

32
2 Gen



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA DEL
PROYECTO DE RIEGO "SAN LUIS TECPAN", GRO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
AQUILEO CRUZ VALDEZ**

MEXICO, D. F.

ABRIL DE 1985



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.

I N D I C E

INTRODUCCION

	Pág.
I. ANTECEDENTES GENERALES.	
1.1) Los estudios dentro del proceso de planeación agropecuaria	4
1.2) Generalidades de los estudios básicos	4
1.3) Niveles de precisión de los estudios	8
1.4) Objetivos generales del estudio	11
II. MONOGRAFIA REGIONAL Y ESTUDIOS BASICOS.	
2.1) Ubicación	12
2.2) Orografía	14
2.3) Geología regional	15
2.4) Factores climatológicos e hidrometeorológicos	15
2.5) Hidrografía	20
2.6) Aportación de los estudios básicos	22
III. INFRAESTRUCTURA.	
3.1) Obras hidráulicas	39
3.2) Medios de comunicación y sistemas de transporte	39

	Pág.
3.3) Electrificación	40
3.4) Agua potable y alcantarillado	41
3.5) Centros educativos, de investiga-- ción y asistenciales	42
IV. USO DEL AGUA Y DEL SUELO	
4.1) Aprovechamiento actual del agua	43
4.2) Uso actual del suelo	43
4.3) Agricultura	46
4.4) Ganadería	48
V. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL Y SU PROYECCION	
5.1) Balance agua-suelo	51
5.2) Elementos que propician el desarrollo de la zona	52
5.3) Factores que limitan el aprovechamien to de los recursos	53
5.4) Conclusiones de diagnóstico	54
5.5) Prognosis en ausencia de acciones	55
VI. DIRECTRICES DE DESARROLLO Y UTILIZACION POTENCIAL DE LOS RECURSOS	
6.1) Objetivos primordiales del proyecto	57
6.2) Previsiones para el aprovechamiento de los recursos	57

VII. SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

7.1)	Formulación y descripción de alternativas	60
7.2)	Dimensionamiento hidráulico de las presas	62
7.3)	Estimación preliminar de costos y programas de inversión	70
7.4)	Análisis de tamaño	79

VIII. INGENIERIA DE PROYECTO

8.1)	Características esenciales del esquema adoptado	87
8.2)	Dimensionamiento y descripción de las obras	88
8.3)	Presupuestos y programas de inversión del esquema adoptado	110

INTRODUCCION

El desarrollo de un país, está ligado intrínsecamente con el desarrollo de la agricultura. Para impulsar ese desarrollo, es necesario contar con estudios de planeación que contengan la factibilidad tanto técnica como económica de proyectos específicos.

La agricultura se puede intensificar de dos maneras: desarrollando proyectos de riego, cuando las condiciones naturales así lo permitan, o bien desarrollando proyectos de temporal tecnificado, también aprovechando las características naturales apropiadas.

El caso que presenta este trabajo es sobre un proyecto de riego, ubicado en la costa grande del estado de Guerrero, denominado San Luis Tecpan.

Para localizar y ubicar un proyecto de riego, es necesario contar con los recursos naturales en calidad y cantidad suficientes, estos recursos son suelo y agua. Los suelos tienen que presentar características agrológicas apropiadas para el desarrollo de la agricultura, lo que se determina en el correspondiente estudio agrológico. Mientras que el agua debe encontrarse de preferencia lo mas cerca posible a la superficie por regar, aprovechando los escurrimientos superficiales, o bien las aguas subterráneas almacenadas en los acuíferos; para ello es necesario efectuar el respectivo - - -

estudio hidrológico.

Existen, además de los estudios agrológico e hidrológico mencionados, el estudio topográfico y el geológico, denominados estos cuatro, estudios básicos para la elaboración de un estudio de un proyecto de riego.

Apoyándose en los datos y conclusiones de los estudios básicos, se está en posibilidad de diseñar en forma preliminar los anteproyectos que conformarían el proyecto de riego, estimando los costos preliminares así como los beneficios respectivos para efectuar la evaluación económica correspondiente.

En esta tesis, el caso que nos ocupa como ya se mencionó, es la presentación de un estudio a nivel de prefactibilidad del proyecto denominado San Luis Tecpan, Gro., para lo cual previamente se habían realizado los estudios básicos correspondientes.

En dichos estudios básicos, se determinó que existen unas 20 000 ha de suelos con características apropiadas para desarrollar en ellos una agricultura en forma intensiva, asimismo que existen dos corrientes superficiales (ríos San Luis y Tecpan) con agua suficiente para satisfacer las demandas generadas por el patrón de cultivos, calculadas utilizando el método Braney-Criddle.

Lo que se pretende con este trabajo, es encontrar la - - - -

magnitud del proyecto, tanto en el tamaño de las obras como en la superficie por regar de manera óptima. Para ello, en el capítulo VII (sistemas hidráulicos alternativos) se plantean y analizan diferentes alternativas de tamaño - y se determina a través del análisis beneficio-costos la alternativa óptima - desde el punto de vista económico, para posteriormente en el capítulo VIII - (ingeniería de proyecto) diseñar las obras recomendables en el análisis de tamaño y presentar las características principales de las mismas, así como el presupuesto estimado.

CAPITULO I

ANTECEDENTES GENERALES

1.1) Los estudios dentro del proceso de planeación agropecuaria

El papel de los estudios técnicos, está en proporcionar los elementos de juicio suficientes en la toma de decisiones para diseñar una estrategia agropecuaria que permita, bajo una definición sólida de criterios, el desarrollo del sector y el estímulo de los factores productivos.

El estudio de las obras y servicios, para utilizar eficiente y racionalmente los recursos en el sector agropecuario, es de vital importancia para prever y poder cubrir los aumentos de la demanda de alimentos y otros requerimientos importantes, que impondrá el crecimiento demográfico a la economía rural. Es por ello que se tiene la necesidad de jerarquizar adecuadamente los estudios por realizar, aplicando una política integral donde se vincule al sector agropecuario con el contexto de los otros sectores, tanto en su proceso, como en su desarrollo y aportación a la economía nacional.

1.2) Generalidades de los estudios básicos

Para el diseño de las obras en una zona de riego determina-

da, es preciso captar la información básica de los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos del área, mediante investigaciones y estudios realizados en forma integral. Dichos estudios comprenden a los Topográficos, Catastrales y de Uso del Suelo, los Hidrológicos, los Agrológicos y los Geológicos.

a) Estudios Topográficos, Catastrales y de Uso del Suelo.

Los estudios topográficos comprenden fundamentalmente levantamientos Terrestres y Fotogramétricos de: Cuen—
cas de Captación, Vasos de Almacenamiento, Sitios para Presas, Tramos de cauces y Terrenos Regables.

Los estudios Catastrales, abordarán lo concerniente a la estructura de los sistemas de tenencia de la tierra destacando las áreas y el número de agricultores de cada régimen, ya sea Pequeña Propiedad, Ejidal, Colonial ó Comunal. Estos estudios se apoyarán en los levantamientos topográficos preparados para la zona beneficia ble y serán congruentes con la precisión, escala y extensión cubiertas.

Por lo que respecta a los levantamientos de Uso del —
Suelo, éstos consisten fundamentalmente en determinar las superficies dedicadas a las labores Agrícolas y Pecu cuarias en riego ó temporal, así como aquéllas que se encuentran en descanso, las improductivas, las enmonta das, etc.

b) Estudios Hidrológicos. En el estudio hidrológico, se determina la disponibilidad de aguas superficiales para satisfacer el régimen de demanda que impondrá la zona regable, de acuerdo a lo que genere el patrón de cultivos previsible, considerando las deficiencias máximas admisibles en los diferentes períodos y también el tipo de aprovechamiento que se haga de la corriente (almacenamiento, derivación, bombeo o toma directa), todo esto basado en la información hidrométrica disponible. Las deficiencias en el aprovechamiento de las aguas superficiales, pueden superarse con el empleo de las aguas subterráneas.

Este estudio proporciona también la información sobre las avenidas de la corriente, que pueden presentarse en diversos períodos de retorno, y el efecto regulador de la obra de captación, si se trata de una presa de almacenamiento, y en caso necesario prever la construcción de las obras de protección contra inundaciones.

c) Estudios Agrológicos. El estudio agrológico permite definir las características físicas, químicas, bióticas, e hidrodinámicas de los suelos, con el fin de planear su aprovechamiento en el desarrollo intensivo de la agricultura.

Los resultados de este estudio se presentan en un plano

de series, tipos y fases de suelos, así como la clasificación agrícola de los mismos (clases 1 a 6), mostrando en un cuadro sinóptico las áreas cubiertas por cada concepto y sus respectivos porcentajes en relación a la totalidad de superficie estudiada.

El estudio debe incluir también los planos de isobatas, e isohypsas de permeabilidad, así como de salinidad y/o sodicidad de la zona regable, a las escalas respectivas, para poder sobreponer los planos de suelos con los topográficos y catastrales.

- d) Estudios Geológicos. Los estudios geológicos son los encargados de llevar a cabo el programa de exploraciones y sondeos necesarios para definir cabalmente la permeabilidad y calidad de las rocas. Estos estudios se realizan como complemento de la información básica necesaria en el diseño de las obras y trabajos preagrícolas de la zona, esto es, se requiere el estudio geológico del sitio seleccionado para derivar o desviar las aguas del cauce hacia los terrenos regables.

Las características del estudio varían en función de la importancia de la corriente y las condiciones geológicas del sitio, así como del tipo de captación de que se trate (almacenamiento, derivación, bombeo o toma directa). De tal forma, se elaborarán los perfiles geo-

lógicos que permitan definir las características y detalles del anteproyecto: trincheras, dentellones, pantallas flexibles, inyecciones, etc.

Por otra parte, deben localizarse los bancos de materiales (roca, grava, arena y arcilla) necesarios para construir la clase de estructura adoptada.

1.3) Niveles de precisión de los estudios

Debido al gran número de factores interdependientes — que intervienen en esta clase de proyectos, el diseño de las obras en las zonas por beneficiar ya sea con riego o temporal tecnificado, debe efectuarse a distintos niveles de aproximación, de tal forma que los análisis, que se lleven a cabo para combinar los recursos productivos de la zona, sean considerados por etapas. Dichas etapas se clasifican en cuatro niveles, denominados: 1) Gran Visión, 2) Prefactibilidad, 3) Factibilidad y 4) Detallado o Ejecutivo, de tal forma que las tres primeras etapas corresponden a la fase de PREINVERSION y la cuarta a la fase de INVERSION.

- 1) NIVEL DE GRAN VISION.- Corresponde a la primera etapa en la definición de los proyectos y se basa fundamentalmente en el aprovechamiento de la información ya existente, complementado con reconocimientos de campo y el uso intensivo de la foto-

grametría y la fotointerpretación. En este nivel dada sus características de aproximación, es muy apropiado el estudio de grandes extensiones y así detectar uno, o una serie de proyectos con la mínima inversión.

