene en promedio una producción de 11 375 toneladas de maíz y 18 619 toneladas de sorgo, cereal cuya importancia ha disminuido progresivamente, al grado que en 1991 por primera vez su producción fue menor a la de maíz. (cuadro No.29)

En comparación con las tierras de riego, en las zonas de temporal se siembra casi 4 veces más maíz sin embargo, su baja productividad - menos de una tonelada por hectárea-, lo convierte en un cultivo de autoconsumo. En los últimos años su rendimiento se elevó más de 50% como resultado de condiciones meteorológicas excepcionales.

Cuadro No.29 PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE TEMPORAL EN VALLE DE SANTIAGO. 1980-1991.

| AÑO | PRODUCCION (TON) | | | |
|------|------------------|--------|--------|-------|
| | MAIZ | FRIJOL | SORGO | OTROS |
| 1980 | 4 750 | 9 48 | 19 914 | 467 |
| 1981 | 8 157 | 1 994 | 16 628 | --- |
| 1982 | 593 | ---- | 1 697 | --- |
| 1983 | 16 113 | 1 630 | 30 509 | --- |
| 1984 | 6 848 | 724 | 16 551 | --- |
| 1985 | 8 830 | 1 178 | 10 078 | --- |
| 1986 | 10 812 | 1 634 | 24 268 | --- |
| 1987 | 9 325 | 548 | 16 478 | 230 |
| 1988 | 10 135 | 819 | 18 083 | --- |
| 1989 | 13 453 | 2 148 | 19 961 | 17 |
| 1990 | 28 435 | 2 799 | 34 116 | 179 |
| 1991 | 19 047 | 985 | 15 150 | 46 |

Fuente: SARH (1992).

En el cuadro No. 30 se presenta el comportamiento de los rendimientos de los principales cultivos en los últimos 10 años.

Cuadro No. 30 RENDIMIENTOS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS.

| AÑO | RENDIMIENTOS (Kg/.Ha) | | | |
|------|-----------------------|---------|-----------|-------|
| | MAIZ | MAIZ(*) | FRIJOL(*) | SORGO |
| 1980 | 585 | 300 | 170 | 1 814 |
| 1981 | 772 | 725 | 250 | 1 721 |
| 1982 | 522 | 187 | --- | 798 |
| 1983 | 1 488 | 957 | 174 | 2 702 |
| 1984 | 717 | 533 | 103 | 1 742 |
| 1985 | 734 | 716 | 163 | 2 000 |
| 1986 | 750 | 890 | 220 | 2 720 |
| 1987 | 826 | 1 044 | 199 | 2 100 |
| 1988 | 894 | 587 | 118 | 2 415 |
| 1989 | 900 | 1 000 | 500 | 2 700 |
| 1990 | 1 800 | 1 500 | 300 | 4 900 |
| 1991 | 1 500 | 1 400 | 240 | 2 000 |

Fuente: SARH (1992)

(*) Maíz asociado con frijol.

En comparación con las áreas de riego, los rendimientos en temporal son casi 5 veces más bajos en el caso del maíz y 4 en el del sorgo, situación que condena a los productores temporales a vivir en condiciones de extrema pobreza al tener pocos excedentes agrícolas, a degradar el suelo y vegetación al cultivar en tierras marginales y a incrementar las corrientes migratorias hacia las áreas urbanas.

TECNIFICACION.

A diferencia de la agricultura de riego, en condiciones de temporal casi el 50% del maíz se siembra asociado con frijol, sistema tradicional que ante la falta de abonos y fertilizantes comerciales tiene gran importancia en la incorporación de nitrógeno al suelo.

El uso de agroquímicos es bajo por lo que las plagas y enfermedades reducen considerablemente la producción. Las plagas más comunes son el gusano cogollero, chinchilla, pulgón, gusano soldado, gallina ciega, picudo y araña roja.

El nivel de tecnificación y mecanización es bajo. La mayor parte de los productores emplean tracción animal en el barbecho, rastreo y nivelación.

El uso de maquinaria es limitado por los altos costos de adquisición y mantenimiento del equipo, la baja productividad de las unidades de producción, los raquíticos ingresos de los productores, la pendiente y alta pedregosidad de gran parte de los suelos y las pequeñas dimensiones de las parcelas. Cuando es posible se opta por maquilar el barbecho con otros productores que cuentan con equipo.

Es común el uso de semillas criollas que el propio campesino selecciona de la cosecha anterior. Las semillas mejoradas sí bien son aceptadas por los productores, tienen altos costos y existen deficiencias en su distribución y comercialización, lo cual ha impedido su uso en mayor escala.

La asistencia técnica a estos productores es prácticamente nula. El personal

de campo de la SARH es insuficiente y no cuenta con los medios de transporte, ni materiales para asistir al productor, dedicándose en los últimos años prácticamente sólo a recopilar informes de producción.

A esta situación, debe agregarse que numerosos técnicos que desempeñan la función de extensionistas, han sido habilitados en ese puesto sin contar con la formación académica ni experiencia necesarias. (121)

En general no se usan técnicas de conservación de suelo y agua, aunque es común la construcción de cercas de piedra perimetrales en los predios, los cuales reducen la velocidad del agua y en consecuencia su efecto erosivo.

SINIESTROS.

Además de las limitantes de orden tecnológico y asociadas al suelo, la agricultura de temporal enfrenta otras relacionadas con el clima, particularmente las sequías.

En los últimos años por esta causa se perdió anualmente el 20% de la superficie sembrada con maíz y el 18% de sorgo, pérdidas anuales estimadas en 1 758 millones de pesos para el maíz y 2 941 millones para el sorgo.

Las estadísticas agrícolas reflejan el impacto en la agricultura de la variabilidad de las lluvias. Cuando éstas son normales, como en el período 1989-1990, los siniestros son poco significativos, en caso contrario las pérdidas son enormes, como en 1992 en que el retraso e insuficientes precipitaciones ocasionaron el siniestro total del 93% de la superficie sembrada con frijol asociado con maíz, el 32% de maíz y el 18% de maíz cultivado junto con frijol, así como el siniestro parcial del 30% del maíz y el 27% del sorgo.

En los cuadros siguientes se presentan las pérdidas de estos cultivos en el período 1980-1992.

CUADRO No. 31 SUPERFICIE SEMBRADA, SINIESTRADA Y COSECHADA CON MAIZ EN TIERRAS DE TEMPORAL. 1980-1992.

| A Ñ O | S U P E R F I C I E (H A) | | |
|-------|-----------------------------|-----------------|-----------|
| | SEMBRADA(*) | SINIESTRO TOTAL | COSECHADA |
| 1980 | 7 913 | 2 664 | 5 249 |
| 1981 | 3 687 | 597 | 3 090 |
| 1982 | 4 945 | 4 313 | 632 |
| 1983 | 5 147 | 299 | 4 848 |
| 1984 | 4 846 | 506 | 4 340 |
| 1985 | 5 448 | 460 | 4 988 |
| 1986 | 6 049 | 412 | 5 637 |
| 1987 | 9 780 | 3 702 | 6 078 |
| 1988 | 8 607 | 1 824 | 6 783 |
| 1989 | 7 528 | 0 | 7 528 |
| 1990 | 7 908 | 0 | 7 908 |
| 1991 | 6 841 | 83 | 6 758 |
| 1992 | 5 459 | 1 763 | 3 696 |

(*) No incluye maiz sembrado con frijol.
Fuente: SARH, DDR 05 Cortazar, 1992.

CUADRO No. 32 SUPERFICIE SEMBRADA, SINIESTRADA Y COSECHADA CON SORGO EN TIERRAS DE TEMPORAL 1980-1992.

| A Ñ O | S U P E R F I C I E (H A) | | |
|-------|-----------------------------|-----------------|-----------|
| | SEMBRADA(*) | SINIESTRO TOTAL | COSECHADA |
| 1980 | 16 442 | 5 466 | 10 976 |
| 1981 | 12 688 | 3 028 | 9 660 |
| 1982 | 10 613 | 8 486 | 2 127 |
| 1983 | 11 371 | 81 | 11 290 |
| 1984 | 10 871 | 1 370 | 9 501 |
| 1985 | 5 039 | 0 | 5 039 |
| 1986 | 9 664 | 751 | 8 913 |
| 1987 | 8 685 | 838 | 7 847 |
| 1988 | 8 151 | 664 | 7 487 |
| 1989 | 7 212 | 0 | 7 212 |
| 1990 | 6 886 | 0 | 6 886 |
| 1991 | 7 582 | 7 | 7 575 |
| 1992 | 2 937 | 83 | 2 854 |

Fuente: SARH, DDR 05 Cortazar, 1992.

Cuadro No. 33 SUPERFICIE SINIESTRADA EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS (HA). CICLO PRIMAVERA-VERANO 1992. A. DE TEMPORAL

| C U L T I V O | SUP. SEMBRADA | S I N I E S T R O | |
|---------------|---------------|-------------------|---------|
| | | TOTAL | PARCIAL |
| frijol c/maiz | 5 090 | 4 762 | ----- |
| maiz | 5 459 | 1 763 | 1 478 |
| maiz c/frijol | 7 636 | 1 405 | 2 492 |
| sorgo | 2 937 | 83 | 784 |

Fuente: SARH, CADER 04 Valle de Santiago, 1992.

Aunque las áreas de riego están menos expuestas a siniestros por falta de humedad, no están exentas de otros factores de orden meteorológico. En el ciclo primavera-verano 1992, el área cultivada en URDERALES perdió el 2% de la superficie sembrada con maíz y menos del 1% del sorgo, identificándose como causas principales al granizo y los vientos fuertes.

3.2.2 GANADERIA.

Después de la agricultura, la ganadería es la actividad más extendida en el municipio. Se practica en la mayor parte de las comunidades, siendo fundamentalmente de tipo extensivo y complementaria a la agricultura.

Su desarrollo enfrenta serias limitantes impuestas por las condiciones naturales, de orden técnico, económico y administrativo, por lo que tienen bajos niveles de tecnificación y capitalización. Con excepción de algunas unidades de producción avícolas y porcícolas bien equipadas, las instalaciones son rústicas, poco eficientes.

En casi todas las localidades existe ganado dedicado al transporte. Se crían bovinos de leche y especies menores a baja escala. La explotación de ganado vacuno y caprino se lleva a cabo en las áreas de pastizales y matorrales de la zona serrana del oeste y sur del municipio.

De acuerdo con el Plan municipal (32), en 1970 la superficie de uso pecuario

era de 19 491 ha y de 23 373 ha en 1980, sin embargo, la superficie dedicada efectivamente a la ganadería es mucho mayor, ya que el libre pastoreo es una constante en todas las áreas que soportan matorrales, clasificadas generalmente como de uso forestal.

No obstante que existe una gran producción de cereales que puede ser la base de una importante actividad ganadera, la ubicación del municipio fuera del corredor industrial del Bajío, lo hace poco atractivo para esta actividad, por lo que se mantienen inventarios de cabezas muy bajos.

En el periodo 1970-1990, sólo en el ganado caprino hubo un aumento considerable al pasar de 2 738 a 13 755 cabezas. Este incremento, también se produjo en la avicultura, como resultado del establecimiento de granjas para la producción de huevo y pollo. (Cuadro 34)

El ganado caprino se ha desarrollado debido a su gran resistencia y adaptabilidad a las condiciones semiáridas y fuertes pendientes que existen en gran parte del municipio, no requiere manejo especial y se puede alimentar con cualquier tipo de vegetación natural, aún la de escaso valor bromatológico, características que lo hacen muy adecuado para áreas marginadas y para la población rural pobre que cría este ganado.

Cuadro No. 34 Inventario Ganadero 1970-1990.

| TIPO DE GANADO | 1 9 7 0 | 1 9 9 0 |
|----------------|---------------------|---------|
| | (NUMERO DE CABEZAS) | |
| PORCINO | 10 991 | 18 732 |
| CAPRINO | 2 738 | 16 050 |
| BOVINO | 22 571 | 13 755 |
| OVINO | 74 | 1 200 |
| EQUINO | 1 626 | 1 685 |
| AVES | 1 799 | 141 680 |
| COLMENAS(PZAS) | 448 | 715 |

Fuente: SARH, CADER No 04 Unidad Valle.
Plan de Ordenamiento Municipal.

El aumento de los hatos de caprinos si bien es positivo desde el punto de vista social, tiene importantes repercusiones ambientales negativas, ya que las valiosas características de las cabras, que les permiten prosperar en condiciones donde a otras especies no les es posible, en ausencia de un manejo adecuado se transforman en un importante factor de degradación de la vegetación natural y del suelo del municipio.

TECNIFICACION.

Debido a la escasa capitalización de los productores, el ganado en el municipio es el denominado criollo o corriente. Con excepción de la porcicultura, donde se han introducido razas mejoradas (32) y en las granjas avícolas que emplean sistemas de producción modernos, no existen esfuerzos consistentes para mejorar la calidad genética de los hatos.

El ganado vacuno se destina principalmente a la producción de carne y los equinos se emplean en las labores agrícolas como animales de tiro y para el transporte de productos y agua. La cría de ovinos es marginal y se reduce a unas cuantas localidades. La apicultura es básicamente una actividad familiar cuyo desarrollo es limitado por el uso creciente de herbicidas y plaguicidas que impactan seriamente a las colonias de abejas. (33)

La mayor parte de los productores no utiliza sistemas de manejo tecnificados que permitan mejorar la productividad. La alimentación del ganado es deficiente debido a la escasez de forraje y es crónica la falta de asistencia técnica. Estos factores favorecen el desarrollo de enfermedades cuyo control y prevención se facilitaría con el manejo adecuado del ganado.

Las principales enfermedades y parásitos que afectan al ganado del municipio son para el caso de los vacunos, fiebre carbonosa, garrapata septicemia y gusano barrenador; en porcinos el cólera, fiebre, diarreas y ectoparásitos en caprinos.

Para el control de estas enfermedades se recurre a la asesoría de veterinarios

particulares y al apoyo de las campañas contra la garrapata y el gusano barrenador.

La asistencia técnica es prácticamente inexistente. El personal de la SARH es escaso, con serias limitantes técnicas y no cuenta con medios para orientar en forma efectiva a los productores, dedicándose casi exclusivamente a la recopilación de información estadística.

PRODUCCION Y COMERCIALIZACION.

Con excepción del huevo, no se cuenta con estadísticas confiables acerca del volumen y destino de la producción pecuaria. La mayor parte del ganado se comercializa en pie en la cabecera municipal. Los productos de origen animal son para consumo local y en menor medida para el abasto de municipios cercanos como Pueblo Nuevo, Salamanca y Huanímara.

En 1992 la oficina de la SARH en el municipio reportó una producción de 400 toneladas de huevo, 29.4 de miel, 3.9 de cera y 1.7 de lana sucia. Las agroindustrias de productos pecuarios son escasas, se reducen a una planta procesadora de leche con capacidad de 4 000 litros diarios y una procesadora de carne de cerdo.

ORGANIZACION.

Ante el incipiente desarrollo de la ganadería municipal, las organizaciones de productores son poco importantes. La más representativa es la asociación ganadera con sede en la cabecera municipal, con escasa influencia en las comunidades rurales y una asociación de poricultores.

3.2.3 APROVECHAMIENTOS FORESTALES.

Las áreas con vegetación forestal ocupan en conjunto 24 048 ha, equivalentes al 29% del área municipal, sin embargo no existen aprovechamientos forestales comerciales ya que la vegetación está constituida principalmente por especies

no maderables, matorrales y comunidades arbustivas con individuos aislados de porte arbóreo, como mezquite, palo dulce, palo prieto y palo macho.

El principal producto forestal es la leña, la que para numerosas familias campesinas es la única fuente posible de combustible, costándoles únicamente el tiempo y trabajo de recolección. Se estima que la distancia recorrida para obtener la leña es entre 0.86 y 3.5 Km, y que dependiendo de la disponibilidad del recurso, la colecta absorbe de uno a tres meses de trabajo al año. (2)

De acuerdo al XI Censo de Población y Vivienda, el 28% de la población del municipio utilizaba leña como combustible principal (cuadro No.35). El mayor consumo se tiene en las comunidades rurales más pobres y apartadas, donde la sustitución de la leña por otros combustibles se dificulta por la falta de caminos adecuados y un sistema de distribución eficiente.

Cuadro No. 35 USO DE LEÑA EN EL MUNICIPIO

| AÑO | POBLACION | PORCENTAJE |
|------|-----------|------------|
| 1970 | 46 546 | 66.6 |
| 1980 | 44 958 | 46.0 |
| 1990 | 35 735 | 28.2 |

Fuente: IX, X y XI Censos Generales de Población y Vivienda.

En 1970 más del 66% de la población consumía leña, combustible que fue sustituido por gas y petróleo como resultado del rápido proceso de urbanización y concentración de la población en la cabecera municipal.

A nivel local la leña no se comercializa ampliamente, pues se prefiere la recolección para autoconsumo. En 1988 se estimó que el 70% de la energía consumida por la población rural provenía de este recurso energético.

Con base en estimaciones de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (107), se estima que entre el 79 y 100% de las familias rurales emplea leña para cubrir parcialmente sus requerimientos de energía y el

consumo medio familia fluctúa entre 210 y 400 Kg mensuales, cantidad que varía de acuerdo al nivel de ingreso, a la accesibilidad a otros tipos de combustibles y a la disponibilidad de leña.

Las especies más utilizadas, por ser las más abundantes son, mezquite, jarilla, huizache, agaves y chamizo.

Tomando en cuenta sólo el consumo de leña de la población rural del municipio calculada en $0.85 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$, se estimó que en 1990 se aprovecharon $64,037 \text{ m}^3$ de leña, volumen equivalente al de una plantación de 923 ha con existencias medias de $70 \text{ m}^3/\text{ha}$.

No obstante la alta demanda de leña del municipio, la política forestal del gobierno no considera las necesidades de este combustible por parte de la población rural y en consecuencia no se promueven plantaciones dendroenergéticas, las cuales pueden contribuir a reducir la perturbación de las áreas forestales debido a la extracción de leña.

Cuadro No. 36 CONSUMO APARENTE DE LEÑA

| AÑO | POBLACION RURAL | CONSUMO DE LEÑA (*) (M3) |
|------|-----------------|------------------------------|
| 1970 | 53,339 | 45,338 |
| 1980 | 63,088 | 53,624 |
| 1990 | 76,014 | 64,612 |

(*) El cálculo se realizó considerando un consumo per cápita anual de 0.85 m^3 .