- 2) NIVEL DE PREFACTIBILIDAD.- Corresponde a la segunda etapa de aproximación y se basa en la información obtenida en la fase de Gran Visión como punto de partida para llevar a cabo las mismas actividades con mayor precisión. En este nivel se requiere contar con todos los estudios básicos, - pues las suposiciones hechas en Gran Visión hay que refinarlas haciendo el anteproyecto correspondiente. Además se requiere de la asesoría de especialistas en los estudios básicos y en economía a fin de que resulte un estudio útil.

- 3) NIVEL DE FACTIBILIDAD.- En este nivel se aprovecha la información y conclusiones obtenidas en la fase de prefactibilidad, a fin de llegar prácticamente al diseño definitivo, determinando la factibilidad técnica y económica de que pueden realizarse las obras propuestas. A este nivel se realiza un análisis socio-económico con el cual se -

determina si el proyecto deberá ser realizado a corto o mediano plazo en función de la competencia con otro u otros proyectos, o en su caso posponer su ejecución.

- 4) DETALLADO O EJECUTIVO.- El estudio detallado o ejecutivo corresponde prácticamente a la etapa constructiva de las obras propuestas en la fase de factibilidad de tal forma que ya ha sido evaluado y aprobado tomando en cuenta los impactos ambientales que provocaría su realización.

Un aspecto que es conveniente señalar, es que al efectuar los estudios a los distintos niveles mencionados, es necesario contar con los estudios básicos a la precisión que demande el estudio integral. Esto es que a medida que se va incrementando la precisión de los estudios integrales, se debe utilizar los estudios básicos a mayor detalle.

Así tenemos que para el estudio a nivel de prefactibilidad se debe contar con los estudios básicos a la precisión siguiente:

<u>Topografía:</u>	Planos a escala 1:20 000 con curvas de nivel entre 1 y 5 m de equidistancia vertical; (para las obras de cabeza es conveniente disponer de planos a escala - - - 1:5 000 con curvas a cada metro.
--------------------	---

Tenencia y uso
del suelo:

Investigación de campo o Fotogramétrica y verificaciones en la SRA, para obtener linderos entre las diferentes formas de tenencia, sin delimitar predios - - - - (planos 1:20 000).

Geología:

Planos fotogeológicos con apoyo en la topografía; en sitios de obras se debe disponer de estudios geológicos de reconocimiento superficial y se debe formular el programa de exploraciones.

Agrología:

Nivel semidetallado en el que se tengan planos de series y clases de suelos (uso actual del suelo). Los planos se formarán sobre los topográficos base.

1.4) Objetivos generales del estudio

El presente estudio se encuentra a nivel de prefactibilidad y se pretende definir preliminarmente las principales características de las obras a que haya lugar, con el fin de incorporar al riego una extensión de unas 18 500 ha localizadas en las inmediaciones de las márgenes de los ríos San Luis y Tecpan.

CAPITULO II

MONOGRAFIA REGIONAL Y

ESTUDIOS BASICOS

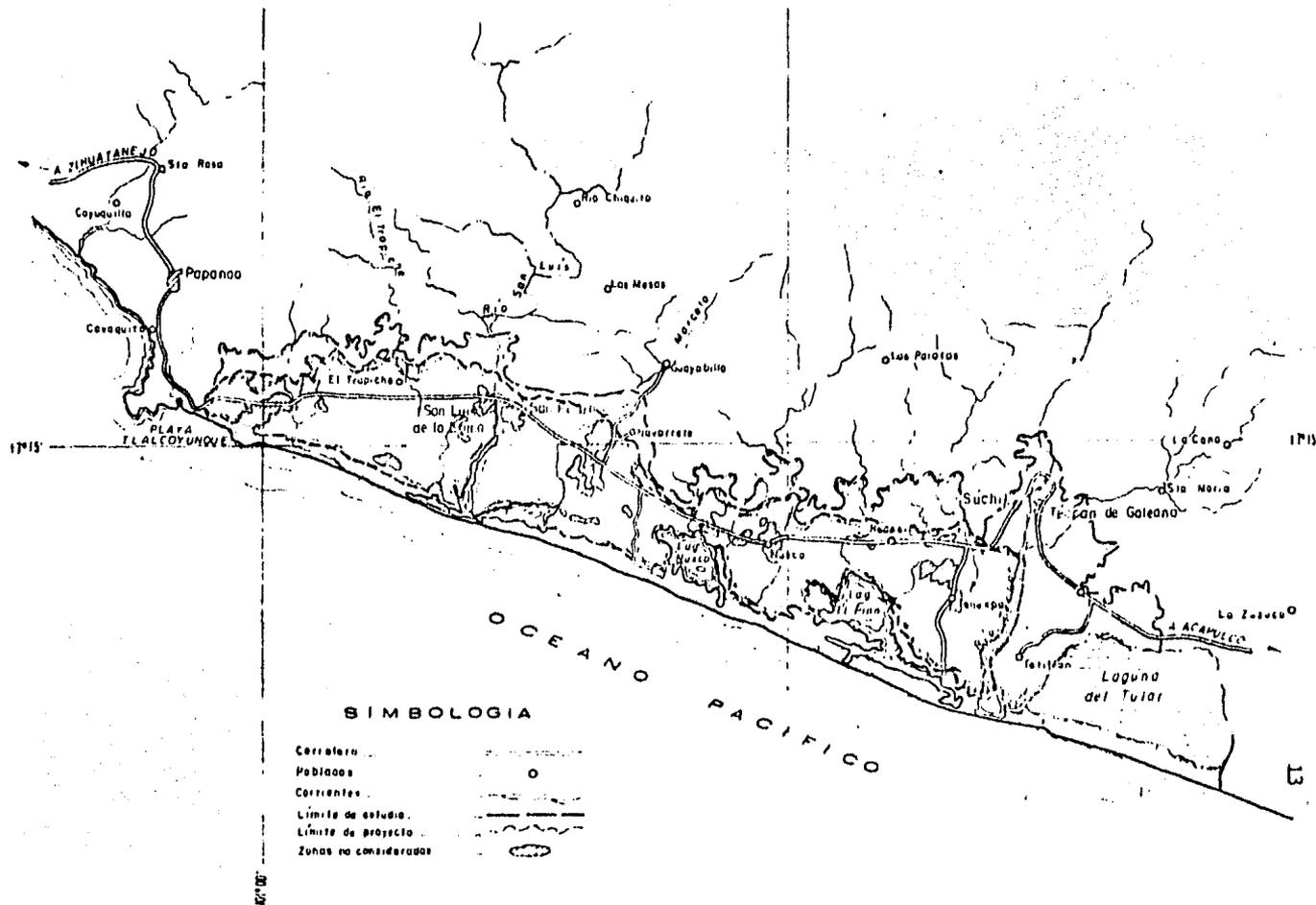
2.1) Ubicación

Sobre la planicie costera del estado de Guerrero, en la porción suroeste de dicha entidad, hacia ambas márgenes de los ríos San Luis y Tecpan, se localizan las áreas susceptibles de beneficiarse con la realización de las obras que comprenden este proyecto y que alcanzan una extensión de 20 000 ha; dicha superficie se localiza entre las elevaciones 5 y 28 m sobre el nivel del mar.

Según puede apreciarse en el Croquis (2.1.1) la zona beneficiable se halla limitada, hacia el norte por estribaciones de la Sierra Madre del Sur que comprenden los cerros Coyotes (250 m), Chorreada (600 m) y La Negra (600 m); por el oriente, limita con el río Atoyac; al sur, con los esteros Bayón y La Cinta, las lagunas Nuxco y el Tular y con el Océano Pacífico; y hacia el oeste con estribaciones de la sierra mencionada que comprenden los cerros Papanoa y Tamarindo.

Geográficamente, la zona beneficiable se localiza entre los paralelos 17°06' y los 17°18' de latitud norte y entre los meridianos 100°29' y los 101°02' de longitud occidental.

CROQUIS (2.1.1)
 LOCALIZACION DE LA ZONA BENEFICIABLE
 ESC 1 250 000



Políticamente abarca parte de los municipios de Tecpan de Galeana, Atoyac de Alvarez y San Jerónimo de Juárez. Forma parte, además del Distrito de temporal N° 48 Zihuatanejo-Petatlán, Gro.

En el área beneficiable y sus alrededores se localizan las poblaciones de San Luis de La Loma, San Luis San Pedro, Tenexpa, Tecpan de Galeana, Atoyac de Alvarez y San Jerónimo de Juárez, que figuran entre las más importantes, por la actividad económica que desarrollan.

2.2) Orografía

La planicie de referencia, es muy angosta, pues la cota 100 m, se encuentra por lo general a menos de 10 km del litoral; esta planicie está situada al pie de la Sierra Filo Mayor, conocida también con el nombre de -- Cumbres de la Tentación, que forma parte de la Sierra Madre del Sur, cuyas estribaciones descienden --hacia el oeste de la zona de estudio-- hasta la esta, formando los cerros Papanoa y Tamarindo.

Las elevaciones más notables que rodean a la zona de estudio son los cerros Coyotes (250 m), Chorreada (600 m), Piedra Parada (550 m) y La Negra (500 m).

La llanura presenta pendientes suaves, interrumpida por lagunas y esteros que se localizan en las cercanías de la costa; como la Laguna -

de Nuxco, en la desembocadura del arroyo del mismo nombre, y los esteros Bayón y La Cinta en la propia del río San Luis, y el de Tenexpa formado por el arroyo Barrancón.

2.3) Geología regional

La llanura mencionada es del tipo de emersión, o sea que se ha desarrollado por un continuo proceso de avance de la costa hacia el mar, - manifestado por la existencia de lagunas litorales, algunas ya azolvadas, así como por la presencia de un cordón litoral bien definido.

En el área de proyecto predominan las rocas ígneas de origen intrusivo del tipo granito, que están constituidas predominantemente por cuarzo, feldespato y ortoclasa. La mayor parte de las áreas bajas se encuentran - cubiertas por boleos y en la parte superior por arenas resultante de la desintegración mecánica del granito.

El área regable está cubierta por formaciones consistentes en depósitos de aluvión, terrazas bajas, suelos residuales sobre roca granítica y suelos arenosos, predominando estos últimos.

2.4) Factores climatológicos e hidrometeorológicos

Con base en los registros de la estación climatológica San --

Luis San Pedro, ubicada dentro de la zona de proyecto, y de acuerdo con la clasificación de Thornthwaite, el clima en la región es del tipo Dd A'a'; es decir, seco, con pequeña demasía de agua; siendo además cálido, con régimen normal de calor. La concentración térmica en verano es de 34%.

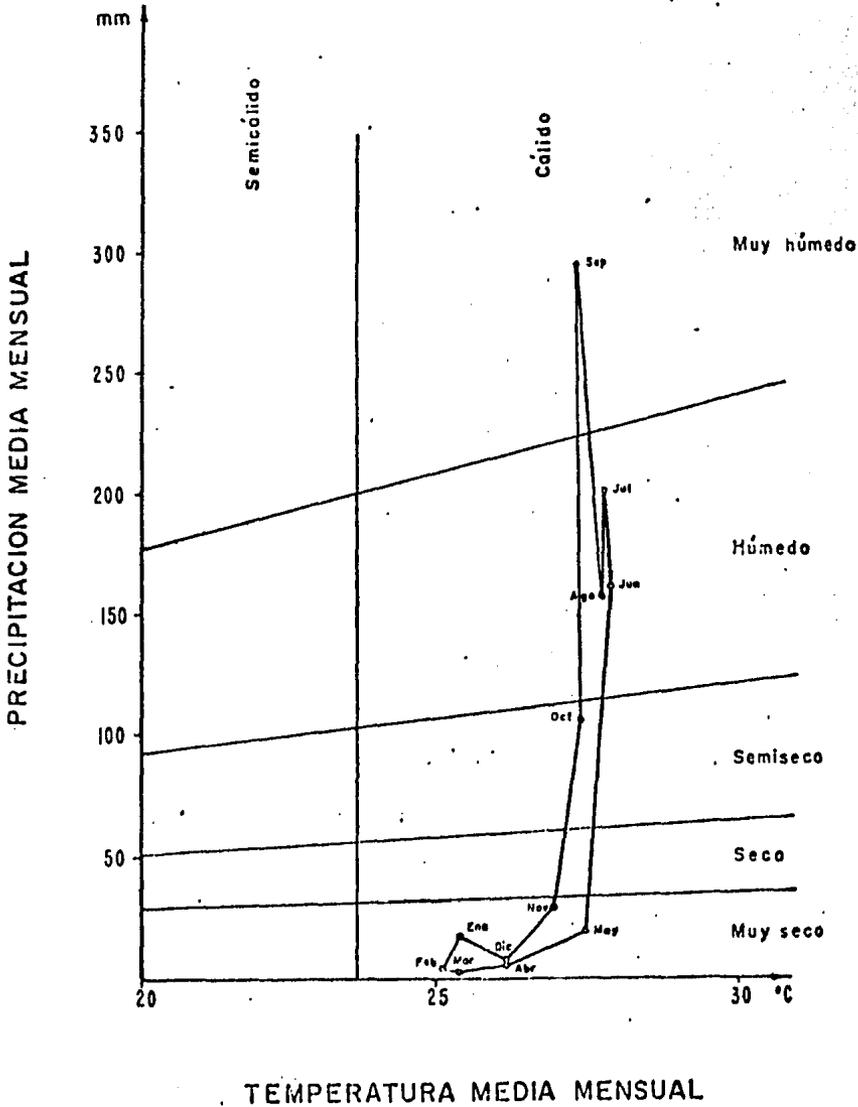
La temperatura media anual, calculada con base en los registros efectuados en dicha estación durante el período 1956-1980, es de 26.8°C. La temperatura máxima media anual —de 28.1°C— corresponde a 1977, y la mínima de igual orden —que cifró 24.8°C— a 1971. Como puede observarse en la Gráfica (2.4.1), en la cual aparecen los promedios de las temperaturas medias mensuales, la máxima de estas —de 27.9°C— corresponde al mes de junio, y la mínima —de 25.1°C— a febrero. La temperatura máxima absoluta ascendió a 39.5°C registrada en el mes de mayo de 1963; y la mínima de igual índole — que fue de 13°C ocurrió en febrero de 1963, en marzo de 1970 y en febrero y marzo de 1971.

Por lo que se refiere a incidencia de heladas, cabe aclarar que, en la región, no ocurrió ninguno de estos fenómenos durante el período de observaciones de la estación considerada.

Por cuanto se refiere a precipitación, de acuerdo a los registros efectuados en la estación mencionada para el período 1953-1980, la media anual es de 987.5 mm, siendo 1955 el año de mayor lluvia con 2 375 mm; y --- 1965, el de menor precipitación con 356.1 mm. Según puede observarse en el climograma mencionado, donde también figuran los valores de las lluvias me---

GRAFICA (2.4.1)

CLIMOGRAMA SEGUN EL METODO DE THORNTHWAITE
 ESTACION SAN LUIS - SAN PEDRO
 (1953 - 1980)



días mensuales, la temporada lluviosa corresponde al lapso junio-octubre, período en que ocurre el 93% de la lluvia media anual; también puede apreciarse que septiembre es el mes al que corresponde la mayor precipitación cuyo promedio alcanza 293.6 mm mientras que los meses más secos son febrero, marzo y abril.

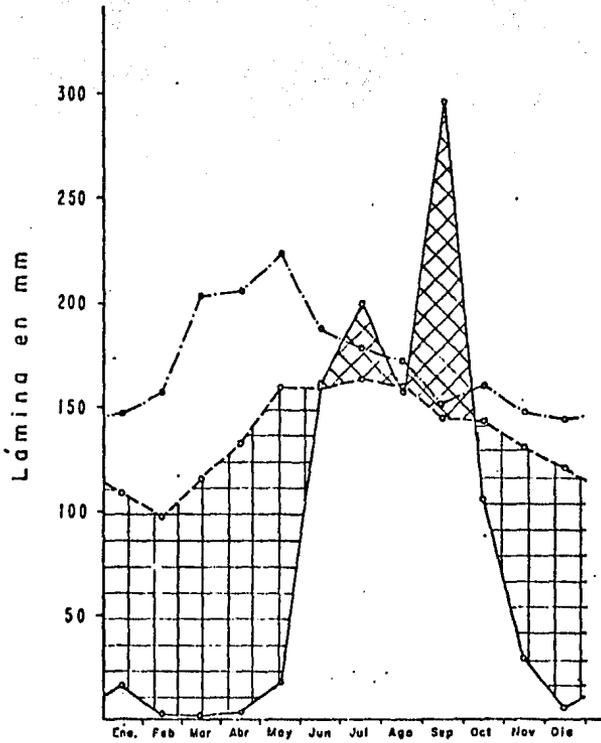
Por lo que toca a la incidencia de granizadas, este fenómeno es nulo en la zona de estudio pues en el período de registros no ocurrió ninguna de ellas.

Por otra parte la región se ve afectada por la presencia de ciclones que se generan en el Pacífico-Sur. Durante el período 1930-1978 se presentaron en las cercanías y dentro de la zona de estudio 39 ciclones, pasando 12 de ellos por el área de proyecto ocasionando abundantes lluvias provocando crecientes en los ríos San Luis y Tecpan, entre otros.

La evaporación media anual de la zona - - - - -
 —ver Gráfica (2.4.2)— cifra, de acuerdo con la estación considerada en —
 2 064.2 mm, habiendo ocurrido la máxima —de 2 306.0 mm— en 1976, y la mínima —de 1 827.0 mm— en 1971. Como puede verse en la gráfica mencionada la mayor concentración de la evaporación tiene lugar en los meses de marzo a - -
 agosto, período en el que ocurre el 57% del total anual; la máxima evapora—
 ción mensual se presenta en mayo.

Por lo que respecta a evapotranspiración potencial, utilizan-

RELACION ENTRE LA PRECIPITACION, EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
 ESTACION SAN LUIS - SAN PEDRO
 (1953 - 1980)



SIMBOLOGIA

- | | | | | |
|------------------------------|-----------|-------------|-------|---|
| Precipitación | ----- | Deficiencia | ----- |  |
| Evaporación | - - - - - | Excedencia | ----- |  |
| Evapotranspiración potencial | - · - · - | | | |

do el método de Thornthwaite, se determinó la que acontecería anualmente, dicho cálculo arrojó la cifra de 1 639.8 mm. En la gráfica (2.4.2) puede observarse, que la precipitación sobrepasa a la evapotranspiración potencial en los meses junio, julio y septiembre.

2.5) Hidrografía

El río San Luis nace en la Sierra Filo Mayor que es una estríbación de la Sierra Madre del Sur a unos 2 750 m de altitud en el estado de Guerrero; su rumbo general es hacia el sur. Inicialmente se le conoce como río Grande por unos 35 km hasta las cercanías de la estación climatológica — Gloria Escondida — que es operada por la SARH— y a partir de allí toma ya el nombre de río San Luis hasta desembocar unos 15 km aguas abajo en el sitio — llamado Boca de San Luis. Por la margen derecha no tiene afluentes importantes; por la izquierda en cambio si pueden considerarse tres de ellos que corren sensiblemente hacia el suroeste y son el arroyo El Salto, el río Chiquito y el arroyo Guayabo.

La cuenca del río San Luis limita al norte con la propia del río Balsas, al este con la del río Tecpan en su parte alta, y con la del arroyo Nuxco en la baja; al sur con el Océano Pacífico y al oeste con la cuenca del río Coyuquilla.

Se puede considerar que el origen del río Tecpan está en las

cumbres de los cerros Grande, Tres Cruces y Conejo pertenecientes a la Sierra Madre del Sur, a unos 2 000 m de altitud con el nombre de arroyo Magueyes o Tepalcatepec; inicialmente baja con dirección norte-sur la que después de unos 25 km de recorrido cambia hacia el sureste y 5 km aguas abajo recibe, por su margen izquierda la aportación del río Carrizal y un poco más adelante a intervalos de 5 km recibe, también por la margen izquierda, los arroyos Frio y Moreno, a partir de esta confluencia toma el nombre de río Tecpan, y a unos 10 km aguas abajo se le incorpora, por la misma margen el río Chiquito que es el más importante de sus afluentes y que nace en el cerro Naranjo, en la Sierra Madre del Sur y sigue un rumbo suroeste durante todo su recorrido de aproximadamente 35 km. A partir de esta confluencia, el San Luis cambia de rumbo ligeramente al suroeste y unos 15 km aguas abajo pasa por la ciudad de Tecpan de Galeana y 3 km adelante recibe, por la margen izquierda la aportación del arroyo Ajuquiaque, finalmente, desemboca en el Océano Pacífico tras otros 7 km de recorrido.

La cuenca del río Tecpan adopta la forma de un triángulo cuya base, hacia el norte está definida por la Sierra Madre del Sur y el vértice inferior está constituido por su desembocadura en el Océano Pacífico. Hacia el este limita con la cuenca del río Atoyac y hacia el oeste con las de los ríos San Luis y Nuxco.

2.6) Aportación de los estudios básicos

Como se mencionó anteriormente, la aportación de los estudios básicos es fundamental en la integración del estudio de prefactibilidad. A través de estos estudios —topográficos, agrológicos, geológicos y la hidro-metría respectiva— se puede formar una idea clara de los recursos naturales disponibles en la zona de proyecto.

A continuación se describe en forma somera, la información captada por cada uno de ellos.

a) Estudios topográficos

A fin de planear y definir la zona que nos ocupa, se consultó la información cartográfica elaborada por la Secretaría de la Defensa Nacional, sobre planos formulados a escala 1:100 000, con curvas de nivel a cada 50 m. Posteriormente se realizaron los trabajos de campo correspondientes para conocer a detalle las características del relieve del área en estudio.

Como resultado de los trabajos realizados, la superficie estudiada abarcó aproximadamente 36 766 ha, obteniéndose planos en escala 1:5 000, con curvas de nivel cada metro y reducciones a escala 1:20 000. Cabe aclarar, que en dicha extensión se detectaron pendientes que fluctúan entre 0.5 y 1% en la parte central, y en la porción norte de 2 a 4 %.

b) Estudios de tenencia de la tierra

Apoyándose en los planos topográficos obtenidos, se realizó la investigación correspondiente sobre la estructura de la tenencia de la tierra en una superficie de 36 766 ha, habiéndose determinado la coexistencia de propiedad particular y régimen ejidal.