El desarrollo agropecuario del municipio ha descansado en el uso intensivo de sus abundantes recursos naturales, en particular el suelo, el agua y la vegetación forestal; sin embargo, los sistemas de aprovechamiento utilizados hasta hoy no podrán aplicarse indefinidamente, sin dañar en forma irreversible los sistemas productivos y a los recursos.

Lo anterior se debe, por un lado a que las dependencias encargadas de regular el uso de los recursos naturales no han aplicado o hecho respetar las disposiciones jurídicas que aseguren su uso sostenido a largo plazo y por otro, a la falta de programas de desarrollo rural que integren la producción y la conservación, que no privilegien a las áreas de alta productividad y apoyen efectivamente a las zonas marginadas.

Los impactos negativos de los sistemas de aprovechamiento son variados y de distinto alcance. Los más evidentes son la reducción de la cantidad de agua disponible y de su calidad; la erosión acelerada del suelo; la eliminación de la cubierta vegetal y el exterminio de la fauna silvestre.

4.1 AGUA.

En el caso de este recurso, los impactos de su aprovechamiento no se circunscriben al municipio, sino que contribuyen a agravar la situación crítica de toda la cuenca del Lerma, cuyo estado actual es resultado del desorden prevaleciente en el uso del agua en las cinco entidades que la comparten, por lo cual está catalogada como la de uso más intensivo del país y prioritaria en cuanto a la regulación del uso del suelo y control de la contaminación.

Los principales problemas identificados son:

- A nivel de la cuenca la demanda de agua supera los volúmenes disponibles,

estimándose un déficit de 270 millones de metros cúbicos anuales. (97)

- El desequilibrio hidrológico pone en riesgo el desarrollo industrial y agropecuario logrado y ocasiona conflictos recurrentes entre los usuarios y entidades federativas por el uso del agua. El desequilibrio se agrava por el intenso clandestinaje en el alumbramiento de aguas subterráneas y por el incumplimiento de las políticas de aprovechamiento señaladas por la Comisión Nacional del Agua.

-Al contaminar el agua los polos de desarrollo urbano, agrícola e industrial reducen su disponibilidad.

-Existen graves problemas en la conservación y operación de la infraestructura hidráulica, la que presenta deterioro generalizado.

-A nivel de todos los Distritos de Riego se estima que el 72% de las redes de conducción están deterioradas, presentando fugas y filtraciones y su sección hidráulica está invadida de malezas y azolves que dificultan el avance del agua. El 79% de las tomas de granja tienen filtraciones, se carece de sistemas efectivos de medición a nivel de parcela y es deficiente la distribución del agua. (97)

-Pese a que en 1991 en el Distrito Alto Lerma se destinaron al mantenimiento de la infraestructura 3 870 millones de pesos, equivalentes al 43% de su presupuesto, éste es insuficiente por lo cual el Distrito de Riego tiene problemas de conservación; adicionalmente, los productores no se corresponsabilizan del mantenimiento.

-Debido a la sobreexplotación del agua en la cuenca y a la alta evaporación, el río Lerma aporta bajos volúmenes al lago de Chapala, el cual enfrenta procesos de desecación y degradación de la calidad del agua. En 1991 se reportó el almacenamiento más bajo desde junio de 1955, pese a que la precipitación de la cuenca fue 10% superior a la media histórica (84). Con la degradación de éste embalse natural se afecta el abastecimiento de agua

potable de la ciudad de Guadalajara, Jal.

-El uso intensivo de agroquímicos y el desalojo de aguas residuales sin tratamiento previo, provoca la contaminación de fuentes de agua a niveles aún no cuantificados y se desconoce el efecto que pueda tener a largo plazo.

-En la laguna de Yuriria, el manejo inadecuado y contaminación del agua en su cuenca favorece la proliferación de malezas acuáticas, principalmente de lirio y tule, las que afectan las tres cuartas partes del espejo de agua. (92)

-A nivel de la cuenca la capacidad de regar con aguas superficiales se ha reducido hasta llegar actualmente a un 60% de su potencial. (97)

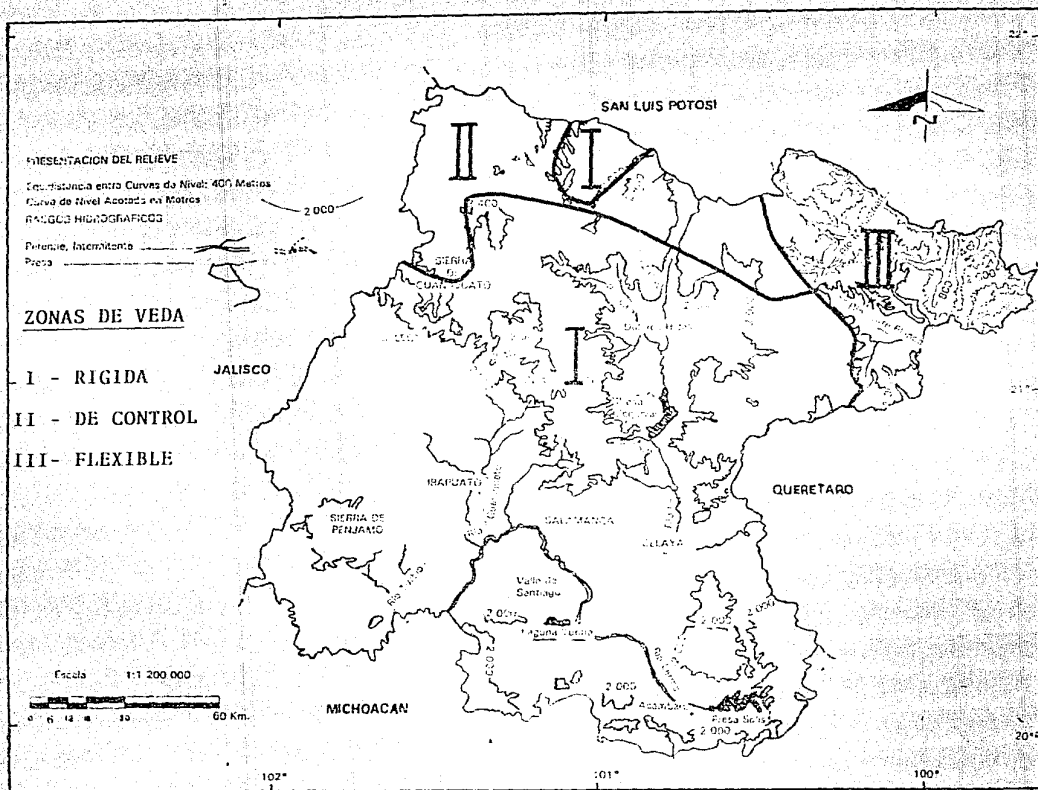
-En 1957 se estableció en la zona una veda para el alumbramiento de aguas subterráneas, ya que los aprovechamientos de agua del subsuelo aumentaban en forma anárquica. De hecho la problemática asociada con el uso de agua subterránea es tan grave en la entidad que en la actualidad prácticamente todo el Estado de Guanajuato se encuentra en veda.

Las restricciones al alumbramiento de agua subterránea dependen de las reservas disponibles, de las proyecciones de la demanda y del nivel de sobreexplotación de los acuíferos principalmente.

Las áreas con veda rígida, donde esta prohibida la apertura de nuevos pozos con fines diferentes al abastecimiento municipal, abarcan casi el total del Estado, con excepción del extremo norte y la región de la Sierra Gorda donde los aprovechamientos aunque restringidos, pueden realizarse siempre y cuando no se sobreexploten los acuíferos (fig.13).

-La veda sólo retrasó la agudización del problema asociado con la extracción de agua y no fue suficiente para regular los aprovechamientos.

-En la década de los 70's y 80's se incrementó la demanda de agua, la extracción superó a la recarga y se agudizó el desequilibrio hidrológico.



-El desequilibrio hidrológico provoca el abatimiento de los niveles del agua subterránea. En Valle de Santiago se tiene un abatimiento anual medio de 1 m, sin embargo en algunas zonas del estado es hasta de 4 m por año (fig.14).

-La mayor parte del agua subterránea del Lerma se obtiene de acuíferos sobre explotados. En el área de riego de la presa Solís, donde se ubica la zona de estudio, se tiene un déficit de $117 \text{ Mm}^3/\text{año}$. (cuadro 37)

-La extracción desproporcionada provoca el agotamiento gradual de los acuíferos, cambios en la estructura del suelo, afecta la eficiencia de los equipos de bombeo, aumenta los gastos de operación e incluso llega a ocasionar la inactividad de pozos (97). En el cuadro 38 se ilustra la evolución del nivel freático de pozos en la zona de estudio.

-Pese a que en las últimas décadas se incrementó la explotación de aguas subterráneas, la información disponible es escasa; se desconoce la cantidad de pozos en operación y se carece de estudios geohidrológicos detallados.

-En los últimos años en la zona del lago cráter La Alberca el nivel freático se abatió en 8.8 m (121), como consecuencia los axialapascos que caracterizan al municipio se están secando.

-La desaparición de los lagos cráter privará al municipio de uno de los elementos más representativos de su patrimonio natural.

-Se alteró el régimen de escurrimiento superficial y aumentó el carácter torrencial de los arroyos, los cuales provocan inundaciones en las áreas bajas. Los arroyos Camébaro y Del Hospital inundan la cabecera municipal y obstruyen el drenaje debido a que arrastran suelos y basura de las partes altas de la ciudad. El arroyo Piedras azules inunda áreas agrícolas y el poblado de San Nicolás Paranguero.

-La ciudad carece de un sistema eficiente de drenaje y no hay un adecuado manejo de las aguas negras, favoreciendo la transmisión de enfermedades

SOBREEXPLOTACION DE ACUIFEROS EN GUANAJUATO
DEFICIT EN Mm3

| ZONA | POZOS | RECARGA | EXTRACCION | DEFICIT |
|---|-------|---------|------------|---------|
| JARAL DE BERRIOS | 404 | 50 | 122 | 72 |
| SAN LUIS DE LA PAZ- SAN J. TURBIDE | 900 | 100 | 200 | 100 |
| DOLORES HIDALGO- SAN MIGUEL DE ALLENDE | 528 | 122 | 211 | 89 |
| VALLE DE CELAYA | 2161 | 440 | 550 | 110 |
| VALLE DE LOS APASEOS | 115 | 23 | 29 | 6 |
| VALLE DE LA CUEVITA | 172 | 38 | 47 | 9 |
| Z. DE RIEGO PRESA SOLIS | 2254 | 500 | 617 | 117 |
| CIENEGA PRIETA - MOROLEON | 278 | 58 | 79 | 21 |
| VALLE DE PENJAMO | 1605 | 197 | 333 | 136 |
| VALLE DEL RIO TURBIO | 415 | 60 | 86 | 26 |
| VALLE DE LEON | 905 | 96 | 204 | 108 |
| VALLE DE SILAO | 1409 | 202 | 258 | 56 |
| TOTAL | 11146 | 1886 | 2736 | 850 |

Fuente: SARH - CNA GUANAJUATO, 1991

Cuadro No. 38

**ABATIMIENTO DEL NIVEL DE AGUAS SUBTERRANEAS
UNIDAD VALLE DE SANTIAGO**

| POZO | PROFUNDIDAD | | GASTO (LPS) | | ABATIMIENTO ANUAL (m) |
|-------------------|-------------|--------|-------------|--------|-----------------------|
| | ORIGINAL | ACTUAL | ORIGINAL | ACTUAL | |
| EJ. LOS LOBOS | 31 | 31,5 | S/D | 52 | 0,01 |
| EJ. VALLE | 14,8 | 28,5 | 77 | 47 | 1,37 |
| RANCHO VALLE | 4,54 | 16,8 | 70 | 40 | 1,23 |
| RANCHO SECO | 23 | 23,1 | 35 | 36 | 0,001 |
| RIO SECO | 7,5 | 25 | S/D | 39 | 1,7 |
| LAS LIEBRES | 5,8 | 19,95 | 73 | 44 | 1,42 |
| SAN ISIDRO | 8,5 | 19,1 | 67 | 40 | 1,06 |
| S. JOSE DEL BRAZO | 8,5 | 17,51 | 67 | 24 | 0,9 |
| A. DE ALTAMIRA | 3,15 | 17,05 | 90 | 30 | 1,39 |
| EJ. TERAN | 6,6 | 19 | 69 | 53 | 1,24 |
| SAN ISIDRO | 4,28 | 17,4 | 72 | 55 | 1,31 |
| P. CARMELITAS | 8,15 | 20 | 63 | 31 | 1,19 |
| EJ. EL PITAYO | 6,7 | 18,95 | 63 | 66 | 1,23 |
| LA ISLA | 7,38 | 19,5 | 68 | 40 | 1,21 |
| LOS LOBOS | 9,8 | 26 | S/D | S/D | 1,62 |
| EJ. LOS LOBOS | 13,98 | 31,45 | 64 | 46 | 1,75 |
| P. SOTELO | 9,8 | 19,98 | 60 | 49 | 0,97 |
| R. SECO | 15,6 | 31,75 | 64 | 53 | 1,62 |
| EL RINCON | 12,3 | 19,75 | 65 | 50 | 0,75 |

S/D. sin datos

Fuente. Construido con datos de la CNA,
octubre de 1991

intestinales y síndromes diarreicos, las cuales son la segunda causa de consulta externa en las clínicas del sector salud de la zona (121).

-Las aguas negras de la ciudad son una importante fuente de contaminación, ya que se vierten en el canal Primer Padrón donde se mezclan con el agua utilizada para el riego de casi 3 000 ha.

4.2 SUELO

En el área de trabajo, fuera de las zonas bajo riego, la expansión de la agricultura ha significado la utilización cada vez mayor de tierras marginales, sin aplicar por razones sociales y económicas sistemas de manejo que permitan cultivarlas en forma sostenida.

Ante las amplias áreas deforestadas fue necesario estimar la magnitud y distribución de la erosión laminar, proceso que por carecer de la espectacularidad de la erosión en cárcavas, a menudo pasa desapercibido y sin embargo localmente puede ser un importante factor de degradación y pérdida de suelos, ya que afecta a la totalidad de la superficie, con excepción de las áreas forestales bien conservadas, donde además de los árboles y arbustos existe una cubierta vegetal o restos vegetales que frenan este proceso.

La mayor pérdida de suelos se tiene en las unidades Chicamito, Destiladero y Valle de Santiago, con una producción anual de sedimentos de 56.2, 50.4 y 49.6 toneladas, respectivamente (cuadro 39).

Estas unidades de evaluación ocupan el 18 % de la zona de estudio pero aportan el 39 % de la pérdida total de suelos.

En la unidad Valle se localiza la cabecera municipal y en ella se generan los escurrimientos que inundan las partes bajas de la ciudad, por lo que en esta microcuenca es urgente regular el uso del suelo, restaurar las áreas degradadas, introducir prácticas de conservación de suelo y agua en áreas con

CUADRO No. 39

ESTIMACION DE LA PERDIDA DE SUELOS
PARAMETROS UTILIZADOS Y RESULTADOS

| UNIDAD DE EVALUACION | PECRE | IALLU | IAVIE | CAERO | CATEX | CATOP | CAUSO | EROSION HIDRICA (*) | CLASE DE DEGRADACION | EROSION EOLICA (*) | CLASE DE DEGRADACION |
|----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| RINCON DE PARANGUEO | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 0,92 | 0,30 | 2,80 | 0,50 | 41,36 | MODERADA | 11,50 | SIN EROSION |
| PIEDRAS AZULES | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 1,11 | 0,22 | 2,13 | 0,62 | 35,52 | MODERADA | 10,70 | SIN EROSION |
| VALLE DE SANTIAGO | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 1,15 | 0,22 | 3,08 | 0,59 | 49,60 | ALTA | 10,10 | SIN EROSION |
| BELLAVISTA | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 2,00 | 0,10 | 0,35 | 0,47 | 3,60 | LIGERA | 3,70 | SIN EROSION |
| AROSTEGUI | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 1,90 | 0,11 | 2,29 | 0,76 | 39,70 | MODERADA | 6,54 | SIN EROSION |
| BARRANQUILLA | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 1,92 | 0,11 | 1,19 | 0,67 | 18,20 | MODERADA | 5,70 | SIN EROSION |
| CHICAMITO | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 1,71 | 0,14 | 4,46 | 0,49 | 56,20 | ALTA | 5,30 | SIN EROSION |
| LA TIJERA | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 2,00 | 0,10 | 2,57 | 0,54 | 30,10 | MODERADA | 4,20 | SIN EROSION |
| DESTILADERO | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 2,00 | 0,10 | 4,55 | 0,51 | 50,40 | ALTA | 4,00 | SIN EROSION |
| EL MANCHON | 108,87 | 107,54 | 77,42 | 2,00 | 0,10 | 1,76 | 0,52 | 19,90 | MODERADA | 4,00 | SIN EROSION |

(*) ton/ha/año.

PECRE= PERIODO DE CRECIMIENTO

IALLU= INDICE DE AGRESIVIDAD DE LA LLUVIA

IAVIE= INDICE DE AGRESIVIDAD DEL VIENTO

CAERO= FACTOR DE ERODABILIDAD DEL SUELO

CATEX= FACTOR TEXTURA DEL SUELO

CATOP= FACTOR TOPOGRAFIA

CAUSO= FACTOR USO DEL SUELO

agricultura y eliminar el carácter torrencial de los arroyos Camébaro y del Hospital.

Además de la erosión en las zonas próximas a las hoyas ya secas, se tiene el problema de tolvaneras y acumulaciones de salitre en las áreas de riego provenientes de los lechos lacustres secos.

4.3 VEGETACION Y FAUNA.

En el caso de estos recursos, los principales problemas se refieren a la extinción de la fauna y al cambio de uso del suelo sin control, para el establecimiento de parcelas agrícolas de subsistencia en área forestales, por lo cual la vegetación natural ocupa sólo el 27 % del área de estudio.

Algunas consecuencias de la eliminación de la vegetación son la reducción de la capacidad de filtración de los suelos; incremento de la velocidad de escurrimiento superficial, formación de torrentes y la erosión del suelo, descritos anteriormente.

Por otro lado, la eliminación de la vegetación y extinción de la fauna silvestre contribuye a la marginación de los productores asentados en las áreas montañosas, pues se incrementan los riesgos de siniestros, se empobrece al suelo y pierden la posibilidad de obtener productos diversos de las áreas forestales como postes, combustible, flores, frutos, hierbas medicinales y fauna.