La primera abarca una extensión de 6 410 ha, representando - el 17.4 % de la superficie total, repartida en 818 pequeños propietarios que poseen 7.8 ha como área media. Cabe aclarar que los predios mayores de 5.0 ha constituyen el 84.2 % de dicha superficie. El régimen ejidal se presenta en forma predominante, habiéndose identificado nueve ejidos que suman 30 355 ha y que representan el 82.6 %, siendo 2 270 el número de ejidatarios con promedio de 22.3 ha por agricultor. Estos datos se presentan, en forma desglosada, en el Cuadro (2.6.1).

c) Estudios agrológicos

El estudio agrológico abarcó una extensión de 21 152 ha, de las cuales aproximadamente el 69 % presenta características propicias para su uso agrícola bajo riego; en dicha superficie se detectaron nueve series de - suelos, cuya descripción aparece en el Cuadro (2.6.2).

La serie San Jerónimo abarca una extensión de 4 495 ha de - suelos ubicados en ambas márgenes del río San Luis y algunas porciones - - -

CUADRO (2.5.1)
TENENCIA DE LA TIERRA

REGIMEN	AREA DE ESTUDIO		AGRICULTORES		AREA MEDIA POR AGRICULTOR
	ha	%	Nº	%	
<u>Propiedad particular</u>	<u>6 410.2</u>	<u>17.4</u>	<u>818</u>	<u>37.6</u>	<u>7.8</u>
Menos de 5.0	1 014.4	2.6	372	17.1	2.3
De 5.1 a 10.0	1 751.7	4.8	274	12.6	6.3
De 10.1 a 20.0	1 854.6	5.1	131	6.0	14.1
De 20.1 a 50.0	952.1	2.6	32	1.5	29.7
De 50.1 a 100.0	514.4	1.4	7	0.3	73.4
Mayores de 100.0	323.0	0.9	2	0.1	161.5
<u>Ejidal</u>	<u>30 355.3</u>	<u>82.6</u>	<u>2 270</u>	<u>62.4</u>	<u>22.3</u>
El cerrito	1 500.4	4.1	70	2.2	21.4
El Llano	6.0	0.0	1	0.0	6.0
De Nuxco	4 462.2	12.2	686	22.2	6.5
San Luis La Loma	8 318.4	22.6	283	9.2	29.3
San Luis San Pedro	7 026.2	19.1	325	10.5	21.6
El Suchil	350.4	1.0	116	3.8	3.0
Tecpan de Galeana	2 167.6	5.9	42	1.4	51.6
Tenexpa	4 387.3	11.0	466	15.1	9.4
Tetitlán	2 136.8	5.8	281	9.1	7.6
TOTAL :	36 765.5	100.0	3 088	100.0	11.9

CUADRO (2.6.2)

SERIES DE SUELOS

SERIES	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE %
San Jerónimo	4 494.8	21.25
Jovero	3 259.6	15.41
Depresión	1 220.8	5.77
Médanos	1 380.8	6.53
Carrizal	2 126.0	10.05
El Llano	456.8	2.16
Costa Grande	5 802.0	27.43
Tecpan	2 011.2	9.51
Barrancón	400.0	1.89
TOTAL	21 152.0	100.00

cercanas al río Nuxco. Dichos suelos son de formación aluvial, jóvenes, profundos, planos o casi planos, con pendientes de 1 a 3 %, de texturas medias, drenaje eficiente y sin problemas de manto freático. En general no presentan problemas de salinidad, excepto en la fase salina, misma que presenta ligera afectación salino sódica.

La serie Jovero, que ocupa una superficie de 3 259 ha, se caracteriza por estar localizada en forma dispersa por toda la zona. Sus suelos son de formación aluvial, recientes, profundos, planos y con pendientes que oscilan entre 1 y 2.5 %. Sus texturas van de medias a gruesas y tienen buen drenaje; no existen problemas de manto freático, a excepción de ciertas zonas localizadas en los extremos suroeste y sureste del poblado de Nuxco, sitio donde la profundidad alcanza de 174 a 200 cm. En términos generales no existen problemas de salinidad y sodicidad, a excepción de una pequeña porción, también al suroeste de Nuxco, que muestra un grado incipiente de salinidad.

Respecto a la serie Depresión, sus suelos comprenden una superficie de 1 221 ha distribuidos, en su mayoría, en la periferia de la laguna de Nuxco, en las cercanías de los esteros y en la desembocadura del río San Luis. Son de formación aluvial-lacustre, semimaduros, semiprofundos, planos, con pendientes menores al 1.0 %. Sus texturas son medias en las capas superficiales y finas en las demás; el drenaje es lento y el manto freático se localiza entre 110 y 140 cm de profundidad. Presentan diversos grados de afectación salino sódica.

En los suelos de la serie Médanos alcanzan una extensión de 1 381 ha y quedan ubicados en una franja, de anchura variable, paralela al mar, a todo lo largo de la zona en estudio. Son de formación sódica marina, jóvenes, profundos, suavemente ondulados u ondulados, con pendientes que varían de 2 al 4 %. Poseen texturas gruesas, drenaje moderado a rápido y sin problemas de manto freático; asimismo, no presentan afectaciones de salinidad y/o sodicidad.

La serie denominada Carrizal, comprende una extensión de 2 126 ha, distribuidas al sur de la zona en estudio y se extiende en franjas de anchura variable. Son suelos de formación aluvial, reciente y moderadamente profundos; planos o suavemente ondulados, con pendientes que oscilan de 1.7 a 2.3 %, a excepción de los pertenecientes a la fase ondulada cuyos declives varían de 3 a 10 %. Estos suelos presentan texturas moderadamente gruesas a gruesas, drenaje eficiente, sin problemas de manto freático y en términos generales no presentan problemas de salinidad y/o sodicidad.

La serie El Llano, que comprende una extensión de 457 ha ubicadas al oeste de la zona en estudio, tiene suelos de formación *in situ* aluvial, jóvenes, limitados por piedras, de poca a mediana profundidad que oscila entre 30 y 96 cm, además son planos, con pendientes de 0.7 al 1.0 %. Asimismo, presentan texturas medias, drenaje moderado y sin problemas de manto freático, sin embargo se encuentran afectados por sodio en primer término y en menor grado por salinidad.

La serie Costa Grande reúne suelos que abarcan una superficie de 5 802 ha; son de formación *in situ*, inmaduros y de poca a mediana profundidad, se encuentran limitados por estratos impermeables que varían entre 40 y - 100 cm, su relieve es ondulado, con pendientes que varían entre 4 y 20 %. Presentan texturas medias, drenaje moderado y sin problemas de salinidad y/o sodicidad. Esta serie presenta una fase profunda, caracterizada por un perfil también profundo, textura media, ondulado y con peligro de erosión.

La serie Tecpan ocupa una superficie de 2 011 ha, distribuidas tanto en la margen derecha del río Tecpan como en la izquierda del San Luis, así como en ambas márgenes del río Nuxco. Estos suelos son de formación aluvial, recientes, profundos, casi planos, con pendientes que fluctúan entre 1.1 a 2.5 %; muestran texturas medias a gruesas, drenaje eficiente y no presentan problemas de manto freático, asimismo, no tienen problemas de salinidad o sodicidad. Esta serie presenta una fase inundable denominada Tecpan, susceptible de inundaciones en la temporada de lluvias, que se localiza en las áreas colindantes de los ríos San Luis y Nuxco.

Por último la serie Barrancón, localizada en las cercanías del poblado de Rodesia y comprende una extensión de 400 ha. Sus suelos son de formación *in situ* aluvial, semimaduros, de profundidad media, suavemente ondulados y con pendientes de 2 a 3 %. Presentan texturas medias, de buena profundidad y drenaje eficiente, carecen de manto freático y no presentan problemas de salinidad y/o sodicidad. En esta serie se distinguieron dos fases, a saber: fase ondulada Barancón y fase permeable Barrancón. La primera, - - -

localizada en dos pequeñas áreas al oeste del poblado de Rodesia, se caracteriza por tener suelos ondulados, con pendientes de 3 a 7 % y texturas medias a finas. La segunda, que comprende una pequeña área al suroeste del poblado de Rodesia, presenta un perfil arenoso.

Ahora bien, tomando en consideración las especificaciones de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos para este tipo de estudio, se identificaron cinco clases de suelos. La superficie que ocupa cada una de ellas se puede apreciar en el Cuadro (2.6.3), donde también se menciona su participación porcentual respecto al total. A continuación se hace la descripción de cada una de ellas.

Los suelos de primera clase constituyen los mejores de la zona en estudio, son capaces de producir altos rendimientos de cultivos anuales y/o frutales bajo riego, están climáticamente adaptados y sus costos de mejoramiento son relativamente bajos. Estos suelos se agruparon en la serie San Jerónimo.

Los de segunda clase reflejan una buena aptitud para la explotación agrícola bajo riego, sin embargo presentan ligeras restricciones para su uso, resultando de ello un manejo agrícola más costoso para la obtención de altos rendimientos, en relación con los suelos de primera clase.

Los suelos de tercera clase ofrecen una mayor marginación para su uso agrícola bajo riego, puesto que requieren de un alto manejo para -

CUADRO (2.6.3)

CLASES DE SUELOS

CLASE	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE
Primera	2 917.0	13.79
Segunda	7 100.2	33.57
Tercera	4 494.4	21.25
Cuarta	2 662.8	12.59
Sexta	3 977.4	18.80
TOTAL	21 152.0	100.00

obtener moderados rendimientos. Se presentan los mismos factores de demérito que los de segunda clase, además de la pendiente, profundidad del manto freático, profundidad del estrato impermeable, inundación, erosión y salinidad.

Los suelos de cuarta clase presentan una utilidad muy restringida para fines agrícolas bajo riego a causa de severas limitaciones, por ello se requiere de un muy alto nivel de manejo para alcanzar rendimientos satisfactorios. Están afectados por los mismos factores de demérito que los de tercera clase, además de la textura arcillosa, sodicidad y permeabilidad lenta.

Finalmente, los suelos de sexta clase no presentan ninguna posibilidad para su explotación agrícola bajo riego, por las limitaciones severas que padecen, además de su drenaje y topografía, por lo que deben descartarse del proyecto de riego.

d) Estudios geológicos

En términos generales las rocas que afloran en la superficie en estudio son de origen ígneo, metamórfico y sedimentario. Las primeras varían en cuanto a su composición —desde un granito hasta una granodiorita—, todas ellas derivadas de un cuerpo ígneo denominado Batolito de Guerrero que se encuentra subyaciendo a rocas volcánicas terciarias, comprendidas desde el poblado de Tecpan de Galeana hasta las proximidades de Zihuatanejo y cuya edad corresponde al Eoceno.

Se localizan rocas volcánicas terciarias al noroeste del arroyo Juan López y al norte de la cuenca del río San Luis, representadas por tobas de composición andesítica.