4.4 MATRIZ DE RELACIONES DE DETERIORO AMBIENTAL

Para analizar en forma global la problemática relacionada con el uso de los recursos naturales en Valle de Santiago, se elaboró la matriz de relaciones de deterioro ambiental (Cuadro No.40), la cual relaciona en forma esquemática los

principales agentes de deterioro que afectan los recursos del municipio. La matriz incorpora consideraciones cualitativas para dimensionar la magnitud de la degradación como alternativa ante la falta de información cuantitativa detallada de los procesos (64).

Como en todas las investigaciones en que se aplica el criterio del investigador, la elaboración de la matriz puede tener un grado apreciable de subjetividad en caso que los técnicos no profundicen en el conocimiento de la problemática.

Las relaciones de deterioro se establecen entre las fuentes emisoras de impactos, principalmente las actividades productivas y los recursos naturales que se clasifican como receptores.

Con base en la magnitud del deterioro éste se califica como ligero (1), moderado (2), o severo (3). Tales valoraciones se aplican a los problemas factibles de presentarse en el área, condensados en los seis grupos siguientes: a) agotamiento de recursos; b) alteración del hábitat; c) contaminación; d) cambio de uso del suelo; e) salinización de agua y suelo y f) competencia por un recurso.

Los principales emisores de impactos se identifican al sumar en forma vertical las calificaciones dadas a las relaciones de deterioro, mientras que la valoración del impacto que reciben los recursos naturales se determina sumando horizontalmente.

De la matriz se concluye que:

- 1) Los factores más importantes de degradación son la agricultura y las actividades urbanas, entre las que se incluye el crecimiento de asentamientos humanos.
- 2) Los impactos negativos de la agricultura se dan sobre todos los recursos naturales renovables y provocan su agotamiento.

3) La vegetación natural es el recurso que más alteraciones experimenta, como resultado de las actividades productivas, las cuales se manifiestan principalmente en el agotamiento del recurso, la alteración del hábitat y el cambio de uso del suelo para introducir agricultura.

4) Si bien la ganadería extensiva y los aprovechamientos forestales emplean directamente la vegetación natural sus impactos son comparativamente menores que los de la agricultura.

5) Las actividades industriales no son una fuente importante de deterioro.

MATRIZ DE RELACIONES (Directas) DE DETERIORO AMBIENTAL

| EMISOR | ACTIVIDADES AGROPECUARIAS | | | | | | INDUSTRIA | | | ACTIVIDADES URBANAS | | | INTERACCIONES | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|---|-----------|-----|-------------------|-----|-------------|----------------------|---|---------------------|---|----|---------------|-----|-------|------|----|----|-----|
| | AGRICULTURA | | GANADERIA | | APROV. FORESTALES | | LADRILLERAS | PROCESO DE ALIMENTOS | | | | | SUBTOTAL | | TOTAL | (%) | | | |
| SUELOS EN LLANURAS | 1 | | 2 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | 2 | 4 | 9 | 11.5 | | | |
| SUELOS EN MONTAÑAS | 2 | | | | | | | | | 1 | | | 3 | | | | | | |
| AGUA SUPERFICIAL | 3 | | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | 5 | 1 | 10 | 12.8 | | | |
| AGUA SUBTERRANEA | 3 | | 2 | | | | | | | | | 2 | 3 | 6 | 9 | 11.5 | | | |
| FLORA | 3 | 3 | 2 | 1 | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 7 | 6 | 17 | 21.9 | | | |
| FAUNA | 3 | 3 | | 2 | | 1 | 1 | | | | | 2 | 4 | 8 | 12 | 15.4 | | | |
| AREAS AGRICOLAS | | | | | | | | | | | 2 | | 1 | | 3 | 4 | | | |
| ASENTAMIENTOS HUMANOS | | | 2 | | | | | 1 | | 1 | | | 2 | 1 | 6 | 7 | | | |
| INTERACCIONES TOTAL | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| (%) | 24 | 6 | 9 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | | 7 | 7 | 3 | 9 | 38 | 14 | 26 | 78 | 100 |
| | 39 | | | 6 | | 4 | | 3 | | 7 | | 19 | | 78 | | | | | |
| | 50 | | | 7.7 | | 5.1 | | 3.8 | | 9 | | 24 | | 100 | | | | | |

RELACIONES DE DETERIORO

| | | |
|---|---|---|
| a | b | c |
| d | e | d |

- a: Agotamiento de recursos
- b: Alteracion del habitat
- c: Contaminacion
- d: Cambio de uso del suelo
- e: Salinización agua y suelo
- f: Competencia por un recurso

MAGNITUD DEL DETERIORO

(Factor cualitativo de ponderación)

Ligero (1)

Moderado (2)

Severo (3)

5.1 ORDENACION TERRITORIAL

Los conflictos en el uso de la tierra y los problemas asociados con el aprovechamiento de los recursos naturales identificados en la zona, son indicadores de un proceso generalizado de deterioro. Para controlar y revertir este proceso antes de que el costo de recuperación - moderado al principio- se eleve hasta llegar al límite de hacerlo económicamente impracticable (63), es necesario modificar los esquemas actuales de utilización de los recursos, a fin de armonizar su potencialidad con las actividades agropecuarias y estar en condiciones de satisfacer las necesidades de la población local.

Lo anterior requiere de la ejecución de una serie de actividades de tipo técnico (reforestación, prácticas de conservación de suelo y agua, tratamientos agronómicos, etc.), la aplicación de las leyes y reglamentos que regulan el aprovechamiento de los recursos, la participación de las comunidades, la incorporación de tecnologías sencillas de bajo costo y la coordinación de las instituciones oficiales involucradas, todo enmarcado en un programa de ordenación del uso de la tierra.

Entre los instrumentos jurídicos disponibles para inducir cambios en el uso de la tierra, se encuentra la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente la que incorpora a la gestión ambiental al ordenamiento ecológico del territorio que, de acuerdo con la Ley, es el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales del territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente. (22)

De acuerdo con esta Ley, la ordenación territorial es una condición básica para regular el aprovechamiento de los recursos naturales, la que debe contribuir a hacer compatibles el uso y la conservación.

Con este fin, se elaboró una propuesta para clasificar las tierras del municipio y recomendar su uso más adecuado, basada en la información de campo, cartográfica y documental disponible.

A diferencia de los programas de ordenación territorial promovidos por el sector público, que a menudo sólo emplean aspectos técnicos y pasan por alto los sociales, en la propuesta de ordenación territorial se consideró que:

1) El área de estudio no es un espacio vacío que pueda manipularse libremente, sino un área dinámica cuyo uso del suelo refleja las decisiones, intereses y capacidad técnica de los dueños de la tierra.

2) Los cambios en el uso del suelo se realizarán sólo si son aceptados por la población de la zona y se crean las condiciones requeridas para modificar los factores que generan usos del suelo agresivos al ambiente.

3) La ordenación del territorio debe tener las siguientes características:

-Ambientalmente adecuada. Que los usos de la tierra recomendados no degraden ni destruyan los recursos naturales y aseguren su aprovechamiento a largo plazo, sin reducir su calidad ni disponibilidad.

-Técnicamente viable. Que requiera para su implementación de equipo y tecnologías disponibles en la región y accesibles efectivamente para la población.

-Socialmente aceptable. Que considere las características sociales y tradicionales de la población afectada por los cambios en el uso del suelo y que no la prive de sus fuentes de empleo e ingreso.

Con base en lo anterior y tomando en cuenta las características de la zona, la propuesta de ordenación territorial:

1) Da preferencia a la modificación de los sistemas de manejo de los recursos naturales en lugar de cambiar los usos de la tierra.

- 2) Busca adaptar y hacer más eficientes los usos actuales.
- 3) Evita cambios bruscos en el uso del suelo.
- 4) Complementa los usos recomendados con tratamientos específicos para compensar los factores que reducen la calidad de la tierra.

La propuesta de ordenación territorial considera cinco tipos de uso, de acuerdo a la intensidad de aprovechamiento y orientación productiva de cada área.

Dos se refieren a la producción agropecuaria y forestal; uno a la recuperación de áreas degradadas; uno a la protección y refugio de fauna y otro que combina la protección con la producción.

La delimitación de las áreas se realizó integrando la información generada en el diagnóstico, fundamentalmente de uso del suelo, uso potencial, topografía, actividades económicas y grados de erosión. Los parámetros considerados se relacionan en el cuadro 41.

5.1.1 GRUPO I TIERRAS PARA PRODUCCION AGRICOLA.

Comprenden las mejores tierras de la zona, las que pueden sostener una amplia gama de usos, desde agricultura intensiva hasta plantaciones forestales y pratericultura y que por consideraciones sociales se dedican a uso agrícola.

Sostienen actualmente agricultura de riego o temporal de mediana y alta productividad o pueden incorporarse a esta actividad productiva, ya que de acuerdo al uso potencial están clasificadas en las clases I, II, III y IV.

Son terrenos con pendientes moderadas, inferiores al 20%, que no poseen vegetación natural. Los procesos erosivos son moderados y pueden controlarse mediante prácticas agronómicas y vegetativas a nivel parcelario.

CUADRO No. 41

ORDENACION TERRITORIAL
PARAMETROS UTILIZADOS

| TIPO DE USO | PRODUCTIVIDAD | CLASE | PENDIENTE (%) | USOS | EROSION | CONDICION NATURAL |
|--------------------------------|---------------|-------------|--|--|---------|--|
| PRODUCCION AGRICOLA | ALTA Y MEDIA | I,II,III,IV | MENOS DE 20 | AGRICULTURA DE RIEGO Y TEMPORAL | PARCIAL | SIN VEGETACION |
| PRODUCCION GANADERA Y FORESTAL | MEDIA Y BAJA | V,VI,VII | VARIABLE DEPENDE DE LA CLASE DE TIERRA | PECUARIO Y APROVECHAMIENTOS FORESTALES A BAJA ESCALA | PARCIAL | PASTIZAL Y MATORRAL DEGRADADO Y EN SUSTITUCION |
| CONSERVACION | BAJA | VIII | MAYOR DE 35 | PECUARIO EXTENSIVO APROVECHAMIENTOS FORESTALES A BAJA ESCALA | NO | PASTIZAL Y MATORRAL DEGRADADO Y EN SUSTITUCION |
| RESTAURACION | BAJA | V,VI,VII | VARIABLE DEPENDE DE LA CLASE DE TIERRA | AGRICULTURA DE BAJOS RENDIMIENTOS | TOTAL | SIN VEGETACION |
| PRODUCCION/ PROTECCION | BAJA | V,VI,VII | VARIABLE | AGRICULTURA DE BAJOS RENDIMIENTOS | NO | SIN VEGETACION |

5.1.2 GRUPO II TIERRAS PARA PRODUCCION GANADERA Y FORESTAL.

Áreas para aprovechamientos forestales, establecimiento de praderas y plantaciones forestales.

Corresponden a la áreas que en la actualidad poseen vegetación natural, pastizales, matorrales y mezquitales en diferentes grados de conservación. De acuerdo al uso potencial son tierras clase V, VI y VII, donde los principales factores limitantes son, el escaso desarrollo y las fases litica superficial y pedregosa del suelo, que impiden las labores agrícolas y las pendientes pronunciadas, hasta de 35%.

Estas tierras se utilizan en ganadería extensiva, como potreros para caprinos y bovinos, como fuente de combustible y otros productos de origen forestal, a escala no comercial.

5.1.3 GRUPO III TIERRAS PARA CONSERVACION.

Son las áreas que deben excluirse del aprovechamiento, en particular del pastoreo y dedicarse a refugios de fauna, a la protección de la vegetación y para favorecer la recarga de acuíferos.

Son tierras frágiles, que pueden degradarse rápidamente, si se someten a uso intensivo. No se dedican a actividades agropecuarias ya que tienen baja productividad o las obstrucciones superficiales impiden las labores agrícolas.

De acuerdo al uso potencial corresponden a tierras clase VIII, que en la zona tienen pendientes superiores a 35%, suelos someros o fuerte pedregosidad.

Soportan pastizales y matorrales degradados utilizados en ganadería extensiva y aprovechamientos forestales domésticos, habitualmente de recolección. No reportan procesos erosivos acelerados.

5.1.4. TIERRAS PARA RESTAURACION.

Áreas que deben dedicarse preferentemente al control de la erosión y

recuperación de las áreas forestales.

Corresponden a las zonas calificadas con conflicto de uso, esto es, tierras de clase V, VI y VII en uso agrícola, con bajo rendimiento.

Los principales factores que limitan la productividad de estas tierras son las fases lítica y pedregosa y la escasa profundidad del suelo. No cuentan con vegetación natural y presentan procesos erosivos acelerados.

5.1.5 GRUPO V TIERRAS DE PRODUCCION -PROTECCION.

Tierras para uso agrícola, condicionadas al uso intensivo de prácticas de conservación del suelo.

Son áreas con conflictos de uso del suelo, esto es, tierras de clase V, VI y VII que sostienen agricultura de temporal de bajos rendimientos. En estas tierras aún no es perceptible la erosión del suelo, pero puede existir erosión laminar. No presentan vegetación natural.

La distribución de los 5 grupos de uso recomendados para la zona de estudio, obtenidos con base en los rangos de los parámetros del cuadro 42, se presenta en el mapa de Ordenación Territorial del anexo cartográfico.

De acuerdo con los resultados, la agricultura puede desarrollarse en el 69% del área de estudio, requiriendo prácticas intensivas de conservación de suelo y agua o sistemas agroforestales en el 5% de la zona, que corresponde a las tierras catalogadas como de producción-protección. (Cuadro 42)

A las zonas que deben ser restauradas corresponde el 11 % del área. Estas requieren la ejecución de prácticas de conservación de suelo y agua con carácter urgente, cuya magnitud debe determinarse a nivel parcelario de acuerdo a la intensidad de la erosión.

En casos extremos deberá eliminarse la agricultura, al menos temporalmente, en tanto se controla la erosión intensa. Siempre que se considere esta opción deberá hacerse una evaluación previa de su impacto social y contar con

alternativas productivas para los agricultores que puedan ser afectados, tales como los sistemas agroforestales.

Por su nivel de degradación, la atención de estas áreas debe tener prioridad en los programas de protección y fomento forestal promovidos por los gobiernos federal y estatal.

Cuadro No. 42. SUPERFICIE DE LOS USOS DE LA TIERRA PROPUESTOS

| USOS DE LA TIERRA | (HA) | (%) |
|---|--------|-----|
| PRODUCCION AGRICOLA RIEGO Y TEMPORAL | 34 800 | 63 |
| PRODUCCION GANADERA Y FORESTAL | 11 062 | 20 |
| PRODUCCION/PROTECCION | 3 683 | 7 |
| RESTAURACION | 2 610 | 5 |
| CONSERVACION | 2 755 | 5 |
| T O T A L | 54 910 | 100 |

Las áreas para aprovechamiento de la vegetación natural de pastizales o para el establecimiento de plantaciones forestales ocupan el 12% de la zona.

Para conservación podría dedicarse el 8% de la superficie, la cual es conveniente excluir de la ganadería extensiva.

5.2. TRATAMIENTOS.

La ordenación territorial se complementa con una serie de acciones para la protección y recuperación de los recursos naturales de la zona, cuya distribución se presenta en el mapa de TRATAMIENTOS, del anexo cartográfico.

Con objeto de dar respuesta a los problemas sociales que implica la protección y restauración de las zonas con conflictos de uso e incluso de las áreas

degradadas para producción ganadera y forestal, se recomiendan varios sistemas de producción agroforestal. En el caso de las áreas para producción agrícola se especifican los tratamientos que permiten compensar los factores limitantes del suelo y aseguran su cultivo en forma sostenida a largo plazo.

Por último, se dan recomendaciones de aplicación general y para resolver problemas relevantes identificados.

5.2.1 SISTEMAS AGROFORESTALES.

Para recuperar áreas que presentan conflictos de uso del suelo, degradadas o en proceso de degradación, habitualmente se recomienda su reforestación; sin embargo, a la luz de los resultados obtenidos esto no es lo más adecuado ya que los programas de reforestación actuales, a base de árboles forestales maderables, como pinos, cedros y eucaliptos, no son de interés para los dueños de la tierra, ya que implican dejar de cultivar las áreas tratadas o excluirlas del pastoreo, lo cual no es posible, ya que de ellas obtienen una parte significativa de sus ingresos.

Esto se debe a que desde la planeación de los programas para la restauración de áreas degradadas no se consideran como etapas de un mismo programa, a la producción de árboles en vivero, a la concertación social, a la reforestación y al cultivo de las plantaciones, sino como proyectos independientes.

En los viveros se producen árboles en forma masiva, aunque se desconoce donde se plantarán. Se reproducen especies de fácil propagación, que permiten alcanzar metas, justificar los presupuestos asignados y cumplir con programas de producción, pero no resolver el problema de la degradación y restauración del suelo.

En la reforestación no se seleccionan cuidadosamente las especies, de acuerdo con las condiciones naturales y sociales de las áreas, por lo cual a menudo no son las más adecuadas para las condiciones del sitio en que se establecen (98). Así, los proyectos de reforestación realizados en el país, casi siempre se hallan mezclados con problemas administrativos y culturales que chocan con

las costumbres e intereses de los productores, por lo que generalmente terminan en fracaso. (20)

Una alternativa a los programas tradicionales de reforestación son los sistemas agroforestales, los cuales no tratan de desplazar al campesino sino adaptar sus sistemas de producción a las características del medio natural.

El término agroforestería se aplica a un conjunto de sistemas de uso de la tierra que involucran la combinación de árboles con cultivos y/o animales en la misma unidad de producción.

Las ventajas que presenta este enfoque de uso de la tierra son múltiples, entre las cuales pueden señalarse las siguientes:

- + Combina la producción con la protección del suelo y agua.
- + Hace énfasis en la utilización de especies nativas de árboles y arbustos de uso múltiple.
- + Es muy adecuado en situaciones de bajas inversiones y ambientes frágiles.
- + Esta más acorde con los valores sociales y culturales tradicionales de la población.
- + Estructural y funcionalmente es más compleja que el monocultivo.

Si bien los sistemas agroforestales pueden establecerse prácticamente en cualquier área y tipo de suelos, en la zona de estudio es recomendable establecerlos en forma prioritaria en las áreas identificadas con conflictos de uso del suelo, esto es, donde actualmente se realizan actividades agrícolas en suelos no propios para esta actividad, clasificados como clase 5, 6 y 7.

En estas tierras, la productividad agrícola es muy baja y existe alto riesgo de degradar los suelos, tal como sucede en el 31% de las zonas identificadas con conflictos de uso. Además, por sus implicaciones sociales, en estas tierras no es posible eliminar la agricultura, sólo es factible sustituirla

parcialmente.