Las rocas metamórficas que afloran en la región se correlacionan en el Complejo Xolapa, de edad Paleozoica, que se encuentra representado por tres miembros; el inferior que corresponde a un metaconglomerado basal, el medio a gneises y el superior a esquistos verdes. Asimismo, se localizan afloramientos de estas rocas al norte, en el arroyo La Palapa y rancherías del mismo nombre; en el paraje El Guayabo y en el rancho y arroyo Juan López se localizan, además, afloramientos de gneises y esquistos verdes; finalmente, al oeste del sitio, en los arroyos Polanco, Coyol y Pericos y en zonas aledañas a Camalotitos, se observaron afloramientos de los tres miembros.

Las rocas sedimentarias que se presentan en el área correspondiente al Cuaternario y son el producto de depósitos de materiales disgregados por intemperismo de las rocas preexistentes que, a su vez, forman suelos y formaciones aluviales.

e) Hidrometría

Los escurrimientos del río San Luis han sido aforados desde 1958 en la estación hidrométrica del mismo nombre, localizada en las proximidades del poblado de San Luis, Gro. En el Cuadro (2.6.4), que consigna los escurrimientos mensuales y anuales de este río; para el período 1958-1980, se

CUADRO (2.6.4)

VOLUMENES DE ESCURRIMIENTO

-- ESTACION SAN LUIS --

(hm³)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1958	32.4	15.2	8.7	3.5	2.3	39.4	181.0	173.5	287.4	212.8	115.9	46.8	1 118.9*
1959	29.0	10.8	7.6	6.8	6.5	42.7	91.8	198.9	193.3	269.0	82.9	41.4	980.7
1960	21.7	21.3	15.7	10.4	9.8	17.4	66.7	145.9	134.2	143.9	67.6	39.5	694.1
1961	18.6	5.9	3.1	0.9	0.5	15.9	84.3	84.4	205.2	79.8	176.1	31.0	705.7
1962	15.1	8.6	4.9	1.6	1.9	23.8	100.7	90.9	257.7	168.8	47.7	26.6	748.3
1963	12.9	6.7	3.2	2.7	2.6	14.2	57.9	86.0	262.5	140.1	69.5	25.8	684.1
1964	17.5	7.8	3.0	1.8	1.7	11.4	96.3	91.1	175.5	157.4	41.4	20.8	625.7
1965	12.2	8.2	3.5	2.2	1.1	11.3	13.1	50.9	78.2	104.8	40.7	19.7	345.9*
1966	10.4	4.5	3.2	2.5	2.7	42.3	94.8	108.4	129.7	124.4	31.9	20.2	577.0
1967	17.1	5.4	3.1	2.4	2.2	21.2	66.7	64.9	364.9	166.6	46.0	23.3	703.8
1968	13.1	6.4	5.4	2.2	12.5	31.7	78.4	101.1	186.8	116.6	52.8	28.6	633.6
1969	17.1	7.7	3.9	1.5	1.7	12.5	44.8	128.6	270.7	116.9	43.4	32.0	680.8
1970	15.1	9.4	4.7	2.0	2.1	19.5	45.5	241.8	296.3	143.9	71.3	24.6	876.2
1971	14.2	9.0	2.5	1.3	3.5	19.8	62.7	76.5	194.4	141.3	56.8	29.6	611.6
1972	13.1	5.5	2.8	1.7	2.6	32.4	46.1	78.5	82.0	73.3	51.9	28.6	418.5
1973	12.7	6.7	3.3	3.0	1.1	34.6	44.4	105.0	223.2	190.7	68.7	31.4	724.8
1974	17.9	9.9	4.1	2.2	1.8	32.8	69.7	66.8	212.1	140.4	55.8	25.3	638.8
1975	16.9	9.3	5.2	2.5	3.6	40.1	131.2	141.0	290.2	146.7	56.1	32.1	874.9
1976	18.4	8.5	5.0	2.0	1.2	29.1	46.6	46.6	88.0	342.2	71.1	34.6	693.3
1977	17.4	11.1	9.2	2.2	5.9	18.8	30.0	92.5	105.0	83.7	38.5	15.0	429.3
1978	15.5	11.0	4.5	2.4	2.1	13.6	67.3	103.8	186.7	123.4	55.9	27.0	613.2
1979	11.5	5.3	2.7	1.3	1.0	13.3	57.9	95.4	284.1	86.9	44.0	20.1	623.5
1980	31.3	15.0	6.1	4.3	4.6	14.1	37.1	127.7	167.9	151.9	65.4	36.2	661.6
PROMEDIO	17.4	9.1	5.0	2.8	3.3	24.0	70.2	108.7	203.3	148.9	63.2	28.6	684.5
DESVIACION ESTANDAR	6.0	3.9	3.0	2.1	2.9	10.8	35.9	46.9	77.9	61.2	30.4	7.6	172.0

* Volúmenes extremos.

FUENTE: Boletín hidrológico N° 31. Tomo I y IV, Subdirección de Hidrología, SARN.

observa que el volumen medio anual fue de 684.5 hm^3 , habiéndose presentado el máximo anual en 1958, con $1\,118.9 \text{ hm}^3$, y el mínimo en 1965, cifrando 345.9 hm^3 ; asimismo, se puede apreciar que los mayores escurrimientos ocurren en el periodo julio-noviembre, lapso en el que se concentra el 87 % del volumen medio anual, en tanto que el estiaje se agudiza entre febrero y mayo, en el cual escurren apenas 20.2 hm^3 en promedio, siendo los dos últimos meses de ese ciclo los más secos del año.

Por otra parte, los gastos máximos instantáneos ocurridos en esta corriente se resumen en el Cuadro (2.6.5); como puede apreciarse, el mayor de ellos —de $2\,820 \text{ m}^3/\text{s}$ — ocurrió en noviembre de 1961, mientras que el menor — $90.9 \text{ m}^3/\text{s}$ — se presentó en julio de 1972.

Ahora bien, los escurrimientos del río Tecpan, se han venido aforando desde 1953 en la estación hidrométrica de igual nombre, localizada en el municipio Tecpan de Galeana, a unos 5 km aguas arriba del puente de la carretera Acapulco-Zihuatanejo. Según puede advertirse en el Cuadro (2.6.6), el escurrimiento medio del río alcanza $1\,006.9 \text{ hm}^3$ anuales, ocurriendo el mayor de ellos en 1958 con $1\,701.8 \text{ hm}^3$, y el menor ocurrido en 1972, alcanzó 428.9 hm^3 .

Al igual que en el caso del río San Luis, los escurrimientos presentan una gran concentración temporal coincidiendo con la época de lluvias; durante el lapso julio-noviembre escurre, aproximadamente, el 86 % del volumen medio anual y a partir de entonces los caudales del río disminuyen -

CUADRO (2.6.5)
GASTOS MAXIMOS INSTANTANEOS

ESTACION SAN LUIS

m³/s

AÑO	FECHA	GASTO
1958	30 de septiembre	294.7
1959	13 de octubre	860.0
1960	17 de agosto	540.0
1961	12 de noviembre	2 820.0*
1962	3 septiembre	727.1
1963	24 de septiembre	868.7
1964	27 de julio	550.0
1965	8 de octubre	231.2
1966	23 de junio	499.0
1967	26 de septiembre	2 490.0
1968	9 de septiembre	1 018.0
1969	26 de septiembre	804.0
1970	5 de agosto	835.8
1971	14 de septiembre	203.7
1972	28 de julio	90.9*
1973	7 de septiembre	345.3
1974	22 de septiembre	817.9
1975	14 de julio	900.0
1976	8 de octubre	2 820.0
1977	8 de septiembre	138.6
1978	9 de septiembre	396.0
1979	8 de septiembre	470.0
1980	25 de septiembre	1 476.0

* Gastos extremos.

FUENTE: Boletín Hidrológico N° 31, Tomos I y IV, Subdirección de Hidrología, SARH.

CUADRO (2.6.6)

VOLUMENES DE ESCURRIMIENTO

— ESTACION TECTAN —
(hm³)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1953	18.6	12.7	11.6	8.8	7.7	20.7	78.0	105.8	210.3	215.7	59.5	26.1	775.5
1954	18.1	12.2	9.6	7.7	14.1	92.1	269.6	181.4	-	-	93.8	40.1	-
1955	25.0	14.0	10.7	7.2	6.1	27.2	-	301.3	-	-	146.0	73.4	-
1956	33.2	21.1	13.2	10.3	29.4	316.9	193.0	164.6	417.7	167.8	75.9	39.2	1 482.3
1957	27.6	15.6	11.6	7.0	6.2	36.7	72.5	113.3	-	197.0	62.2	40.6	-
1958	46.4	19.8	13.5	8.0	7.2	93.0	242.9	161.3	524.8	324.8	190.8	69.3	1 701.8*
1959	32.6	16.2	13.3	10.4	10.8	99.3	133.6	243.3	194.0	303.7	101.9	47.2	1 206.3
1960	22.2	14.5	11.3	6.6	4.7	21.4	74.2	152.2	145.0	156.3	81.6	38.9	728.9
1961	15.8	8.3	7.5	5.0	4.3	61.0	179.9	171.8	450.0	143.4	-	-	-
1962	27.7	15.1	12.8	9.5	8.6	-	-	-	-	-	-	29.6	-
1963	19.3	10.2	7.3	4.9	6.1	37.9	139.4	117.6	326.8	177.1	58.3	26.9	931.8
1964	19.1	12.6	9.3	6.1	6.0	18.3	160.7	134.0	112.5	114.9	55.7	28.9	670.1
1965	18.4	12.7	9.0	7.0	5.8	40.9	42.0	156.9	239.9	203.0	66.8	58.2	830.6
1966	18.3	10.5	9.1	8.5	9.1	86.4	119.6	170.7	183.6	207.8	53.0	25.3	901.9
1967	32.3	13.0	10.5	7.8	7.5	53.1	96.5	136.5	868.4	304.2	61.4	36.0	1 628.0
1968	22.4	15.3	11.5	7.0	18.8	98.6	170.1	154.2	269.8	215.1	64.9	38.9	1 086.6
1969	24.6	14.7	11.0	7.2	5.4	10.2	66.2	281.3	400.5	185.8	62.8	26.0	1 095.7
1970	17.8	12.0	9.3	6.3	5.3	42.1	138.5	239.8	413.4	223.2	97.9	37.4	1 243.0
1971	22.3	13.1	9.9	7.7	7.7	35.5	82.2	154.7	349.8	204.3	61.6	28.8	977.6
1972	18.2	12.2	9.1	6.8	6.4	40.8	63.7	59.8	75.5	61.9	46.9	27.6	428.9*
1973	16.9	10.8	8.5	9.0	7.1	101.0	111.8	228.1	336.7	210.1	96.0	31.3	1 160.1
1974	19.0	12.2	9.2	6.3	6.6	67.2	117.2	91.2	347.3	133.4	72.4	30.9	912.9
1975	15.9	10.0	7.9	5.8	8.1	59.5	132.4	246.6	358.8	129.7	62.2	42.7	1 079.6
1976	17.2	14.1	8.0	5.6	4.9	35.8	66.0	73.7	133.6	445.9	86.9	35.8	927.5
1977	21.7	12.0	8.1	5.9	7.1	39.1	49.6	122.9	207.6	150.5	46.3	23.1	693.9
1978	15.9	11.0	8.1	5.1	5.8	15.0	133.0	145.0	291.1	128.1	43.9	25.7	826.7
1979	15.7	12.4	8.4	5.7	5.7	14.4	101.4	241.4	376.2	102.9	54.9	21.7	968.8
1980	74.9	23.5	11.0	7.6	7.1	27.9	60.4	189.0	219.6	165.0	68.6	37.6	892.2
PERMIO DESVIACION ESTANDAR	24.2	13.6	10.0	7.2	8.2	58.3	119.0	168.8	310.5	194.9	75.9	35.5	1 006.9
	12.2	3.4	1.8	1.5	5.1	58.8	57.9	61.6	166.3	81.4	32.3	12.3	302.9

* Volúmenes extrazona.