Con el establecimiento de sistemas agroforestales en estas áreas se pretende:

- Hacer un uso más intensivo de las tierras consideradas como marginales, sin poner en riesgo su conservación, y
- Ofrecer una alternativa viable a los productores asentados en estas áreas.

Para los campesinos será más fácil aceptar incorporar en sus unidades de producción prácticas agroforestales si éstas:

- Permiten reducir el riesgo de la pérdida total de cosechas mediante la diversificación de cultivos.
- Emplean especies de propósito múltiple.
- Utilizan especies fáciles de establecer, resistentes al nulo o poco mantenimiento y que no requieran insumos importados.
- Incorporan especies con habilidad de rebrote, para disminuir los costos de establecimiento después de la primera cosecha.
- Proporcionan productos y servicios tangibles desde el primer año. (67)

Las combinaciones posibles dentro de la agroforestería son prácticamente ilimitadas. En este documento sólo se presentan 7 sistemas que combinan la producción de árboles con cultivos anuales dentro de los predios.

Las recomendaciones son de carácter indicativo, por lo que la selección de las especies debe hacerse tomando en consideración las características ecológicas del lugar, así como los intereses de los productores, ya que serán ellos finalmente los que deben cuidar los árboles y recibirán los beneficios de los productos y servicios que estos produzcan (67).

La opción más adecuada será la que cumpla mejor los objetivos y expectativas del productor. Se proponen las combinaciones que no cambian profundamente el sistema de producción tradicional, que requieren cambios fáciles de realizar

y ofrecen resultados visibles a corto y mediano plazo, por lo que es preferible introducir árboles de múltiple uso como frutales o leguminosas, en lugar de árboles maderables.

Las combinaciones agroforestales que podrían introducirse en la zona, requieren del convencimiento previo de los productores. Los sistemas seleccionados deben contribuir a resolver los problemas de degradación de los recursos, tales como la erosión del suelo, la fuerte demanda de leña, el sobrepastoreo extensivo, principalmente de caprinos, la ampliación de áreas agrícolas en tierras forestales y el bajo nivel de ingresos y marginación de la población rural.

SISTEMAS AGROFORESTALES ADAPTABLES A LA ZONA.

1. Árboles con cultivos en callejones.

Es la mezcla de filas de árboles no muy altos o arbustos, podados frecuentemente para evitar el exceso de sombra, con cultivos anuales.

El objetivo básico es la producción de abono verde proveniente de las podas periódicas - 2 a 4 por año-, el cual se aplica a los cultivos y a los propios árboles. Con el follaje también se controlan las malezas y adicionalmente se pueden producir estacas y postes sirviendo además para prevenir la erosión. (67)

Las especies más utilizadas son leguminosas fijadoras de nitrógeno con abundante follaje, por ejemplo: Leucaena, Acacia y Prosopis.

Para evitar la competencia con los cultivos por agua y nutrientes, es conveniente que la distancia entre filas sea mayor de 9 metros y podar a alturas de 1 a 2 metros para intercalar cultivos como frijol y maíz.

2. Plantación en líneas.

Los árboles se siembran en filas, las cuales deben separarse más de 10 M.

Existe el riesgo de competencia con los cultivos y problemas por exceso de sombra ya que los árboles no se podan.

Las especies recomendadas corresponden a los generos Acacia, Cupresus, Casuarina y Eucalyptus.

3. Cercos vivos.

El objetivo básico es la delimitación y protección de terrenos contra la erosión, con beneficios adicionales como la producción de leña, estacas, postes, forraje, abono verde y flores comestibles.

Los cercos se instalan a lo largo de las divisiones entre los predios o dentro de ellos para separar potreros y tierras dedicadas a diferentes usos. Esta práctica sirve además como cortina rompevientos.

Las especies útiles para este sistema son Casuarina, Acacia y Eucalyptus. La distancia entre los árboles depende de las necesidades de protección, variando entre 1 y 3 metros.

Dependiendo de las especies utilizadas se pueden establecer por estacas o por árboles producidos en vivero, los que deben sembrarse al principio de la época de lluvias.

4. Cortinas rompevientos.

Son árboles o arbustos ó combinaciones de estos, plantados para disminuir la velocidad del viento y reducir la erosión eólica, reducir la transpiración excesiva de los cultivos, la evaporación y desecación del suelo y el daño mecánico del viento sobre los cultivos. Generalmente constan de una a cinco hileras de árboles de diferentes alturas.

Además de controlar la velocidad del viento pueden producir leña, madera y postes cuando se podan o remueven, o servir como cercos para delimitar predios.

La elección de las especies depende del tipo de suelo y de las características de los árboles, tales como su resistencia al viento y conservación de follaje en la estación seca.

Las cortinas deben ser permeables para evitar turbulencias en ambos lados de la barrera. Deben construirse en forma perpendicular a la dirección de los vientos dominantes. La distancia entre cortinas sera de 10 a 20 veces su altura, área en que se obtiene la mejor protección.

Como etapa inicial las cortinas pueden establecerse a lo largo de caminos, canales y carreteras.

Los árboles recomendados para esta zona pertenecen a los géneros Populus, Salix, Cupresus, Juniperus, Tamarix, Pinus, Schinus, Casuarina, Eucalyptus, Fraxinus, Prosopis, Jacaranda y Acacia. (11)

5. Barreras vivas.

Esta práctica es común en conservación de suelos, también conocida como barreras en contorno. Puede servir para fijar bordos y terrazas, para recuperación o estabilización de suelos en terrazas con pendientes fuertes y para protección de cauces y fuentes de agua.

Construidas en curvas a nivel pueden contribuir a la formación de terrazas en áreas agrícolas, para lo cual son de gran utilidad las barreras de nopal.

Las barreras vivas, aunque sencillas y eficientes para controlar la erosión, pueden no ser del agrado de los agricultores que desean dedicar todo el espacio a la agricultura, sin importarles la erosión del suelo, por lo que es necesaria una fuerte labor de convencimiento para establecer esta práctica.

Además del nopal que puede ser una importante fuente de alimento, algunos frutales pueden tener buena aceptación, tales como Capulín, Tejocote y Tamarindo.

6. Bosquetes energéticos.

Esta práctica permite utilizar áreas poco productivas de los predios, en las que se pueden producir leña y postes, además de tener beneficios adicionales, como la producción de miel y hongos.

Las especies empleadas deben ser de rápido crecimiento, recomendándose los géneros Eucalyptus, Leucaena, Acacia y Casuarina.

Las plantaciones para producir leña y postes pueden establecerse con espaciamientos bajos desde 1x1 m, 2x2, 2.5 x 2.5 m (10 000, 2 500 y 1 600 plantas /ha respectivamente). Los rendimientos reportados en plantaciones de 2 500 plantas por hectárea de Leucaena sp. con turnos de 7 años, son de 160 m³ y de 283 m³ en plantaciones de Eucalyptus, con turno de 10 años, volumen suficiente para satisfacer la demanda anual de leña de 26 familias.

7. Bancos de forraje.

Son rodales con altas densidades de árboles (5 000- 40 000 o más árboles). Las especies deben ser de valor forrajero con alta producción de biomasa, siendo conveniente que sean fijadoras de nitrógeno. Estos rodales se pueden aprovechar cortando periódicamente el forraje o mediante pastoreo directo.

Las especies recomendadas pertenecen a los géneros Leucaena, Acacia y Prosopis. Los sitios para establecer los bancos de forraje deben prepararse para facilitar el desarrollo del sistema radicular y puede ser necesaria la fertilización para compensar la salida de nutrientes debido a la cosecha.

Como referencia, en los cuadros 43 y 44 se presentan los costos para establecer y mantener durante el primer año una cortina rompevientos y una plantación de leña. Las características de la cortina rompevientos son: 100 m de longitud, con distanciamiento de 2.5 m entre los árboles centrales y 2 m entre los intermedios, 1 m entre los exteriores y 2.5 m entre las filas.

Cuadro No.43 CORTINA ROMPEVIENTOS. COSTO POR 100 m

| C O N C E P T O | COSTO NS |
|--|-----------|
| -Costo de plantas (340 plantas) | 240 |
| -Transporte del vivero al sitio de plantación. | 50 |
| -Limpieza de terreno (2 jornales) | 40 |
| -Marcación y construcción de cepas | 80 |
| -Plantación (4 jornales) | 80 |
| -Replantación (1 jornal) | 20 |
| -Desherbar (2/año)(6 jornales) | 120 |
| | <hr/> |
| | TOTAL 730 |

Cuadro 44 . PLANTACION DE LEÑA. COSTOS DE ESTABLECIMIENTO/HA.
(Plantación densa 2x2 M Planta en bolsa.)

| C O N C E P T O | COSTO N% |
|--------------------------------------|-------------|
| -Planta en vivero (2 500 + 250) | 2 750 |
| -Limpieza de terreno (8 jornales) | 160 |
| -Construcción de cepas (20 jornales) | 400 |
| -Plantación (20 Jornales) | 400 |
| -Replantación (2 jornales) | 40 |
| -Desherbar (1er año)(8 jornales) | 160 |
| -Control de plagas (2 jornales) | 40 |
| -Desherbar (2ndo año) (4 jornales) | 80 |
| -Aprovechamiento (30-40 jornales) | 800 |
| | <hr/> |
| | TOTAL 4 830 |

Algunas de las especies forestales que podrían utilizarse ampliamente en el municipio con fines de restauración, protección y producción bajo sistemas tradicionales o agroforestales se relacionan en el cuadro 45.

5.2.2 SUELOS ARABLES

Se requieren fundamentalmente en las áreas de producción agrícola de temporal, establecidas en tierras de clase II, III y IV, ya que en las de riego los principales problemas están relacionados con el manejo del agua y uso de agroquímicos, cuadro 46.

**ESPECIES PARA REFORESTACION
O PLANTACIONES AGROFORESTALES**

| ESPECIE | CARACTERISTICAS | USOS | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
| <u><i>Pithecellobium sp.</i></u> | Resistente a la sequia Frutos comestibles Fuente de forraje Fija nitrógeno | | | | X | X | | | X | X | X | X | X | X | X |
| <u><i>Tamarindus indica</i></u> | Resistente a la sequia Excelente combustible Frutos comestibles Amplia capacidad de adaptación Fija nitrógeno | | | X | | X | X | X | | X | X | | | | X |
| <u><i>Citrus sinensis</i></u> | Fruto comestible Melífera | | | | | X | X | X | | | | | X | | X |
| <u><i>Psidium guajava</i></u> | Fácil adaptación Frutos comestibles Producción de postes | | | | | X | X | X | | | | | X | | X |
| <u><i>Pinus cambroides</i></u> | Resistente a la sequia Fruto comestible Adaptable a suelos degradados | | | X | | X | X | X | | X | X | | | | |
| <u><i>Crataegus mexicana</i></u> | Resistente a heladas Fruto comestible Fácil propagación y manejo | | | X | | X | X | X | | | X | | | | X |

CLAVES:

A. Banco de forraje

B. Bosquetes energéticos

C. Barreras vivas

D. Cortinas rompevientos

E. Cercos vivos

F. Plantación en líneas

G. Árboles con cultivos en callejones

H. Alimento humano

I. Forraje

J. Combustible

K. Recuperación de suelos

L. Producción de postes

M. Producción de miel

N. Abono verde

Ñ. Huertos familiares

Las acciones se orientan principalmente a impedir la degradación del suelo, compensar los factores limitantes que deméritan la calidad de este recurso y para mejorar la producción y la capacidad productiva de la tierra. Son fundamentalmente prácticas de tipo vegetativo y mecánico, esto es, prácticas relacionadas con el manejo de los cultivos y sistemas de labranza del suelo.

Debido a la amplia variedad de prácticas aplicables, estas se integraron en los 5 grupos siguientes. Las zonas donde se requieren y las ventajas que ofrecen se presentan en el cuadro 47.

- 1) CERCOS VIVOS
- 2) CULTIVOS A NIVEL
- 3) TERRAZAS
- 4) INCORPORACION DE MATERIA ORGANICA
- 5) AGRICULTURA CONSERVACIONISTA.

Cuadro No.46 PRACTICAS REQUERIDAS

| CLASE DE TIERRA Y FACTOR LIMITANTE | PRACTICAS REQUERIDAS |
|---|----------------------|
| II ST; III ST; III T; IV ST | BCE |
| II C; II SC; III S; III C; III SC; IV S | ADE |
| II STE; IV TE IV STE | ABC |
| III CE; III SCE III CE | ABD |
| III SE; IV SE IV E | ABE |

FACTOR LIMITANTE

S - SUELO
T- TOPOGRAFIA

PRACTICAS

A- CERCOS VIVOS
B- CULTIVOS A NIVEL
C- DEFICIENCIA DE AGUA C- TERRAZAS
E- EROSION D-INCORPORACION DE MATERIA ORGANICA
E- AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA

| PRACTICA | UBICACION | VENTAJAS |
|--|---|--|
| LABANZA DE CONSERVACION | LADERAS O PASTIZALES QUE FUERE EROSIONARSE GRAVEMENTE SI SE CULTIVAN DE MANERA CONVENCIONAL TERRENOS CON PIEDRAS DEBAJO DEL SUELO O PROXIMAS A LA SUPERFICIE TIERRAS RENTADAS DONDE EL ARRENDATARIO NO PUEDE INVERTIR EN TERRAZAS | SE REDUCE LA EROSION DEL SUELO POR PROTECCION CONTRA EL GOLPE DE LA LLUVIA Y SECADO ABRUPTO MEJORA LA ESTRUCTURA DEL SUELO INCREMENTA LA INFILTRACION, DISMINUYE EL ESCURRIMIENTO Y SE CONSERVA MAS TIEMPO LA HUMEDAD |
| CERCAS Y BARRERAS VIVAS | LADERAS CON PENDIENTE MODERADA AREAS CON EROSION LAMINAR AREAS MARGINADAS | DELIMITACION DE TERRENO PROTECCION DE CULTIVOS CONTRA EL VIENTO DISMINUYEN EL ESCURRIMIENTO ENTRE PARCELAS SE OBTIENE LEÑA Y FORRAJE ADICIONAL |
| CULTIVOS A NIVEL - SURCADO EN CONTORNO - CULTIVOS EN FAJAS - CULTIVOS DE COBERTERA - HUERTOS EN CONTORNO | TERRENOS CULTIVADOS DE CLASE 2-4 CON DEFICIENCIA DE AGUA O EN PROCESO DE EROSION | PROTEGEN AL SUELO CONTRA EL IMPACTO DE LAS GOTAS DE LLUVIA REDUCEN LA VELOCIDAD DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL Y LA ACCION EROSIVA DEL AGUA |
| TERRAZAS | TERRENOS CULTIVADOS EN PROCESO DE EROSION AREAS DE CULTIVO EN PENDIENTE TERRENOS CON EXCESO O DEFICIENCIA DE HUMEDAD AREAS CON ALTA DENSIDAD DEMOGRAFICA Y BAJA DISPONIBILIDAD DE TIERRAS AGRICOLAS | REDUCEN LA EROSION DEL SUELO AUMENTAN LA INFILTRACION DEL AGUA DISMINUYEN EL VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO DESALOJAN EL EXCEDENTE DE AGUA A VELOCIDADES NO EROSIVAS PERMITEN CULTIVAR EN TIERRAS CON FUERTES PENDIENTES |
| INCORPORACION DE MATERIA ORGANICA - ABONO VERDE - INCORPORACION DE ESTIERCOL - INCORPORACION DE RESIDUOS DE COSECHA | TIERRAS CON DEFICIENCIA DE HUMEDAD TIERRAS EROSIONADAS TERRENOS CULTIVABLES HASTA CON 15% DE PENDIENTE | MEJORAN LA ESTRUCTURA DEL SUELO Y SU CAPACIDAD PARA RETENER AGUA SON DE BAJO COSTO AUMENTAN LA FERTILIDAD DISMINUYEN EL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL |

La selección de la práctica más adecuada, el diseño y emplazamientos específicos deben ser objeto de proyectos particulares a nivel de parcela.

Las prácticas se proponen de acuerdo a la clase de tierra, los factores limitantes principales que reducen la gama de posibilidades de uso y la presencia de erosión. En el cuadro anterior sólo se presentan tres tipos de tratamientos.

En caso de existir erosión, su control debe ser prioritario.

5.2.3 SUELOS NO ARABLES

Estas recomendaciones son aplicables en las tierras clasificadas para conservación y producción ganadera y forestal. Contribuyen a la protección de la vegetación y a evitar la degradación del suelo y la calidad del agua. Son esencialmente de tipo preventivo pues actúan sobre los factores de perturbación de los recursos naturales.

Las acciones más relevantes aplicables a estas áreas son:

- 1) Intensificar las medidas de vigilancia e incorporar a los grupos de servicio y al comité forestal municipal, a la detección y denuncia de desmontes, con objeto de reducir el cambio de uso del suelo.
- 2) Reducir la carga animal que sostienen los agostaderos degradados y sobrecargados por caprinos. En apoyo a esta tarea debe evaluarse la factibilidad económica de ensilar los esquilmos agrícolas, principalmente de trigo y sorgo que se queman en la actualidad.
- 3) Mejorar los agostaderos mediante la introducción de especies forrajeras de alto valor bromatológico y realizar prácticas de conservación del suelo y agua para aumentar y conservar la humedad, tales como el surcado en áreas de pastizales con pendientes moderadas.

4) Excluir mediante cercado las áreas forestales más degradadas para propiciar la regeneración natural o inducir la repoblación mediante reforestación de especies utilitarias. Paralelamente es necesario llevar a cabo un programa para fomentar el uso de estufas rurales que permitan reducir el consumo de leña.

5.2.4 CONTROL DE INUNDACIONES.

Las inundaciones que tradicionalmente afectan la cabecera municipal tienen su origen en la alteración hidrológica regional, así como al escaso mantenimiento de la infraestructura hidráulica municipal y a la urbanización de áreas no propias para asentamientos humanos.

Su control requiere:

- 1) El desazolve del canal Primer Padrón y promover las medidas necesarias para evitar que sea utilizado como depósito de basura.
- 2) Impedir que continúe la urbanización de la hoya La Alberca y los cauces de los arroyos Hospital y Camémbaro.
- 3) Promover la descentralización de los servicios municipales y comerciales hacia otras localidades, como Rincón de Parangueo, Charco de Pantoja y Las Jícamas, a fin de evitar que la población siga concentrándose en la cabecera municipal.
- 4) Regular el régimen torrencial de los arroyos que drenan a la ciudad mediante tratamientos en los cauces y en las laderas.