FUENTE: Boletín Hidrológico N° 31, Tomo I, V, Subdirección de Hidrología, SARH.

notablemente, alcanzando los menores volúmenes durante abril y mayo.

Finalmente, en el Cuadro (2.6.7), que consigna los gastos máximos anuales registrados en la estación Tecpan durante el período citado se puede apreciar que el mayor de ellos ascendió a $4\,760\text{ hm}^3$ y tuvo lugar en octubre de 1976; mientras que el menor de igual índole, que cifró $173.6\text{ m}^3/\text{s}$, fue el de octubre de 1957.

CUADRO (2.6.7)

GASTOS MAXIMOS INSTANTANEOS

ESTACION TECPAN

m³/s

AÑO	FECHA	GASTO
1953	13 de septiembre	278.6
1954	1 de julio	(309.5)
1955	30 de agosto	(459.0)
1956	13 de junio	1 105.6
1957	1 de octubre	(173.6)*
1958	1 de octubre	755.0
1959	13 de octubre	745.8
1960	17 de agosto	600.0
1961	13 de septiembre	1 034.0
1962	-	-
1963	24 de septiembre	963.6
1964	27 de agosto	568.4
1965	9 de agosto	518.3
1966	23 de junio	459.4
1967	26 de septiembre	3 550.0
1968	10 de septiembre	405.9
1969	26 de septiembre	1 475.0
1970	5 de agosto	505.1
1971	2 de septiembre	945.0
1972	23 de octubre	257.0
1973	22 de junio	973.8
1974	22 de septiembre	2 312.0
1975	20 de agosto	988.6
1976	8 de octubre	4 760.0*
1977	2 de octubre	405.0
1978	7 de septiembre	505.5
1979	6 de septiembre	1 060.7
1980	26 de Enero	367.5

() No se tienen registros completos del año.

* Gastos extremos.

FUENTE: Boletín Hidrológico N° 31, Tomos I y IV, Subdirección de Hidrología, SARH.

CAPITULO III

INFRAESTRUCTURA

3.1) Obras hidráulicas

Entre los aprovechamientos hidráulicos con fines de riego, - localizados en la zona de estudio, se encuentran dos tomas directas sobre el río San Luis, denominadas San Luis La Loma y San Luis San Pedro. La primera de ellas domina una superficie de 900 ha, mientras que la segunda está destinada al riego de 840 ha aproximadamente.

Otros aprovechamientos hidráulicos con que cuenta la zona de estudio consisten en una toma directa, sobre el río Tecpan, para el riego de 600 ha, y una presa derivadora, sobre el mismo río, con una capacidad en el canal principal de $2.5 \text{ m}^3/\text{seg}$, con lo que se logra regar 113 ha ubicadas en la margen derecha.

3.2) Medios de comunicación y sistemas
de transporte

La vía de comunicación terrestre más importante en la zona - de proyecto, es la carretera federal N° 200 (Costera del Pacífico). Esta carretera está totalmente pavimentada y cuenta con estructuras de cruce en to-

das las corrientes que descienden de la sierra. Además existen ramales que -
entroncan con dicha carretera, lo que hace posible el acceso a poblaciones co
mo: La Zuzuca, Tetitlán, Tecpan de Galeana, Santa María, Tenexpan, La Zarza,
Ojo de Agua, El Guayabo, Navarrete, Trapiche, Ejido Viejo, Coyuquillas y La -
Calera.

En cuanto a pistas de aterrizaje, la región sólo dispone de -
los aeropuertos de Acapulco y Zihuatanejo. La distancia de estos aeropuertos
con respecto a la zona de proyecto, es considerable, siendo de 127 km y de --
137 km en el orden citado.

La zona cuenta con medios de comunicación como son, el servi-
cio de correo, telégrafo y teléfono, disponibles sólo en Tecpan de Galeana, -
que es la cabecera municipal; quedando restringido este tipo de servicios, a
la intercomunicación entre cabeceras municipales, y la comunicación durante
el día, con el resto del país a través de Acapulco.

3.3) Electrificación

El servicio de energía eléctrica, es suministrada por la ---
C.F.E., a través del Sistema Interconectado Sur, por medio de las regiones de
generación hidroeléctrica Balsas-Santiago e Ixtapantongo, dominando las áreas
de control central y oriental.

Para la generación de la energía eléctrica, se cuenta con una

central hidroeléctrica —La Villita—, y una termoeléctrica —Las Cruces—. La Villita, dispone de 4 unidades con una potencia real instalada de 240 000 kw; de donde parten sendas líneas de transmisión de 115 kv, con subestaciones en Lagunitas, Zihuatanejo, Tecpan de Galeana y Coyuca de Benítez. Mientras que, de la central Las Cruces con 3 unidades de capacidad y con una potencia total de 37 000 kw, parten líneas de transmisión de 66 kv, con subestaciones en Coyuca de Benítez, Tecpan de Galeana y Zihuatanejo.

De las subestaciones mencionadas, se distribuye el fluido eléctrico por medio de circuitos de 13.2 kv, a las principales poblaciones del área.

3.4) Agua potable y alcantarillado

De la totalidad de la población establecida en el municipio Tecpan de Galeana, con referencia al censo de 1970, el 37.3% contaba con el servicio de agua potable. De ese sector, el 67% la recibía por medio de tomas domiciliarias, y el resto, a través de hidrantes públicos.

En cuanto a drenaje, sólo el 13.8% de la población total, disponía de este servicio.

Cabe hacer mención que la disponibilidad de estos servicios, se concentran en la cabecera municipal, Tecpan de Galeana, y que por lo tanto las poblaciones restantes carecen prácticamente de éstos.

3.5) Centros educativos, de investigación
y asistenciales

La zona cuenta con 14 centros de educación preescolar y 162 - escuelas para la instrucción básica.

La instrucción secundaria, es cubierta por 18 planteles, 4 de ellos cuentan con actividades tecnológicas y agropecuarias. Adicionalmente - existen 10 escuelas de capacitación para el trabajo, mientras que para ense-- ñanza media superior, existen 2 instituciones de bachillerato.

Para la asistencia médica, en el municipio de Tecpan de Galea na, existen 8 Centros de Salud, de los cuales, uno es de tipo "B" que cuenta con los servicios indispensables y los 7 restantes son de tipo "C" a nivel ru ral y se encuentran localizados en los poblados de: Tetitlán, Tenexpa, Muzgo, San Luis San Pedro, San Luis La Loma, Papanoa y Puerto Escondido, estando a - cargo de cada uno de ellos, un pasante de medicina.

Por otra parte, en Tecpan de Galeana se cuenta con un puesto periférico del ISSSTE, un Sanatorio y 6 Consultorios Particulares.

CAPITULO IV

USO DEL AGUA Y DEL SUELO

*

4.1) Aprovechamiento actual del agua

Según información emitida por la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, basada en el IX Censo General de Población, el volumen de agua utilizado de las cuencas de los ríos Tecpan y San Luis asciende a 90 millones de m³ anuales. De acuerdo con la distribución referente a los sectores doméstico, pecuario, industrial y agrícola - que aparece en el Cuadro (4.1.1), se deduce que el volumen aprovechado en el sector agrícola representa el 97,7% del total extraído, mientras que para el doméstico este gasto alcanza el 1.2%, y el 1.1% restante corresponde a los sectores pecuario e industrial.

4.2) Uso actual del suelo

Tomando como base los planos topográficos en escala - - - 1:5 000, se transfirió, directamente del campo, la información básica del suelo en sus diversas modalidades --agrícola, pecuario y forestal--, en una superficie de 36 766 ha.

CUADRO (4.1.1)

USO DEL AGUA

(miles de m³)

S E C T O R	EXTRACCION	CONSUMO	DESCARGA
Doméstico	1 118	336	782
Pecuario	762	228	534
Industrial	228	18	210
Agrícola	87 852	83 669	4 183
T O T A L	89 960	84 251	5 709

FUENTE: Usos del Agua a nivel municipal.

Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.
SARH.

Como quedó asentado en el inciso anterior, existen en la zona pequeños sistemas de riego que atienden 3 525.4 ha, de las cuales 1 800 ha se riegan en forma permanente, mientras que el resto, 1 725.4 ha tienen en forma precaria e irregular; los cultivos principales son: maíz, frijol, cítricos, papaya, plátano y palma de coco.

Los cultivos anuales de temporal abarcan una extensión de 1 259.2 ha donde prevalece la siembra de maíz y ajonjolí, y en las porciones cercanas a las áreas inundables de los esteros y lagunas se siembra arroz.

Respecto a los cultivos perennes de temporal, éstos abarcan una extensión de 10 895.2 ha, donde se siembra principalmente palma de coco, intercalándose cítricos, papaya y plátano.

Asimismo, se detectaron 18 395.6 ha de terrenos ermontados, con características de monte mediano —localizado en terrenos con fuerte pendiente— y esteros y pantanos —con vegetación predominante de mangle—. Mientras que el monte bajo se encuentra localizado en las partes planas, en las proximidades de esteros y en los cerros, con especies que escasamente alcanzan tres metros de altura.

Entre los pastos observados dentro del área en estudio destacan el Parí, que se encuentra en las partes húmedas y bajas; el Guinea en las zonas altas y el Alemán en las áreas cercanas a los esteros, sitios que generalmente carecen de drenaje y existe una cierta concentración de sales.

Es importante señalar que se detectaron 412,8 ha pertenecientes a poblados; asimismo, aparecen 289.2 ha de terrenos considerados como Zona Federal o cauces de ríos.

4.3) Agricultura

La ocupación fundamental en el área del proyecto es la agricultura, actividad que se practica en una extensión de 15 907.8 ha, en dicha superficie prevalece la modalidad de temporal con pequeñas áreas atendidas por riego.

Para la agricultura de temporal perenne se destinan 11 123.2 ha, destacando la siembra de frutales como el coco, mango y tamarindo, cuyos rendimientos anuales son, aproximadamente, de 1.0, 7.0 y 5.0 ton/ha respectivamente; asimismo, se observaron huertos familiares de limón, aguacate y nanche.

Bajo la modalidad de riego anual se cultivan sorgo forrajero, frijol, sandía y melón, con rendimientos de 20.0, 0.6, 14.0 y 15.0 ton/ha, respectivamente. Dentro de esta misma modalidad, se destinan 3 440.6 ha para explotación de cultivos perennes como palma de coco, así como mango, papaya y plátano, en los que se alcanzan rendimientos de 2.0, 14.0, 35.0 y 30.0 ton/ha, respectivamente.