En los cauces se requiere construir presas filtrantes con gaviones, ya que las construidas sólo con piedra acomodada pueden ser destruidas fácilmente por el paso de la gente. Estas estructuras retardarán la escorrentía superficial, y evitarán la concentración rápida en el canal de escurrimiento y reducirán los escurrimientos pico, lo cual evitará que se supere la capacidad de los

colectores para desalojar el agua.

Los gaviones retendrán un volumen importante de los sedimentos que son arrastrados de las laderas, como consecuencia de la reducción de la pendiente o por disminución de la cantidad de agua de escorrentía como medio de transporte. Al existir menos sedimentos, el azolvamiento de los colectores será menor. (6,19)

Con la concentración de sedimentos aguas arriba de las estructuras, aumenta la capacidad de almacenamiento del cauce ya que estos son excelentes acuíferos. Los depósitos elevan el nivel freático de los terrenos cercanos, por lo que podrían reactivarse manantiales secos y cambiar el régimen de los arroyos a perennes.

El espaciamiento más adecuado entre las estructuras es el denominado doble cabeza pie, ya que las prácticas de control de la erosión en las laderas reducirán la producción de sedimentos.

Las acciones fuera del cauce mejorarán la infiltración, disminuirán el escurrimiento sobre el terreno y evitarán su concentración. Estas consisten en prácticas de conservación de suelo y agua en las tierras de cultivo y en la reforestación de las áreas adyacentes con árboles y arbustos con bajos requerimientos hídricos.

5.2.5 MANEJO DE AGUA

A diferencia de los demás recursos naturales, el mejoramiento de la calidad del agua requiere de acciones concertadas, que contemplen desde la protección de las áreas de recarga hasta la racionalización de su uso a nivel parcelario.

Con base en los acuerdos y recomendaciones derivados del Programa de Ordenación y Saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala (97), en el que participan diversas dependencias federales y los gobiernos de los estados que comparten la cuenca, el aprovechamiento del agua en el municipio deberá ajustarse a las

siguientes líneas de acción generales:

- Evitar el incremento de aprovechamientos para usos distintos a los destinados al abasto de la población.
- Actualizar el inventario de URDERALES e integrarlas en la junta de agua que se organizará en la subcuenca donde se ubica la zona de estudio.
- Controlar estrictamente los planes de riego.
- Regularizar, modificar o revocar concesiones y permisos de pequeña irrigación, con base en lo estipulado por la ley de Aguas Nacionales.
- Cancelar y sancionar los aprovechamientos ilegales.
- Rehabilitar la infraestructura y mejorar la eficiencia de conducción del sistema de canales.
- Actualizar los derechos por aprovechamiento de aguas nacionales e incorporar a los pozos operados por particulares.

En el caso de la laguna de Yuriria, el control de las malezas acuáticas que afectan casi el 75% de su embalse debe llevarse a cabo preferentemente mediante los métodos de trituración y cosecha, los cuales aunque caros - cerca de doce millones de nuevos pesos-, son los más recomendables ya que los diversos usos del embalse (acuacultura, riego, agua potable, recreación.) impiden el uso de dragas para extraer malezas, pues aumentan el contenido de sedimentos en perjuicio de la vida acuática. (92)

BIBLIOGRAFIA.

1. Aguilar S.G. (1989) Las regiones agrícolas el estado de Guanajuato. Facultad de Filosofía y Letras, Estudios de Postgrado. UNAM. Tesis.
2. Aguilar J., Marielle C. (1982). Cuantificación del consumo de leña y carbón para uso doméstico y de la pequeña industria familiar en la región nororiental de Puebla. Grupo de Estudios Ambientales A.C. México.
3. Barkim, D. (1984). La siembra del hambre. Nexos No. 77 México.
4. Bassols Batalla A. (1979). México, Formación de Regiones Económicas, Influencia, Factores y Sistemas. UNAM. México.
5. Bassols Batalla A. (1979) Geografía Subdesarrollo y Regionalización. Ed. Nuestro Tiempo. México.
6. Burchard H. H., Sistemas y Estructuras para el Control de Carcavas. Estación Experimental de las Montañas Rocallosas. Fort Collins, Colorado, USA.
7. CEASG. (1992) Análisis bacteriológicos de muestras de agua de 7 pozos de la ciudad de Valle de Santiago, Gto. (Inédito). Guanajuato-Gto.
8. Carmona, A. H. (Consultor FAO) (1985). Aproximaciones al Concepto de Manejo Integral de los Espacios Físico-bióticos de las cuencas hidrográficas. Sin editar. México.
9. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (1986) Sistemas Agroforestales, Principios y Aplicaciones en los Trópicos. Organización para Estudios Tropicales, San José Costa Rica.
10. CEPAL. PNUMA. (1983). La Dimensión Ambiental en la Planificación del Desarrollo. Grupo Editorial Latinoamericano GEL.
11. Colegio de Postgraduados de Chapingo. (1977). Manual de Conservación del Suelo y del Agua. SARH-SPP, México.
12. Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Guanajuato (COPLADEG) (1983). Plan municipal de desarrollo socioeconómico del municipio de Valle de Santiago. México.

13. Coll-Hurtado A. (1982). ¿Es México un país agrícola? Un Análisis Geográfico. Siglo XXI. México.
14. COPLAMAR. (1982). Geografía de la Marginación. Necesidades Esenciales en México. Ed. Siglo XXI. México.
15. Coras M. Pablo. (1983) Calidad del Agua de Riego. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación. Chapingo, México.
16. Cram, H. S. (1974). Evaluación del suelo para determinar la aptitud de la tierra en el municipio de Salamanca, Estado de Guanajuato. Tesis licenciatura. UNAM.
17. Chevalier R.F. (1975). La formación de los latifundios en México. Ed. Fondo de Cultura Económica. México
18. Daubenmire R.F. (1982) Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología de plantas. Ed. Limusa. México.
19. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. (1977). Manual de Conservación de Suelos. Ed. Limusa. México.
20. Eckolm, E.P. (1977) La tierra que perdemos. Crisis y agotamiento de los recursos naturales. Ed. Tres Tiempos S.A. Buenos Aires Argentina.
21. Ejecutivo Federal (1957). Decreto que establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en las zonas de Silao, Irapuato y Salamanca, en el estado de Guanajuato.
22. Ejecutivo Federal (1988). Ley General de Protección al Ambiente. México.
23. Ejecutivo Federal (1991) Acuerdo de Coordinación sobre la disponibilidad, distribución y usos de las aguas superficiales de propiedad nacional de la cuenca Lerma-Chapala. Guadalajara, Jal. México.
24. FAO. (1976). Esquema para la Evaluación de Tierras. Boletín de Suelos de la FAO. Roma Italia.
25. FAO. (1984) Proteger y Producir. Conservación del suelo para el desarrollo. Roma, Italia.
26. Figueroa S. B., Morales F. (1992) Manual de Producción de Cultivos con Labranza de Conservación. SARH. México.
27. García Enriqueta. (1981) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México.

28. García Barrios R. (1991). *Lagunas- Deterioro Ambient.l y Tecnológico en el campo semiproletarizado.* Colegio de Mexico. México.
29. Gobierno del Estado de Guanajuato. (1984). *Programa de Desarrollo Rural Integral del estado de Guanajuato, 1985-1988.* México.
30. Gobierno del Estado de Guanajuato. (1992) *Propuestas de acciones para el control del lirio acuático para la cuenca Lerma-Chapala.* México.
31. Gobierno del Estado de Guanajuato. (1980) *Ecoplan del estado de Guanajuato.* Secretaría de Asentamientos Humanos, Dirección General de Ecología Urbana. México.
32. Gobierno del Estado. (1981) *Ecoplan del municipio de Valle de Santiago.* México.
33. Gobierno Municipal de Valle de Santiago, Guanajuato. (1989) *Plan director de desarrollo urbano.* Documento base. Cd. de Valle de Santiago. Gto.
34. González, Montero J; León. (1984) *La Planificación del Desarrollo Agropecuario.* Vol 1. Ed. Siglo XXI. México.
35. Gutiérrez, Palacio A. (1989). *Conservacionismo y Desarrollo del Recurso Forestal.* Texto guía forestal. Ed. Trillas. México.
36. Hardenbergh. W.A. (1987) *Ingeniería Sanitaria.* Ed. Continental. S.A. México.
37. Helmuth, O W. (1989). *El Bosque y la Conservación del Suelo: su importancia social y económica.* Grupo Editorial Porrúa. México
38. International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) (1983). *Resources for agroforestry diagnosis and design.* Woody components of existing Agroforestry systems. Working paper No 7 ICRAF Nairobi, Kenya . pag. 283-306
39. INEGI. (1990). *Anuario Estadístico del Estado de Guanajuato.* México.
40. INEGI. (1990). *XI Censo General de Población y Vivienda, 1990 Estado de Guanajuato.* México.
41. INEGI. (1990). *Resultados Definitivos por Localidad (Integración territorial). XI Censo de Población y Vivienda.* México.
42. INEGI (1971) *IX Censo General de Población 1970. Edo de Guanajuato.* México
43. INEGI (1984). *X Censo General de Población y Vivienda 1980, Estado de Guanajuato. Vol. I y II.* México.

44. INEGI. (1992). XI Censo General de Población y Vivienda 1990, resultados definitivos tabulados básicos. Tomo I y II. México.
45. INEGI (1989) Censos económicos, resultados oportunos del Estado de Guanajuato. México.
46. INEGI. (1991) Atlas Ejidal del Estado de Guanajuato, Encuesta agropecuaria ejidal, 1988. México
47. INEGI, UNAM. (1984) Geología de la República Mexicana. México.
48. INEGI. (1973). Carta Topográfica F14-C 73 Valle de Santiago. esc. 1:50 000.
49. INEGI. (1973) Carta Edafológica F14-C 73 Valle de Santiago. esc 1:50 000
50. INEGI (1973). Carta Geológica F14-C 73 Valle de Santiago. esc 1:50 000
51. INEGI. (1973). Carta de Uso del Suelo y Vegetación F14-C 73 Valle de Santiago. esc 1:50 000
52. INEGI. (1973). Carta de Uso Potencial F14-C 73 Valle de Santiago. esc 1: 50 000.
53. INEGI. (1978). Carta de Frontera Agrícola F14-C 73 Valle de Santiago. esc 1: 50 000
54. INEGI. (1973) Carta Topográfica F14-C 72 Abasolo. esc. 1:50 000
55. INEGI (1973) Carta Edafológica F14-C 72 Abasolo esc. 1:50 000
56. INEGI (1973). Carta Geológica F14-C 72 Abasolo esc.1:50 000
57. INEGI. (1973). Carta de Uso del Suelo y Vegetación F14-C 72 Abasolo. esc 1:50 000
58. INEGI. (1973). Carta de Uso Potencial F14-C 72 Abasolo esc 1:50 000
59. INEGI. (1978). Carta de Frontera Agrícola F14-C 72 Abasolo esc 1: 50 000
60. INEGI (1981). Carta hidrológica de aguas superficiales, hoja Querétaro. F14-10 esc 1:250 000.
61. INEGI (1981). Carta hidrológica de aguas subterráneas, hoja Querétaro. F14-10 esc 1:250 000.
62. Izaguirre Mendoza M. (1987) Mesoclimas de cada municipio del estado de Guanajuato. Universidad de Guanajuato, Observatorio Astronómico y Meteorológico de Guanajuato. México.

63. Kamal. T. (1982). **Desarrollo sin destrucción.** Evolución de las percepciones ambientales. Ediciones del Serval, Barcelona, España
64. Lara Vázquez. A. (1987). **Ordenamiento ecológico del paisaje río Cazonas, Ver.** Memoria del taller Internacional sobre proyectos de manejo integral de recursos naturales en cuencas hidrológicas. Durango, México.
65. Messiaen (1979) **Las Hortalizas.** Ed. Blume S.A. México.
66. Millar, C E, Turk. (1981). **Fundamentos de la Ciencia del Suelo.** Ed. CECSA. México.
67. Martínez H. Héctor (1989). **El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores.** CATIE, Boletín No.19. Turrialba, Costa Rica.
68. Nair, P.K.R (1990). **The prospects for agroforestry in the tropics.** World Bank Technical paper No. 131. Washington D.C. USA
69. OEA. (1984). **Planificación del Desarrollo Regional Integrado.** Directrices y Estudios de Casos Extraídos de la experiencia de la OEA. Departamento de Desarrollo Regional de la OEA. Washington. D.C.
70. ONU. (1976). **Informe de Hábitat.** Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos. Vancouver, Canadá; 31 mayo-11 de junio de 1976. Declaración de Principios.
71. Ortiz Solorio M. (1986). **Evaluación de la velocidad de desertificación en la cuenca del río Texcoco.** Efecto de la tecnología aplicada, inversiones y factor humano. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
72. Pérez Malváes C. (1986) **Evaluación de la Aptitud de las tierras para fines agrícolas en el municipio de Purísima de Bustos, Edo. de Guanajuato.** Tesis Profesional. ENEP-Zaragoza UNAM.
73. PNUMA. (1988) **Programa de mediano plazo para el medio ambiente a nivel de todo el sistema.** Nairobi, Kenya.
74. Poder Ejecutivo Federal. (1988). **Reglamento de la Ley Forestal.** DOF. México.
75. Reyes, Ch. Ch. (1980). **Geografía física de Valle de Santiago.** Tesis de licenciatura. ENSM.
76. Rêmi Siméon. (1981). **Diccionario de la Lengua Nahuatl o Mexicana.** Ed. Siglo XXI.
77. Rzedowski. J.(1978) **Vegetación de México.** Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. Ed. Limusa. México

78. Rodier. J. (1981) Analisis de las Aguas - aguas naturales, aguas residuales y agua de mar. Ediciones Omega, Barcelona España.
79. SAG. (1976) Normales climatológicas, estación Valle de Santiago -1941-1970-. Dirección General de Geografía y Meteorología. México.
80. SARH. (1987). Carta hidrográfica con base en imágenes de satélite. Regiones hidrológicas 12 a 17. hoja 1/3. esc 1:500 000. México.
81. SARH. (1992). Guía para los programas forestales de Ordenación de Cuencas Hidrográficas y sus declaratorias de uso del suelo. México.
82. SARH. (1990). Características de los Distritos de Riego. México.
83. SARH-CNA (1991) Inventario de obras del Distrito de Riego No 11. Alto Lerma.
84. SARH-CNA (1991) Programa de Ordenación y Saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala. Informe del estado de Jalisco, Grupo de trabajo técnico.
85. SARH. (1986). Las variaciones climáticas, la sequía y la desertificación. Memoria del ciclo de conferencias celebrado en marzo de 1986. México.
86. SARH. (1990). Programa Nacional de Conservación de Suelos, 1. Bases. México.
87. SARH, CNA. (1991) Evaluación de las técnicas para el control de la erosión. Aplicación en la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán. México.
88. SARH. (1991) Ordenamiento ecológico de la cuenca del río Yautepec, Morelos. México.
89. SARH. (1984). Encuentro sobre experiencias en el manejo de Cuencas Hidrográficas. Metepec, México.
90. SARH. (1992). Introducción a la Regulación del Uso del Suelo. México.
91. SARH, CNA. (1992). Colección Lerma-Chapala. Consejo consultivo de evaluación y seguimiento del Programa de Ordenación y Saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala. Vol. I No.3.
92. SARH, CNA. (1992). Diagnóstico y lineamientos para el control de malezas acuáticas en la cuenca Lerma -Chapala. México.

93. SARH, CNA. (1992). Acuerdo de coordinación que celebran el Ejecutivo Federal y los estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro, para realizar un programa de coordinación especial para reglamentar el uso, explotación y aprovechamiento de las aguas subterráneas de la cuenca Lerma-Chapala. Grupo Técnico. México.
94. SARH, CNA. (1992). Reglamento para el uso, explotación y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en la cuenca Lerma-Chapala. Grupo Técnico. México.
95. SARH-CNA (1992) Informe mensual de distribución de aguas . D.R. 011 Alto Lerma. Ciclo agrícola 1990-91. Celaya.
96. SARH-CNA (1990) Minuta de la tercera sesión del grupo técnico del programa de ordenación y saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala. Doc. de Trabajo Jal. México.
97. SARH-CNA (1991) Propuesta de programa de actividades del grupo de trabajo para la siguiente etapa. Programa de ordenación y saneamiento de la cuenca Lerma-Chapala. Querétaro-Qro.
98. SARH. (1992) Plan rector de reforestación en Mexico. Genética Forestal A.C. México. (Inédito)
99. SARH, INIF-CONAZA. (1981) El Nopal. Publicación especial No 34. México.
100. SAHOP, Gobierno del Estado de Guanajuato. (1980). Ecoplan del estado de Guanajuato. México.
101. SEDESOL. (1992). Calendario Cinegético 1992-1993. DOF.Tomo CDLXVII No 15.
102. SEDUE. (1988). Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Documento Central. México.
103. SEDUE (1985) Regionalización ecológica del país, experiencia piloto a nivel estatal en Guanajuato. México.
104. SEDUE. (1983). Diagnóstico preliminar de la situación actual de la fauna terrestre por entidad federativa. México.
105. Secretaría de Industria y Comercio. (1971). IX Censo General de Población 1970, Estado de Guanajuato. México.
106. Secretaría de Gobernación, Gobierno del Estado de Guanajuato. (1988). Los municipios del estado de Guanajuato. México.
107. SEMIP. (1988). Análisis de la estructura de consumo de energía en el medio rural de la macrorregión Pacífico Centro. México.

108. SEP. (1982) Guanajuato, cerros y bajíos testigos de la historia. Monografía estatal. México
109. SEP (1981). Síntesis Geográfica del estado de Guanajuato. México.
110. Soderbaum, P. (1987). The Economics of Environmental Quality. CERES No. 115. Roma, Italia.
111. Soto, R.A. (1979). Manejo de Cuencas, una solución al problema de Desarrollo Integrado. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía. UNAM.
112. SPP. (1981) México, Información sobre aspectos Geográficos, Sociales y Económicos. Vol I México.
113. SPP. (1981). Guías para la interpretación cartográfica, Ortofotografía. México.
114. SPP. ((1981)). Guías para la interpretación de cartografía, Hidrología. México.
115. SPP. (1981) Guías para la interpretación de cartografía, Geología. México.
116. SPP. (1981) Guías para la Interpretación de cartografía, Edafología. México.
117. SPP. (1981). Guías para la interpretación de cartografía, Climatología. México.
118. SPP. (1979). Diagnóstico del sector Agropecuario y Forestal. Parte I y II. México.
119. Sunkel, O, Gligo, N. (1980). Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en la América Latina. Tomo I. Fondo de Cultura Económica. México.
120. Tenopala, G. O. (1987). Organización Espacial y Desarrollo Agroindustrial en el Bajío Guanajuatense. Tesis Licenciatura. Colegio de Geografía UNAM. México.
121. Vargas N., A. Ramirez (1991). Problemática municipal de Valle de Santiago. Movimiento Ecologista de Valle de Santiago. Inédito.

La técnica para la evaluación de la erosión laminar que se utilizó, es una adaptación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS), desarrollada originalmente en los Estados Unidos de América. (102)

De acuerdo con la EUPS la pérdida de suelos es producto de variables tales como la agresividad de la lluvia (impacto de las gotas); las características del suelo (textura, grado y longitud de la pendiente y tipo de suelo) y de la cantidad y tipo de cobertura que protege la superficie del suelo (vegetación y uso del suelo).

El método consta de las fases siguientes:

- I. Definición de la zona de influencia de la erosión laminar.
- II. Evaluación de la erosión laminar hídrica.
- III. Evaluación de la erosión laminar eólica.

Como etapa previa se dividió la zona de estudio en las 11 unidades de evaluación de pérdida de suelos; para este fin se utilizaron como base subcuencas y topoformas relevantes. Cuando fue posible se excluyeron las áreas planas y con agricultura de riego, ya que en éstas la erosión hídrica es poco significativa.

La subdivisión del área facilitó la identificación y distribución de la pérdida de suelos, así como la elaboración de propuestas puntuales para detener su evolución. Las características básicas de las unidades de evaluación se presentan en el cuadro No.A-1.

- I. Definición de las zonas de Influencia de la erosión laminar.

En esta fase se determinó si la zona de estudio estaba sujeta a la influencia de erosión hídrica o eólica, mediante el cálculo del índice de agresividad de la lluvia y el viento, para lo cual se utilizarán las siguientes fórmulas.

ESTIMACION DE LA PERDIDA DE SUELOS
CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE EVALUACION

| UNIDAD DE EVALUACION | A | B | C | D | E | F | G | II | I | J |
|----------------------|----------------------|----------------|----------------|------------|----------|--------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| NOMBRE | RINCON DE PARANGUERO | PIEDRAS AZULES | VALLE SANTIAGO | BELLAVISTA | ARCSHGCH | BARRANQUILLA | CHICAMITO | LA TUBERA | DISTILADERO | EL MANCHON |
| SUPERFICIE (HA) | 2628 | 2494 | 4349 | 796 | 4361 | 3371 | 1560 | 1443 | 760 | 1625 |
| % AREA DE ESTUDIO | 8 | 7 | 12 | 2 | 12 | 10 | 4 | 4 | 2 | 5 |
| USO DEL SUELO (%) | | | | | | | | | | |
| AGRICULTURA | 54 | 74 | 69 | 51 | 95 | 80 | 54 | 61 | 56 | 58 |
| PASTOS | 14 | 13 | 14 | 0 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 |
| MATORRAL | 32 | 13 | 17 | 49 | 5 | 20 | 18 | 39 | 44 | 42 |
| SUELOS (%) | | | | | | | | | | |
| VERTICOL | 5 | 33 | 36 | 100 | 93 | 95 | 79 | 100 | 100 | 100 |
| PROZEM | 72 | 59 | 57 | 0 | 6 | 5 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| LITOSOL | 23 | 8 | 7 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| PENDIENTES | | | | | | | | | | |
| < 8 % | 5 | 57 | 55 | 100 | 38 | 50 | 27 | 32 | 2 | 74 |
| 8-30 % | 66 | 32 | 28 | 0 | 62 | 50 | 48 | 67 | 84 | 19 |
| > 30 % | 29 | 11 | 17 | 0 | 0 | 0 | 25 | 1 | 14 | 7 |

$$IALLU = 1.1244 \text{ (PECRE)} - 14.7875$$

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 \text{ (PECRE)}$$

Donde:

IALLU = Índice de agresividad de la lluvia.
IAVIE = Índice de agresividad del viento.
PECRE = Período de crecimiento.
1.1244 = constante.
14.7875 = constante.
160.8252 = constante.
0.7660 = constante.

El período de crecimiento (PECRE) se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo. El PECRE se obtiene mediante la fórmula:

$$PECRE = 0.2408 (P - 0.0000372 (P)^2 - 33.1019)$$

Donde:

PECRE = Período de crecimiento
P = Precipitación media anual

Según el reporte de normales climatológicas (79), el área de estudio tiene una precipitación media de 656.1 mm, cuya distribución es sensiblemente homogénea, por lo que se empleó como constante para todas las unidades de evaluación.

Substituyendo el valor de la precipitación se tiene:

$$PECRE = 0.248 (656.1) - 0.000372 (656.1)^2 - 33.1019$$
$$PECRE = 108.87$$

Substituyendo el valor del PECRE en las fórmulas para calcular el índice de agresividad de la lluvia y viento se obtiene :

$$IALLU = 1.1244 (108.8) - 14.78 = 107.54$$

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (108.8) = 77.4280$$

De acuerdo con el Manual de Ordenamiento Ecológico (102), cuando el valor de IALLU es mayor de 50 se considera probable la presencia de erosión hídrica y cuando el valor de IAVIE es mayor de 20, es posible que exista erosión eólica.

De los resultados obtenidos se tiene que: ambos tipos de erosión son agentes causales de la degradación del suelo en el área, por lo que se procedió a calcular su magnitud en cada una de las unidades de evaluación.

II. Evaluación de la erosión laminar hídrica.

La estimación de la pérdida de suelo en cada unidad se obtuvo mediante la fórmula siguiente:

$$EH = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

Donde:

EH = Erosión hídrica en toneladas por hectárea por año.

IALLU = Índice de agresividad de la lluvia.

CAERO = Factor de erodabilidad del suelo.

CATEX = Factor textura del suelo.

CATOP = Factor topografía

CAUSO = Factor uso del suelo.

1). Factor Erodabilidad del suelo (CAERO).

El valor de este factor se obtiene mediante el cálculo de los promedios ponderados de la erodabilidad de cada unidad de suelo en cada unidad de evaluación. Se parte de la premisa de que cada unidad de suelo tiene una cierta erodabilidad o susceptibilidad a erosionarse.

Los valores adimensionados de erodabilidad de las unidades de suelo del área, se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro No. A-2 VALORES DEL FACTOR ERODABILIDAD

| SUELO | ERODABILIDAD |
|-----------------|--------------|
| Feozem haplico | 0.5 |
| Vertisol pélico | 2.0 |
| Litosol | 2.0 |

El promedio ponderado del factor de erodabilidad para cada unidad de evaluación es

Cuadro A-3 VALOR CAERO POR UNIDAD

| UNIDAD DE EVALUACION | V A L O R CA E R O |
|----------------------|--------------------|
| A | 0.82 |
| B | 1.04 |
| C | 1.17 |
| D | 1.73 |
| E | 0.96 |
| F | 1.89 |
| G | 1.85 |
| H | 2.00 |
| I | 2.00 |
| J | 2.00 |

2) Factor textura del suelo (CATEX).

El valor de este factor para cada unidad de evaluación se obtuvo mediante el promedio ponderado de los porcentajes de ocurrencia de cada textura. La superficie ocupada por cada textura de suelo se obtuvo directamente de las cartas edafológicas del INEGI, escala 1:50 000 (1971), correspondientes al área.

El valor CATEX de cada tipo de textura se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro A-4 Valores CATEX

| TEXTURA | VALOR CATEX |
|-----------|-------------|
| 1. GRUESA | 0.2 |
| 2. MEDIA | 0.3 |
| 3. FINA | 0.1 |

Los valores ponderados del factor textura del suelo para cada unidad de evaluación son los siguientes:

Cuadro A-5 VALOR CATEX POR UNIDAD

| UNIDAD DE EVALUACIÓN | VALOR CATEX |
|----------------------|-------------|
| A | 0.30 |
| B | 0.22 |
| C | 0.22 |
| D | 0.13 |
| E | 0.24 |
| F | 0.11 |
| G | 0.10 |
| H | 0.10 |
| I | 0.10 |
| J | 0.10 |

3). Factor topografía (CATOP)

El valor del factor topografía se obtuvo con los promedios ponderados de los porcentajes de ocurrencia de las pendientes del terreno, las cuales fueron agrupadas en los intervalos de 0-8%, 8-30% y >30%, para esto se utilizaron las cartas topográficas escala 1:50 000 del INEGI (4,54). En cada unidad de evaluación se midió la superficie correspondiente a cada intervalo, calculándose los promedios ponderados cuando había más de un rango de pendiente.

Los valores CATOP para cada rango se relacionan en el siguiente cuadro.

Cuadro A-6 VALOR CATOP

| R A N G O | C A T O P |
|-----------|-----------|
| 0-8 % | 0.35 |
| 8-30% | 3.5 |
| > 30% | 11.0 |

Los valores obtenidos para cada unidad de evaluación se presentan en el cuadro No. 7.

Cuadro A-7 VALOR CATOP POR UNIDAD

| UNIDAD DE EVALUACION | V A L O R C A T O P |
|----------------------|------------------------|
| A | 2.80 |
| B | 2.13 |
| C | 3.08 |
| D | 1.74 |
| E | 0.68 |
| F | 1.49 |
| G | 0.95 |
| H | 1.29 |
| I | 3.42 |
| J | 2.10 |

4). Factor Uso del Suelo.

Para determinar el valor correspondiente al factor uso del suelo, se procedió en forma similar que con los factores anteriores. Los usos del suelo reportados para el área de estudio se agruparon en: agricultura, bosque, pastizal o pradera y matorral.

Cabe señalar que en sentido estricto sólo la agricultura es propiamente un tipo de uso del suelo y los demás son asociaciones vegetales. Para evitar confusiones se continuó utilizando el término uso del suelo, tal como lo marca el Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, de la SEDUE.

Se midió la superficie ocupada por la agricultura y por cada tipo de vegetación en todas las unidades de evaluación, calculándose los promedios ponderados cuando en una unidad había más de un uso del suelo. El valor del factor CAUSO, se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro A-8 VALOR CAUSO

| USO DEL SUELO | C A U S O |
|---------------|-----------|
| Agricultura | 0.8 |
| Bosque | 0.1 |
| Pastizal | 0.12 |
| Matorral | 0.15 |

Los valores resultantes del factor uso del suelo para cada unidad de evaluación son los siguientes:

Cuadro A-9 VALOR CAUSO POR UNIDAD

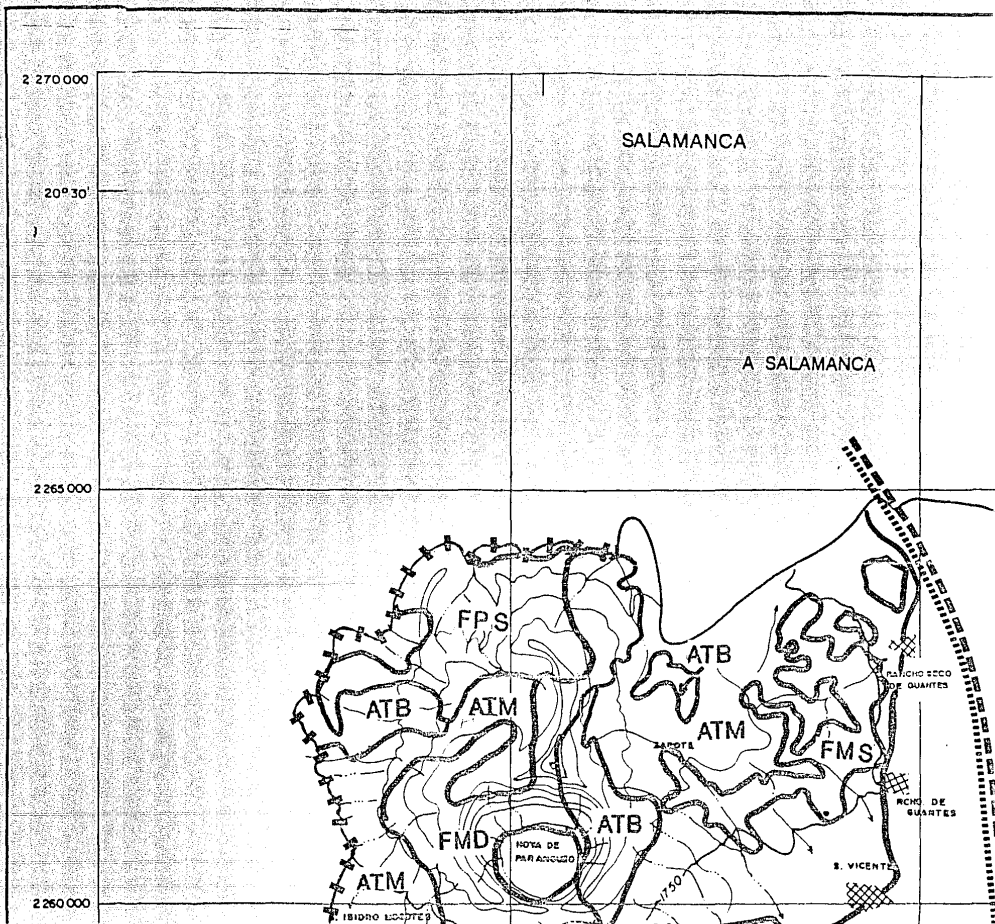
| UNIDAD DE EVALUACION | VALOR CAUSO |
|----------------------|-------------|
| A | 0.496 |
| B | 0.629 |
| C | 0.593 |
| D | 0.615 |
| E | 0.766 |
| F | 0.526 |
| G | 0.643 |
| H | 0.694 |
| I | 0.497 |
| J | 0.665 |

La pérdida de suelos en cada unidad de evaluación se obtuvo multiplicando el índice de agresividad de la lluvia por los valores de los factores erodabilidad, textura, topografía y uso del suelo calculados. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro No.39, del capítulo IV.

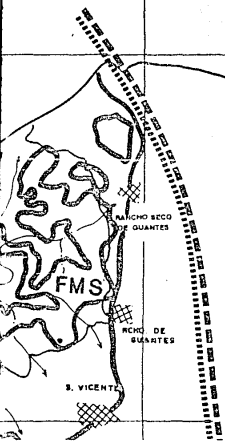
La clase de degradación se clasificó con base en los rangos definidos en el Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio de acuerdo con el volumen estimado de pérdida de suelo.

CUADRO A-10 CLASIFICACION DE LA DEGRADACION HIDRICA.

| EROSION HIDRICA (TON/HA/AÑO) | CLASE DE DEGRADACION |
|------------------------------|----------------------|
| < 10 | LIGERA |
| 10 - 50 | MODERADA |
| 50 - 200 | ALTA |



SALAMANCA



XXX

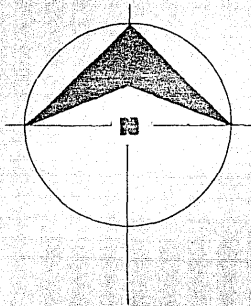
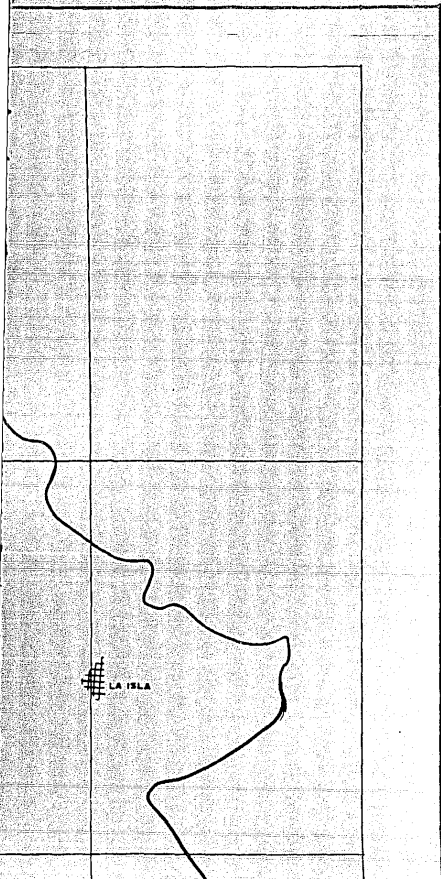
PITAYO