El nivel de manejo de terrenos agrícolas corresponde a un nivel técnico bajo, pues las prácticas agrícolas de desmonte, siembra, fertilización química, deshierbe y control de plagas son realizadas en forma manual; las labores como barbecho, rastreo, cruza y surcado se efectúan con tracción animal o mecánica; asimismo, se utilizan semillas mejoradas en pequeña escala y la cosecha, en la mayoría de los cultivos, se hace en forma manual. Como característica regional, cabe mencionar, que los campesinos siembran cultivos anuales asociados con los perennes.

Entre las plagas observadas en esta zona destacan el gusano cogollero, gusano barbasco y el picudo, que atacan con mayor frecuencia al maíz; los frutales se ven afectados por la mosca mexicana de la fruta, minador de la hoja y la araña roja. Ahora bien, dentro de las enfermedades que afectan los cultivos se observó la pudrición de la papaya, así como el anillo rojo de la plama de coco. El control de estas plagas se efectúa a través de productos químicos que se aplican por métodos de aspersión, durante su época de incidencia. Cabe hacer notar que esta práctica no es común entre todos los agricultores.

La producción de la zona se comercializa dentro de ella y en ciudades como Acapulco, Guadalajara y México. La copra es vendida a los acaparadores de la región o bien a la Beneficiadora de Coco de Acapulco, S.A. de C.V. y a la Impulsora Guerrerense del Cocotero, empresas que se encargan posteriormente de industrializarla. El precio medio de venta de este producto asciende a \$ 138 000.00 por tonelada.

Cabe aclarar que los créditos necesarios para los agricultores de la región son otorgados sólo para ciertos cultivos y la asistencia técnica para la preparación del terreno, siembra, labores culturales y cosechas corren por cuenta de la SARH.

4.4) Ganadería

El desarrollo pecuario en el área beneficiable es de un nivel bajo, predominando la especie bovina que se explota en forma extensiva y rudimentaria en una superficie de 903 ha ocupadas con pastos naturales y 269 ha más con pastos cultivados. Las razas que prevalecen corresponden al Cebí, Pardo suizo, Holstein e híbridos de éste y criollos, destinadas a la producción de carne en forma sustancial y a la leche.

Entre los pastos establecidos, para la alimentación del ganado, figuran el Estrella de Africa --*Cynodon plectoschlyus*-- , Pangola --*Digitaria decumbens*-- , Guinea --*Panicum maximum*-- y Pará *Brachiaria affinis*-- . Ahora bien, en ocasiones las praderas se establecen en asociación con cultivos de palma de coco, a fin de aprovechar el terreno tanto para la producción de copra como para el pastoreo. Por otra parte, se estima que el coeficiente de agostadero en época de seca es de 2.5 ha/U.A.

En términos generales, puede afirmarse que la base de la alimentación del ganado es el pastoreo directo, al cual se le adiciona como

único complemento alimenticio la sal común. En periodos de sequía la alimentación se complementa con pajas de sorgo y, en algunos casos, con una mínima cantidad de alimento concentrado.

Los actuales sistemas de manejo, sanidad, alimentación y reproducción animal, pueden catalogarse como deficientes y de bajo nivel técnico, así como los cuidados que recibe el ganado, sobre todo en el periodo de nacerencia, época en la que debería prestársele una mayor atención.

Dentro de las especies animales prevaletientes en esta zona, destacan, en segundo orden de importancia, la porcina, explotada en condiciones rústico-familiar; la caprina y la ovina corresponden al nivel extensivo rústico y de autoconsumo, aún cuando se explotan aproximadamente 10 - - granjas de pollos de engorda bajo el sistema intensivo y tecnificado, de - - cuya producción se abastece el mercado regional. Finalmente, existen también apiarios rústicos instalados a orillas de las carreteras cuya producción se comercializa localmente.

La atención sanitaria de la población pecuaria es, en términos generales deficiente, ya que sólo un médico veterinario zootecnista del Distrito de Temporal No. 048 es quien se encarga de la atención médica en el área de Tecpan.

Entre las enfermedades que presentan una mayor incidencia en la zona destacan la Septicemia hemorrágica, Anaplasmosis, Mastitis, - -

Cólera porcina, Newcastle y Cólera aviar; las cuatro primeras se presentan desde abril a septiembre, mientras que las dos últimas se observan durante todo el año. Por otra parte, los parásitos que merman la producción son los *Dixides estrengilosis* y Garrapatas.

Cabe mencionar, que la comercialización de los productos pecuarios se realiza localmente, ya sea directamente al consumidor o a través de intermediarios locales y regionales que llegan a comprar ganado en pie por el que pagan un precio relativamente bajo. Estos animales son revendidos posteriormente a precio más elevado a intermediarios del estado, los que a su vez lo comercializan en Michoacán, Puebla y el Distrito Federal.

Referente a los créditos otorgados a ganaderos, se pudo constatar que son pocos los que reciben este tipo de apoyo, tanto de la banca nacionalizada como de BANRURAL, y lo destinan principalmente para el establecimiento de praderas.

CAPITULO V

ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL Y SU PROYECCION

5.1) Balance agua-suelo

De acuerdo con los resultados obtenidos, basados en el análisis de la información climatológica del área beneficiable, la evapotranspiración potencial que ocurre en la zona alcanza valores poco menores al doble de la precipitación media anual que ahí se presenta y, por lo que respecta a su distribución temporal, únicamente es superada por la lluvia media mensual durante los meses de junio, julio y septiembre. Lo anterior es una muestra clara de la imposibilidad de sostener en la región un desarrollo agropecuario satisfactorio, durante todo el año, bajo la modalidad temporalera; asimismo, la explotación de cultivos temporaleros de ciclo corto, que pudieran sustentarse en el lapso junio-septiembre, se ve desalentada por la frecuente ocurrencia de la canícula y por la aleatoriedad propia del régimen de lluvias.

Así pues, el desarrollo de una agricultura intensiva en la región tendría que fundarse en el abastecimiento de agua para riego de esos terrenos; se dispone para ello de los escurrimientos de los ríos San Luis y Tecpan, los cuales descargan unos 1 600 hm³ en promedio anual, volumen sobradamente suficiente para regar los terrenos aptos para ese fin. Las demandas de riego que pudieran generar dichos terrenos, que abarcan una extensión - -

aproximada de 25 000 ha, podrían incluso ser satisfechas por la menos caudalosa de las corrientes, el río San Luis, cuyos escurrimientos pasan de los - 600 hm³ anuales.

Lo anterior indica que el recurso limitante para el desarrollo agropecuario de la zona, está representado por la disponibilidad de suelos aptos para el sostenimiento de labores agrícolas intensivas bajo riego; no así por el recurso agua, que como se mencionó se cuenta en cantidades suficientes. A pesar de lo anterior, el análisis de la distribución temporal de los recursos hidráulicos con que se cuenta, indica que los escurrimientos en el estiaje son insuficientes para regar los terrenos disponibles, por lo que la utilización intensiva de ellos obligaría a construir una presa de almacenamiento.

5.2) Elementos que propician el desarrollo de la zona

De acuerdo con la información contenida en los capítulos precedentes, en la zona concurren diversos factores que alientan el aprovechamiento racional de los recursos, mismos que a continuación se mencionan:

- 1) La presencia de terrenos aptos para la agricultura intensiva, en una extensión aproximada de 25 000 ha.

- ii) Las características climatológicas del área, que facilitan el desarrollo de una gran variedad de cultivos en toda época y la disponibilidad de escurrimientos suficientes para el riego de los terrenos.
- iii) La disponibilidad de vías de comunicación, adecuadas para el transporte externo de insumos y productos, conectadas con importantes centros de abasto y comercialización.
- iv) La disposición que muestran los campesinos de la zona - por adoptar prácticas agrícolas más eficientes y la inexistencia de problemas de tenencia de la tierra.

Los elementos enumerados, no son causa, por sí solos, de un adecuado desarrollo agropecuario regional, el cual se refleja en el grado de ocupación de los suelos para prácticas agrícolas, encontrándose la mayor parte de los terrenos abiertos al cultivo —con plantaciones de palma de coco— y parcialmente servidos con riego.

5.3) Factores que limitan el aprovechamiento de los recursos

El análisis de la problemática que enfrenta el área, muestra

que, entre los factores que han impedido un mayor desenvolvimiento de las -- labores agropecuarias del área, destacan las siguientes:

- i) La insuficiencia del régimen local de lluvias para permitir el desarrollo adecuado de los cultivos y la ocu-- rrencia de desbordamientos de los ríos durante la época de lluvias.
- ii) La carencia de obras de infraestructura hidráulica de - la envergadura suficiente para irrigar los terrenos dis_ ponibles, a la vez de proteger la zona contra los des-- bordamientos señalados.
- iii) Las deficiencias presentadas por los caminos internos - de la zona, que dificultan, sobre todo durante la época de lluvias, el transporte de insumos y productos.

5.4) Conclusiones del diagnóstico

Acorde con los planteamientos hechos con anterioridad puede afirmarse que la zona cuenta con los recursos adecuados para formar un polo de desarrollo agrícola, mediante el aprovechamiento intensivo de dichos re-- cursos, que además de aprovisionar a los pobladores del área de los produc-- tos agrícolas alimentarios y de consumo intermedio que demanda, abastezca de

los mismos otras zonas de esa región y propicie una mejoría en el nivel de ingresos de los habitantes de la misma.

Tal situación dista mucho de la que actualmente prevalece en esa área, lo cual se explica por la naturaleza de las limitantes, que enfrentan los pobladores de la misma, para la utilización de los recursos disponibles; es decir, aunque existen terrenos que potencialmente son capaces de sustentar el desarrollo de actividades agropecuarias intensivas, el deficiente régimen climatológico y la carencia de obras de infraestructura que permitan regular los escurrimientos de las corrientes que la atraviesan y distribuirlos para el riego de dichas áreas, impide que el aprovechamiento actual se aproxime al uso que potencialmente se podría dar a los mismos.

Consecuencia lógica de todo lo anterior es el nivel alcanzado en el desarrollo de las actividades agropecuarias en la zona, el cual se distingue por el aprovechamiento de la mayoría de los terrenos para el desarrollo de cultivos temporaleros, en los que predominan plantaciones que, por su naturaleza, reducen el riesgo de pérdidas por sequía; y en menor proporción, de terrenos servidos con riego, en los que se utiliza el escaso caudal disponible en las corrientes durante la temporada de estiaje.

5.5) Prognosis en ausencia de acciones

Dada la naturaleza de los factores limitantes para el desa--

rrollo de la zona, es de suponer que la estructura de las actividades agropecuarias, que se tenga en ausencia de acciones, no sufriría modificaciones de importancia; si bien es probable que los rendimientos obtenidos en la mayoría de los cultivos experimente algún incremento, derivado tanto de los programas de extensionismo agrícola que practican las instituciones gubernamentales, como del proceso natural de evolución tecnológica de los propios productores.