ARA

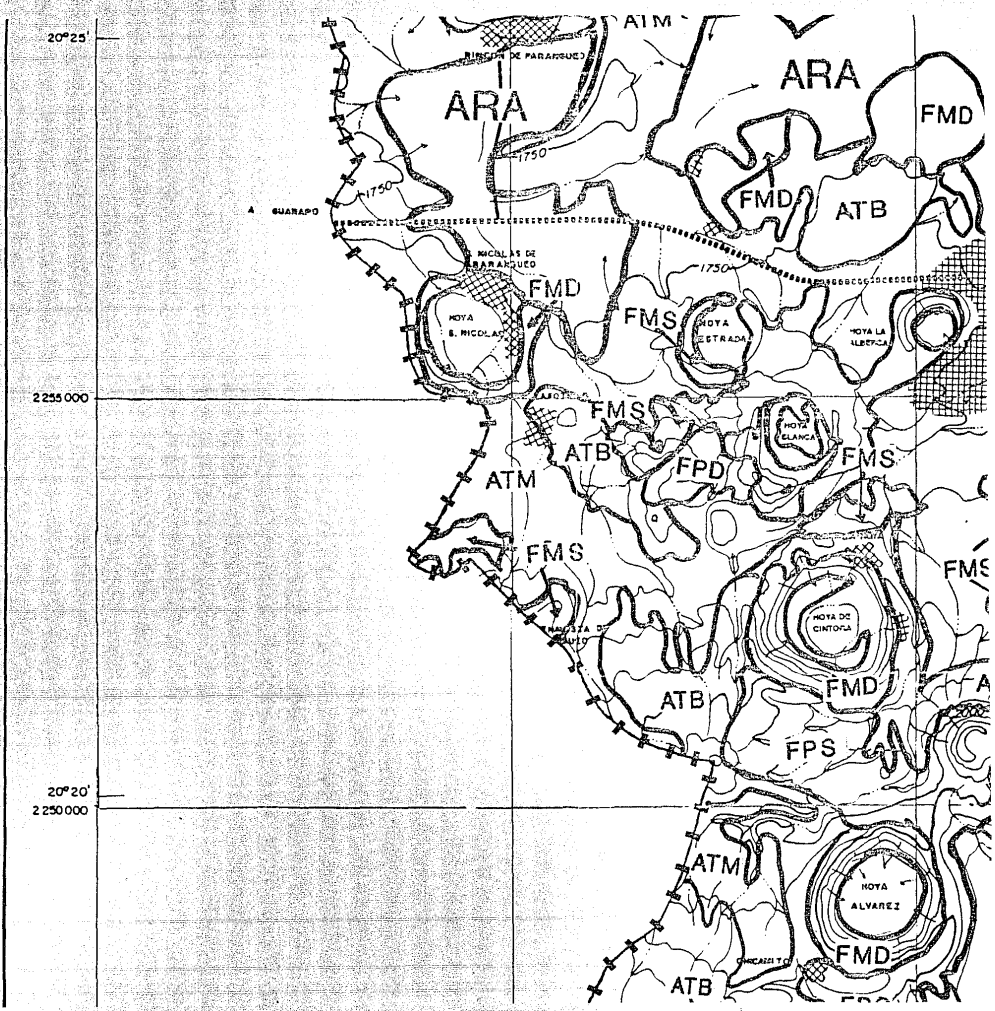
CARNEJITAS

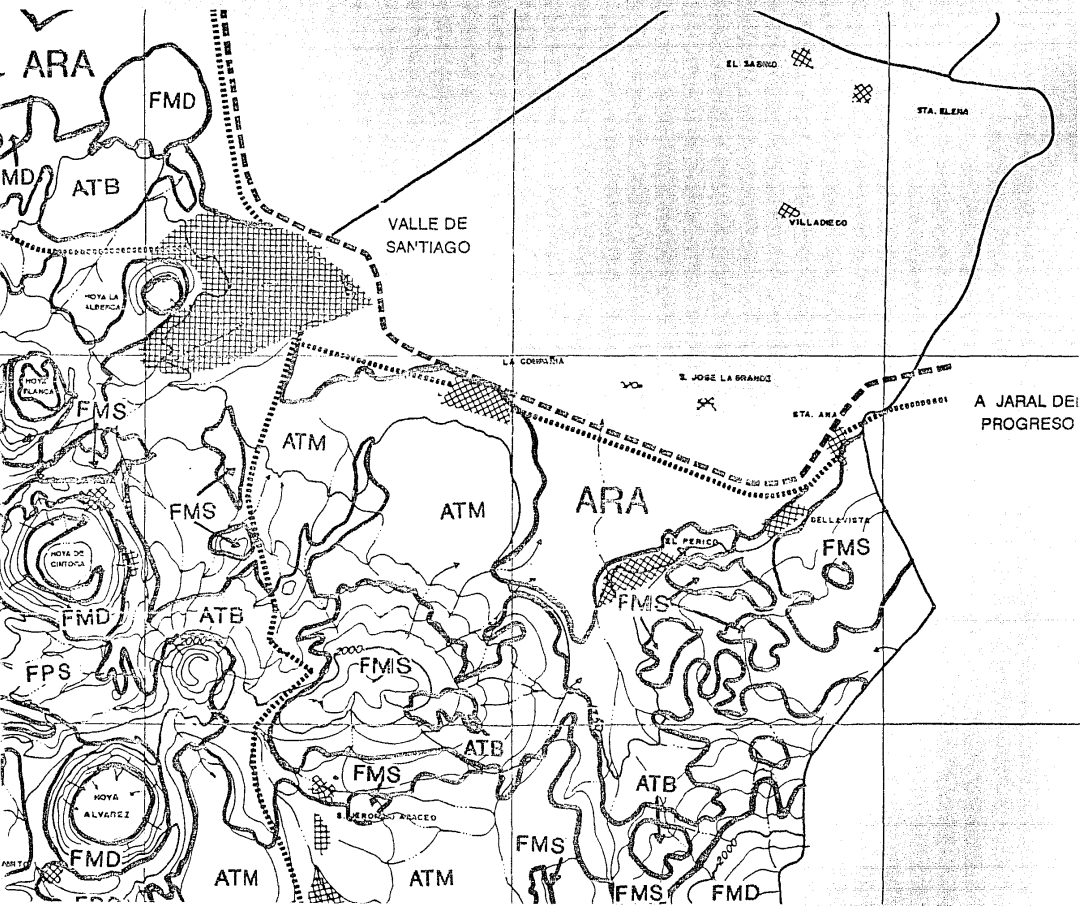
LA ISLA

LAS FLORES



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ZARAGOZA"
CARRERA DE BIOLOGIA





**EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES EN LA ZONA ORIENTE
DEL MUNICIPIO DE VALLE DE SANTIAGO, GTO.**

Recomendaciones para su manejo integral.








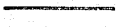
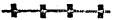
ELABORO: PATRICIA PADILLA SIXTO

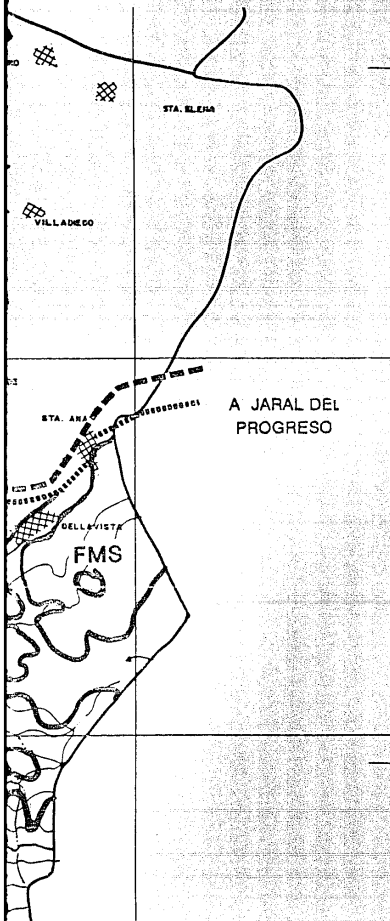
REVISO: MTR. JORGE RIVERA ACEVES

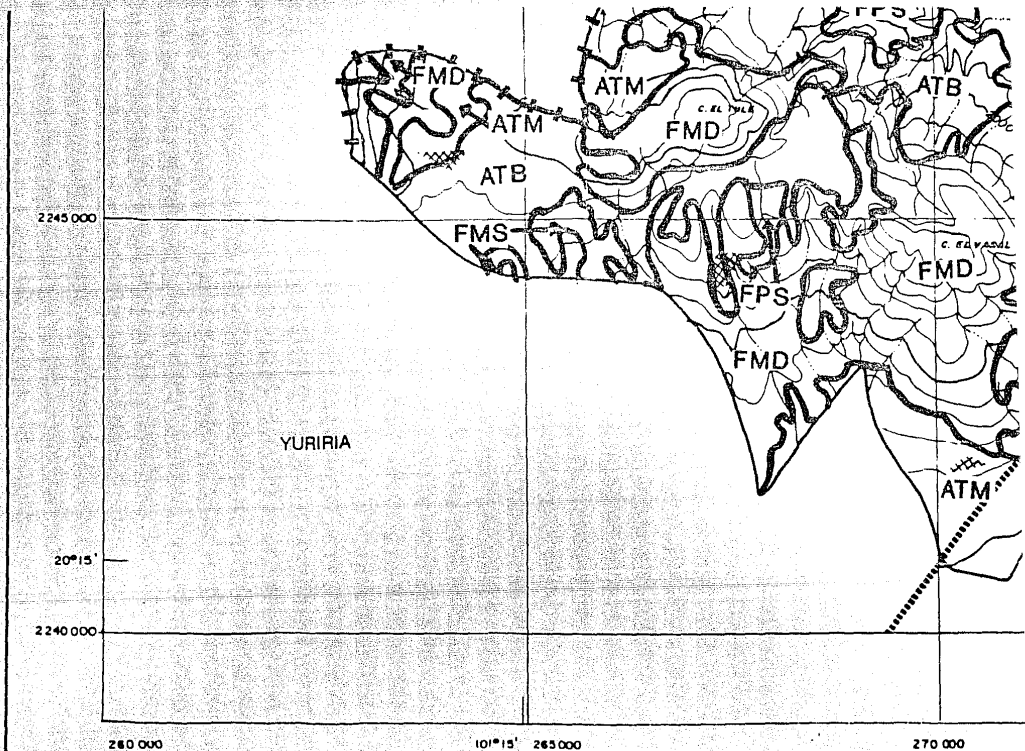
M.C. ELISEO CANTELLANO DE ROSAS

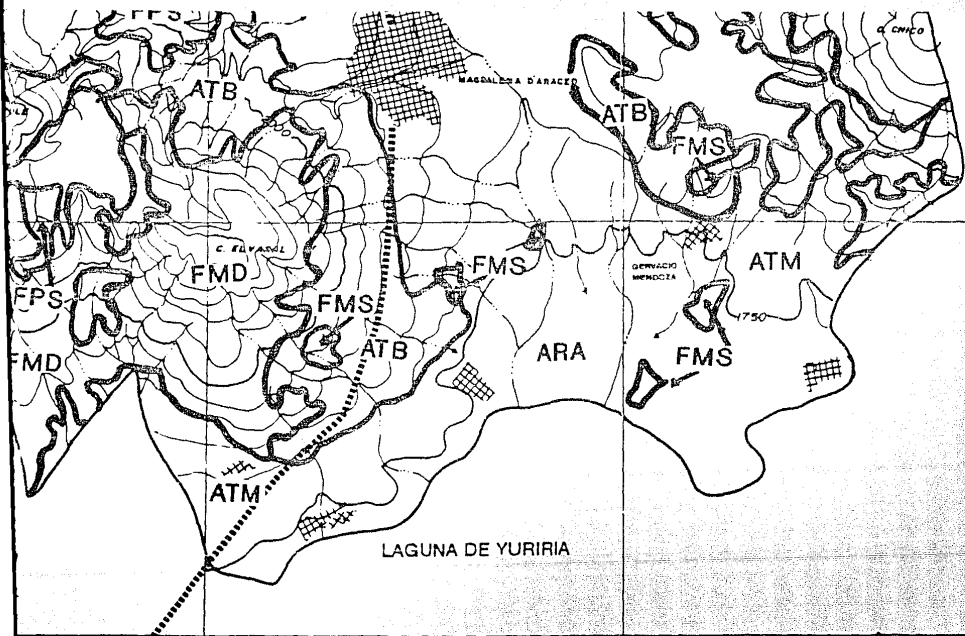
VALLE DE SANTIAGO GTO.

SIGNOS CONVENCIONALES

- | | |
|---|-----------------------------|
|  | LIMITE MPAL. GEOESTADISTICO |
|  | CURVA DE NIVEL |
|  | CORRIENTE SUPERFICIAL |
|  | PRESA |
|  | LOCALIDADES |
|  | GARRRETERA PAVIMENTADA |
|  | FERROCARRIL |
|  | TERRACERIA |
|  | LIMITE ZONA DE ESTUDIO |





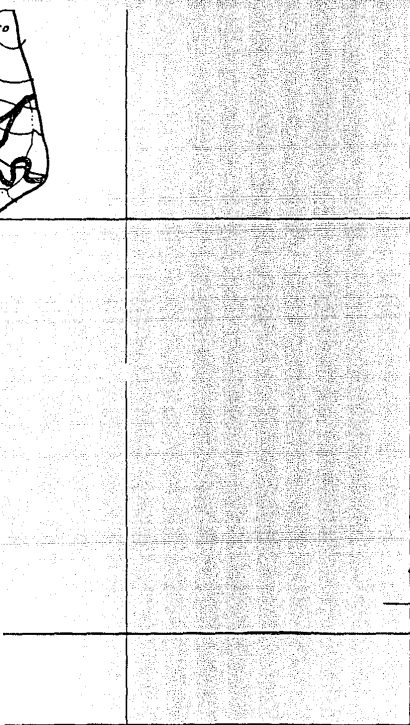


270 000

101° 10'

275 000

280 000



280 000

SIMBOLOGIA USO DEL SUELO

USO FORESTAL

| ASOCIACION | ESTADO DE CONSERVACION |
|------------------------|------------------------|
| FM MATORRAL | D DEGRADADO |
| FMZ MEZQUITAL | S EN SUSTITUCION |
| FH VEGETACION HALOFITA | C CONSERVADO |
| FP PASTIZAL | |

USO AGRICOLA

| TIPO | NIVEL DE PRODUCTIVIDAD |
|----------------------------|------------------------|
| AT AGRICULTURA DE TEMPORAL | A ALTA |
| AR AGRICULTURA DE RIEGO | M MEDIA |
| | B BAJA |

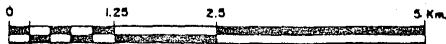
ASENTAMIENTOS HUMANOS

URBANO

RURAL

ACTUALIZADO CON FOTOINTERPRETACION
Y VERIFICACION DE CAMPO

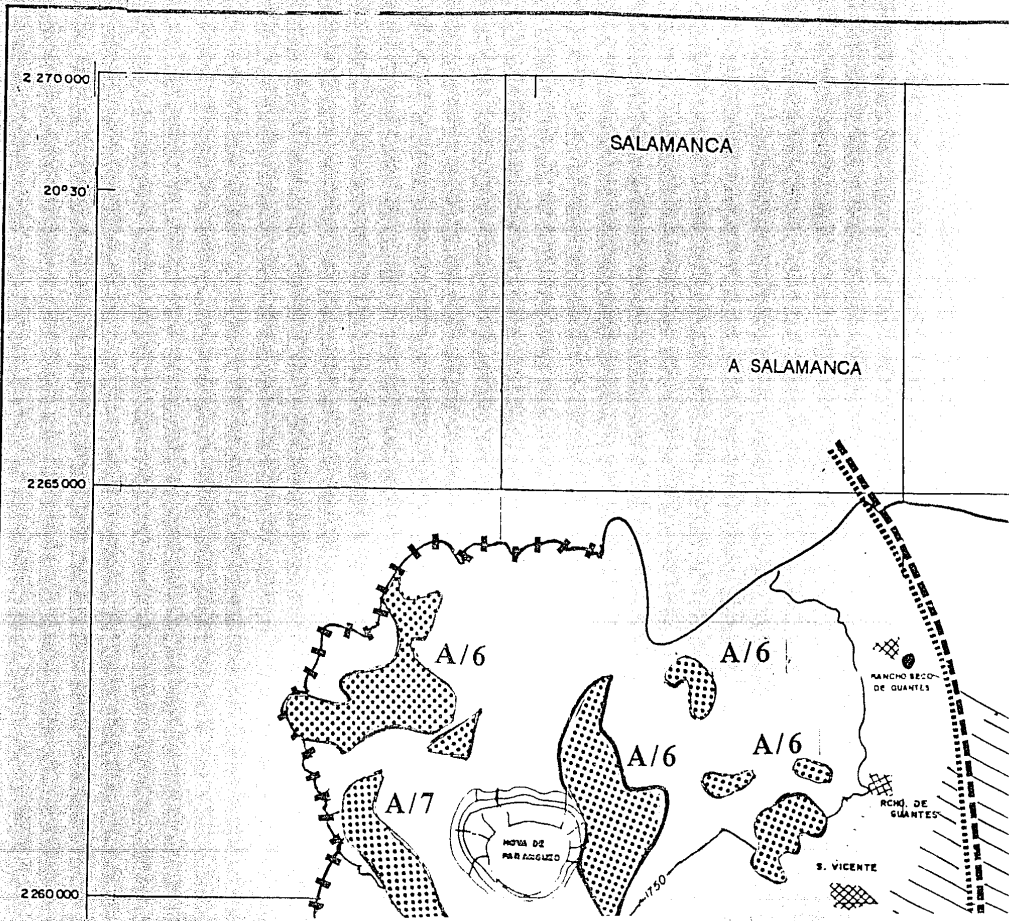
EJEMP. FMD USO FORESTAL
MATORRAL DEGRADADO



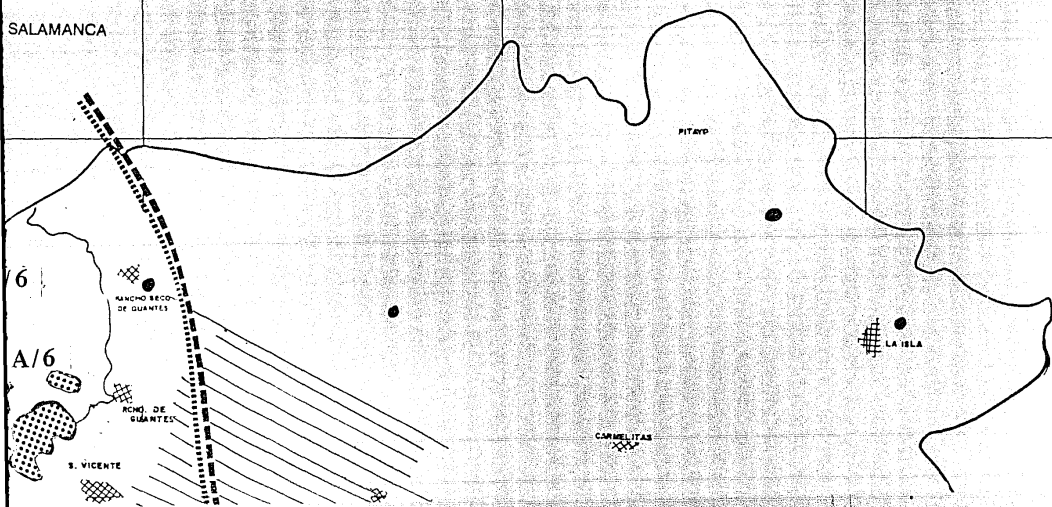
EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL 50 m.

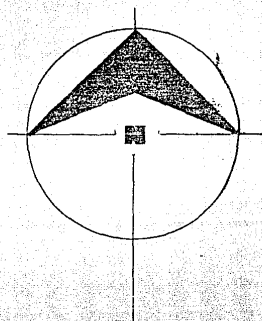
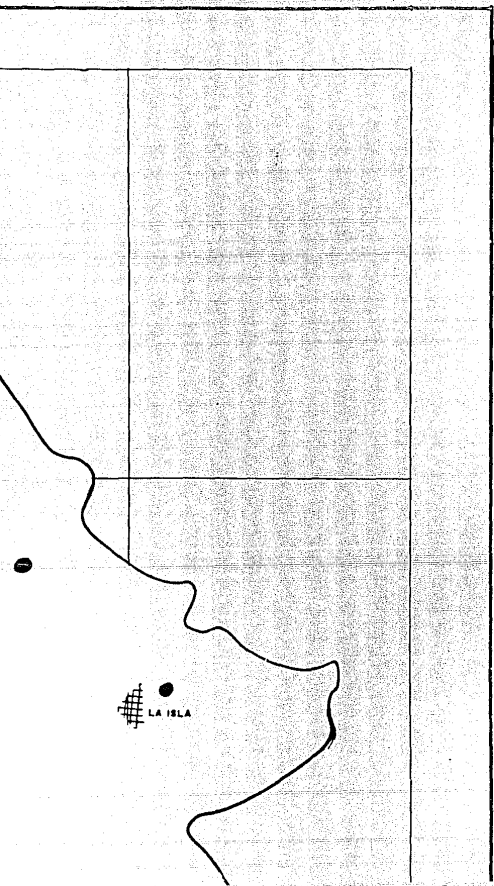
CONSTRUIDA CON BASE EN LAS CARTAS F14C62,63,72,73
DE EL INEGI

MEXICO 1992



SALAMANCA





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ZARAGOZA"
CARRERA DE BIOLOGIA

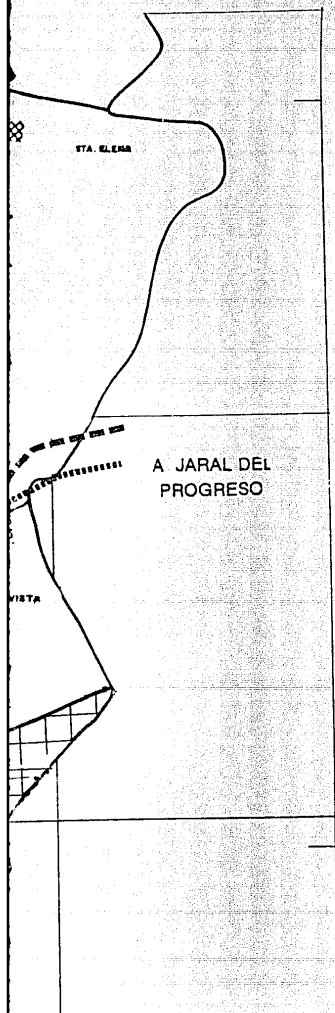
**EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES EN LA ZONA ORIENTE
DEL MUNICIPIO DE VALLE DE SANTIAGO, GTO.**

Recomendaciones para su manejo integral.

ELABORO: PATRICIA PADILLA SIXTO






REVISO: MTR. JORGE RIVERA ACEVES

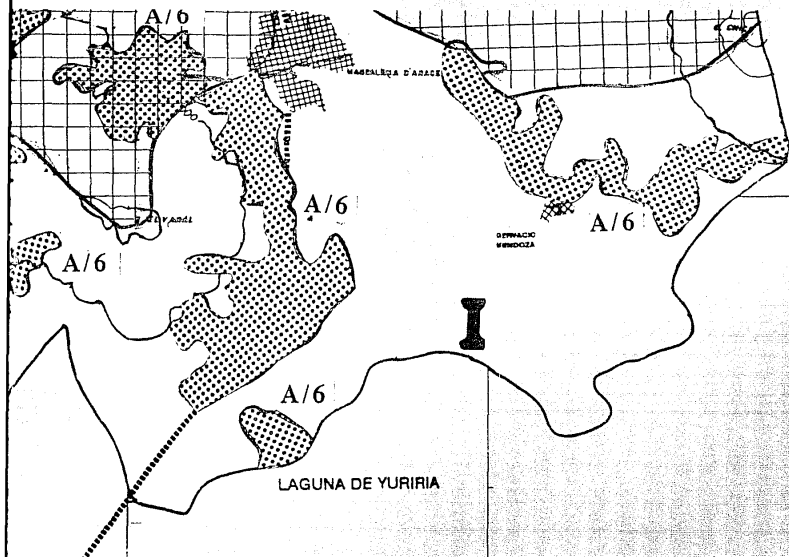
M.C. ELISEO CANTELLANO DE ROSAS



VALLE DE SANTIAGO GTO.

SIGNOS CONVENCIONALES

- | | |
|---|-----------------------------|
|  | LIMITE MPAL. GEOESTADISTICO |
|  | CURVA DE NIVEL |
|  | CORRIENTE SUPERFICIAL |
|  | PRESA |
|  | LOCALIDADES |
|  | CARRRETERA PAVIMENTADA |
|  | FERROCARRIL |
|  | TERRACERIA |
|  | LIMITE ZONA DE ESTUDIO |

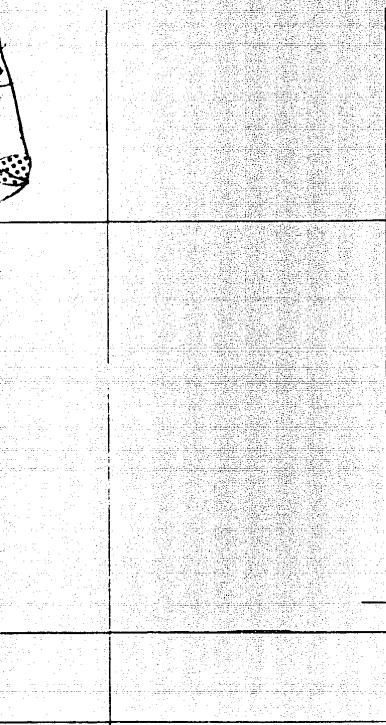


270 000

101° 10'

275 000

280 000



280 000

SIMBOLOGIA DIAGNOSTICO

AREAS CON USO INADECUADO DEL SUELO

- A/8 AGRICULTURA EN TIERRAS CLASE 8
- A/7 AGRICULTURA EN TIERRAS CLASE 7
- A/6 AGRICULTURA EN TIERRAS CLASE 6
- A/5 AGRICULTURA EN TIERRAS CLASE 5



CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA



EROSION LAMINAR SEVERA

ARROYOS TORRENCIALES



AREAS INUNDABLES



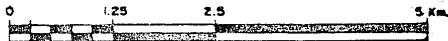
CONTAMINACION DE AGUA Y SUELO



ABATIMIENTO NIVELES FREATICOS



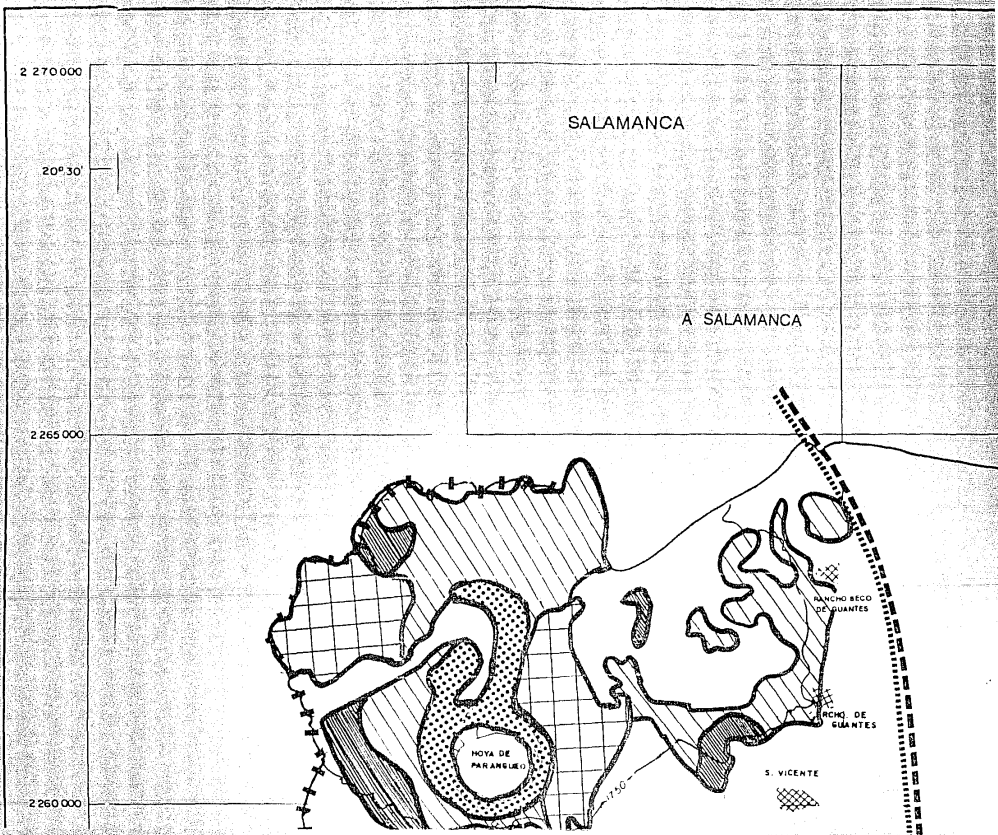
DEFORESTACION



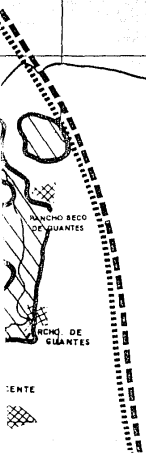
EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL 50 m.
ESCALA 1:50 000'

CONSTRUIDA CON BASE EN LAS CARTAS F14C62,63,72,73
DE EL INEGI

MEXICO 1992



CA



MANCHO BECO
DE LOS GIANTES

MANCHO DE
LOS GIANTES

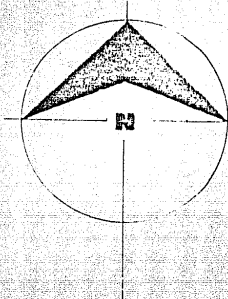
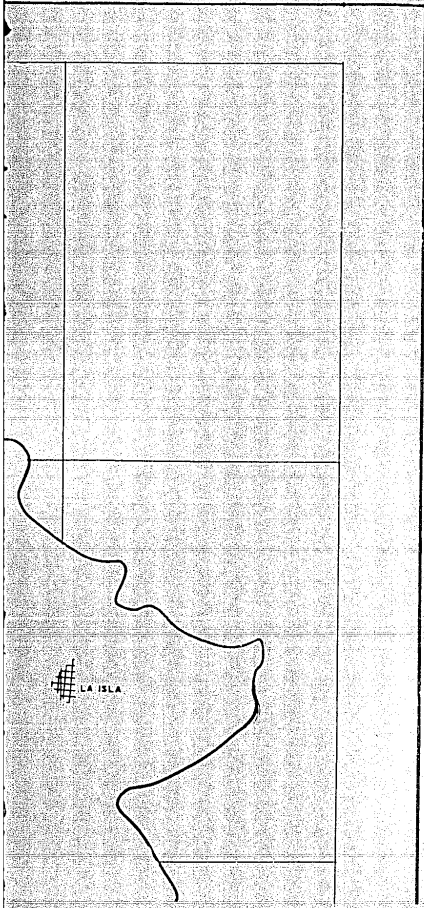
ENTE

LAS FLORES

CARMELITAS

LA ISLA





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ZARAGOZA"
CARRERA DE BIOLOGIA

EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES

20°25'

RINCON DE PARANGUED

A GUARAPO

S. MICHELIS DE PARANGUED

1750

HOYA S. NICOLAS

HOYA ESTRADA

HOYA ALBA

HOYA BLANCA

HOYA DE CINTORA

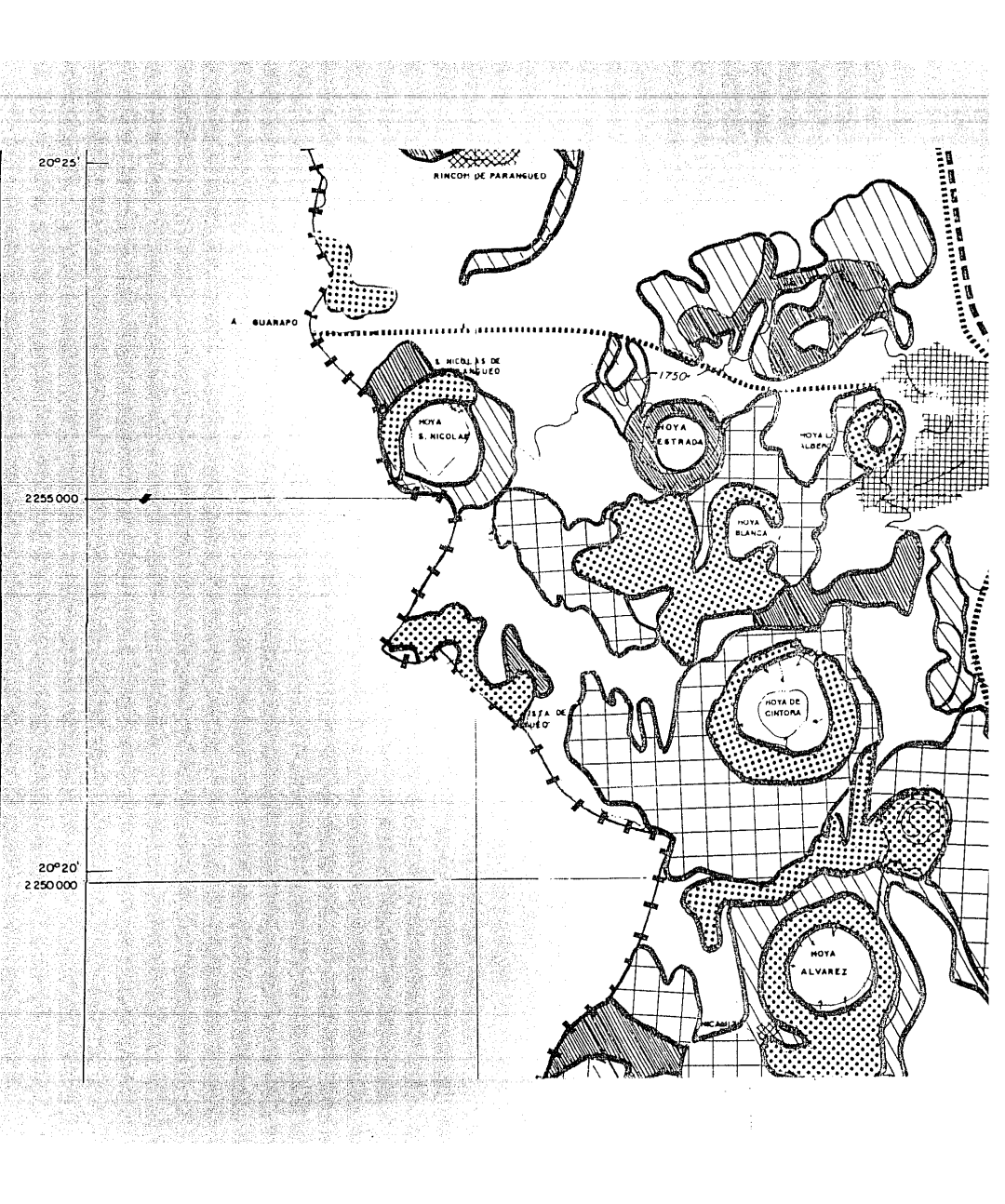
HOYA DE LA VEGA

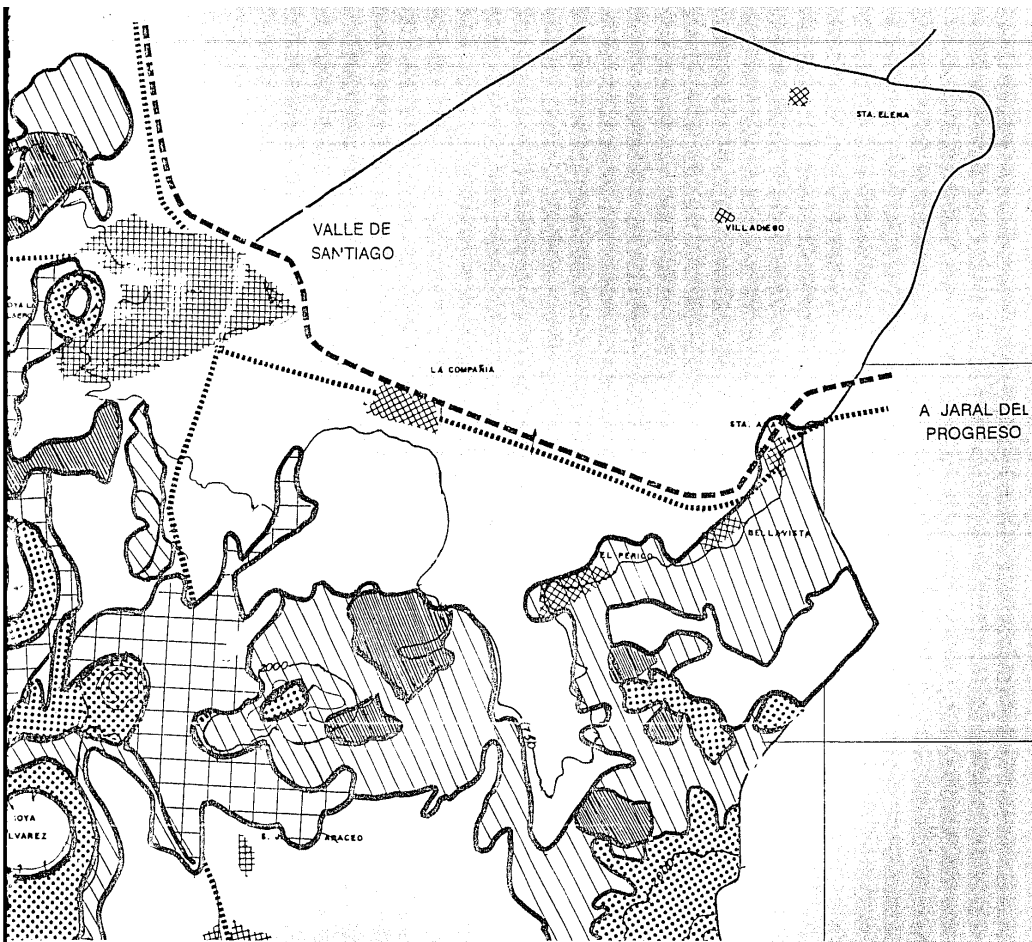
HOYA ALVAREZ

2255 000

20°20'

2250 000





RENOVABLES EN LA ZONA ORIENTE DEL MUNICIPIO DE VALLE DE SANTIAGO, GTO.

Recomendaciones para su manejo integral.










ELABORO: PATRICIA PADILLA SIXTO

REVISO: MTR. JORGE RIVERA ACEVES

M.C. ELISEO CANTELLANO DE ROSAS

VALLE DE SANTIAGO GTO.

SIGNOS CONVENCIONALES

- | | |
|---|-----------------------------|
|  | LIMITE MPAL. GEOESTADÍSTICO |
|  | CURVA DE NIVEL |
|  | CORRIENTE SUPERFICIAL |
|  | PRESA |
|  | LOCALIDADES |
|  | CARRRETERA PAVIMENTADA |
|  | FERROCARRIL |
|  | TERRACERIA |
|  | LIMITE ZONA DE ESTUDIO |