Sin embargo, la carencia de las obras de infraestructura señaladas —principal obstáculo para el aprovechamiento intensivo de los recursos— no podrá ser superada por los campesinos de la zona, dado que las inversiones requeridas para su realización son muy superiores a la capacidad de ahorro de los productores. Así, de no llevarse a cabo acciones tendientes a dar solución a los problemas que afectan el área en estudio por parte del Gobierno Federal, el aprovechamiento de los recursos continuaría estancado, muy por abajo de la utilización potencial que podría hacerse de los mismos.

CAPITULO VI

DIRECTIVAS DE DESARROLLO Y UTILIZACION POTENCIAL
DE LOS RECURSOS6.1) Objetivos primordiales del proyecto

Dadas las características de la zona beneficiable, resulta claro que para impulsar el desarrollo de la misma, uno de los pasos iniciales es incrementar la producción agropecuaria, y en vista de que se cuenta con unas 20 000 ha de tierras aptas para su empleo agrícola intensivo, así como recursos hidráulicos suficientes para irrigar esos terrenos, las acciones que en este documento habrán de proponerse, deberán tener como objetivo primordial el propiciar el aprovechamiento intensivo de dichos suelos, en la mayor escala en que su utilización resulte rentable.

Tomando en cuenta lo anterior, los propósitos específicos -- que normarán el planteamiento del proyecto deberán enfocarse al suministro de agua suficiente para el riego de esos terrenos, al control de las crecientes de los ríos para evitar daños por inundaciones, a proporcionar la vialidad interna adecuada para facilitar el desarrollo de las actividades agropecuarias, y a fomentar la tecnificación de esas actividades.

6.2) Previsiones para el aprovechamiento de los recursos

Conforme a las conclusiones del diagnóstico y tomando en - -

cuenta los propósitos establecidos para la formulación del proyecto, es necesario regular los escurrimientos de los ríos San Luis y/o Tecpan para lograr el aprovechamiento intensivo de los recursos con que cuenta la zona.

Con ese fin, se procedió a identificar sitios propicios para el almacenamiento de tales escurrimientos y a realizar los levantamientos topográficos de los mismos. Como resultado de ello, se realizaron los estudios topográficos del vaso San Luis sobre la corriente de igual nombre, así como los del vaso Cosumiche en el río Tecpan; dada la localización de este último sitio, para servir los terrenos con riego, en el río Tecpan sería necesario erigir una derivadora, para lo cual se estudió un sitio aguas abajo denominado Suchil, en tanto que el aprovechamiento del río San Luis podría lograrse directamente desde la presa señalada.

Por otra parte, tomando en cuenta la configuración del área beneficiable —misma que se extiende, básicamente, entre la margen derecha del río Tecpan, hasta llegar al San Luis, y hacia la propia de este último— y considerando que cualquiera de las corrientes dispone, por si sola, de los volúmenes suficientes para atender la totalidad de los terrenos regables, en la formulación de los anteproyectos, habrá que analizar la conveniencia de regular una sola de las corrientes extendiendo la superficie regada por ella hasta la otra corriente.

Así pues, los sistemas hidráulicos por analizar deberán contemplar tanto el aprovechamiento de ambas corrientes, mediante sendas presas

de almacenamiento y los sistemas de conducción y distribución respectivos, - como la utilización de una sola de ellas, a fin de seleccionar la opción más conveniente para el desarrollo agropecuario de la zona.

CAPITULO VII

SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

7.1) Formulación y descripción de alternativas

Con el fin de aprovechar los escurrimientos de los ríos San Luis y Tecpan y con fundamento en lo expuesto en el capítulo anterior, en el que se plantea la posibilidad de almacenar esos caudales, se identificaron los sitios propicios para ello, ya indicados. De esta forma el sitio previsto para la erección de la presa de almacenamiento San Luis, sobre ese río, se localizó a un km aguas arriba del cruce con la carretera federal N° 200, aproximadamente. Por su parte, el sitio identificado por el almacenamiento --vaso Cosumiche-- sobre el río Tecpan, se halla ubicado a unos 6 km aguas arriba del cruce con la citada carretera, mientras que el sitio Suchil, para alojar la presa derivado--ra, se ubica a unos 4 km aguas abajo del vaso Cosumiche, desde donde se domina por gravedad ambas márgenes del río Tecpan.

Una vez ubicados los sitios de almacenamiento y derivación respectivos, y con el objeto de determinar la configuración y magnitud de la superficie regable, se procedió a realizar los anteproyectos de las obras que conformarían los sistemas de riego correspondientes a cada uno de los aprovechamientos planteados.

En dichos anteproyectos, se consideró también la posibilidad de -

regar la superficie máxima partiendo de la concepción de utilizar en el riego un sólo almacenamiento; de esta forma se encontró que esto sería posible, únicamente partiendo del almacenamiento San Luis desde donde se domina la superficie ubicada entre ambos ríos —San Luis y Tecpan— así como la propia margen derecha del río San Luis, mientras que la margen izquierda del río Tecpan se dominaría con la derivadora prevista, aprovechando el régimen de escurrimiento natural del río. Por su parte partiendo del almacenamiento Cosumiche se encontraron serias limitaciones topográficas que impiden dominar la totalidad de la zona en cuestión.

De esta forma atendiendo a la configuración de los anteproyectos formulados para la zona de riego se establecieron dos alternativas para el aprovechamiento del río San Luis, mutuamente excluyentes; la primera de ellas —denominada SAN LUIS I— se limitaría a regar los terrenos aledaños a dicha corriente, atendiéndose una extensión de 9 448 ha, de las cuales 5 380 se ubicarían hacia la margen derecha y el resto hacia la opuesta; el segundo esquema —SAN LUIS II— contempla la ampliación de la zona de riego, extendiéndola, por la margen izquierda, hasta el río Tecpan, para regar en esa zona 10 111 ha, en cuyo caso la superficie beneficiable alcanzaría 15 491 ha. En ambos casos sería indispensable erigir la presa San Luis.

Asimismo, se plantearon dos opciones a partir de la utilización del río Tecpan, en la menor de ellas, que para efectos descriptivos se ha llamado TECPAN I, se propone el aprovechamiento del régimen natural de dicha corriente, con la erección de la presa derivadora Tecpan, para atender los terrenos de

la margen izquierda, los cuales ascienden a 2 646 ha; por su parte, la otra alternativa —denominada TECPAN II— corresponde a la superficie máxima regable — desde la derivadora Tecpan, atendiéndose una superficie adicional de 5 716 ha — hacia la margen derecha del Tecpan para totalizar 8 362 ha; dada la magnitud — del área regable, esta última opción implicaría la utilización del vaso Cosumiche.

En los croquis (7.1.1) y (7.1.2) se indica tanto la ubicación de las obras de captación correspondientes a cada alternativa del sistema San Luis, como la configuración de los terrenos regables de las mismas. En los croquis (7.1.3) y (7.1.4) se hace lo propio respecto al sistema Tecpan. Ahí se puede apreciar claramente que ambos proyectos guardan una estrecha dependencia entre sí, ya que —aunque la alternativa TECPAN I es independiente y acumulable a cualquiera de las del río San Luis— la opción denominada TECPAN II impide la elección de la alternativa SAN LUIS II y viceversa, debido a que los terrenos regables hacia la margen derecha del río Tecpan son comunes a ambas propuestas.

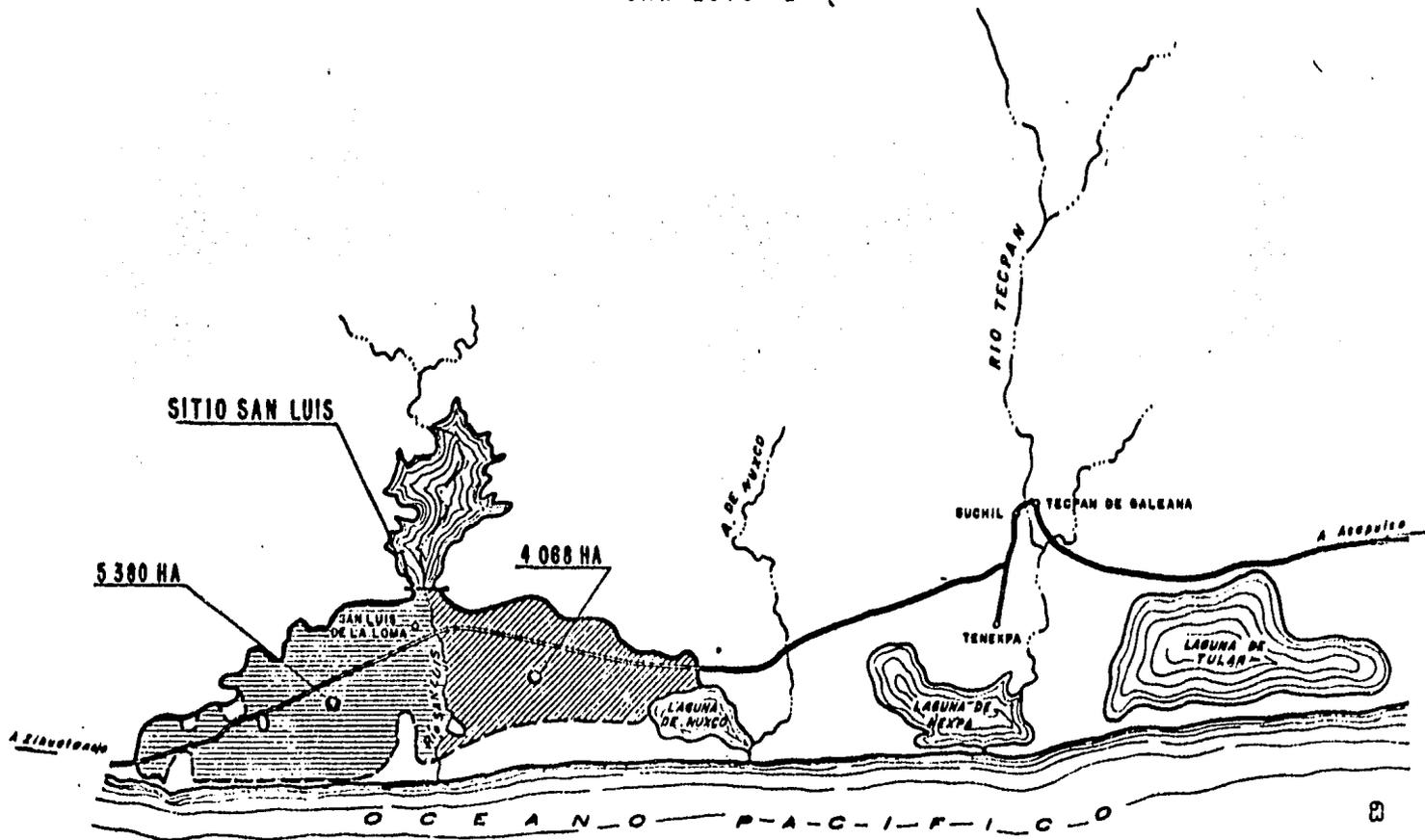
7.2) Dimensionamiento hidráulico de las presas

A fin de determinar las características hidráulicas de las presas San Luis y Cosumiche, asociadas a cada una de las alternativas establecidas, se procedió a realizar los análisis hidrológicos correspondientes*.

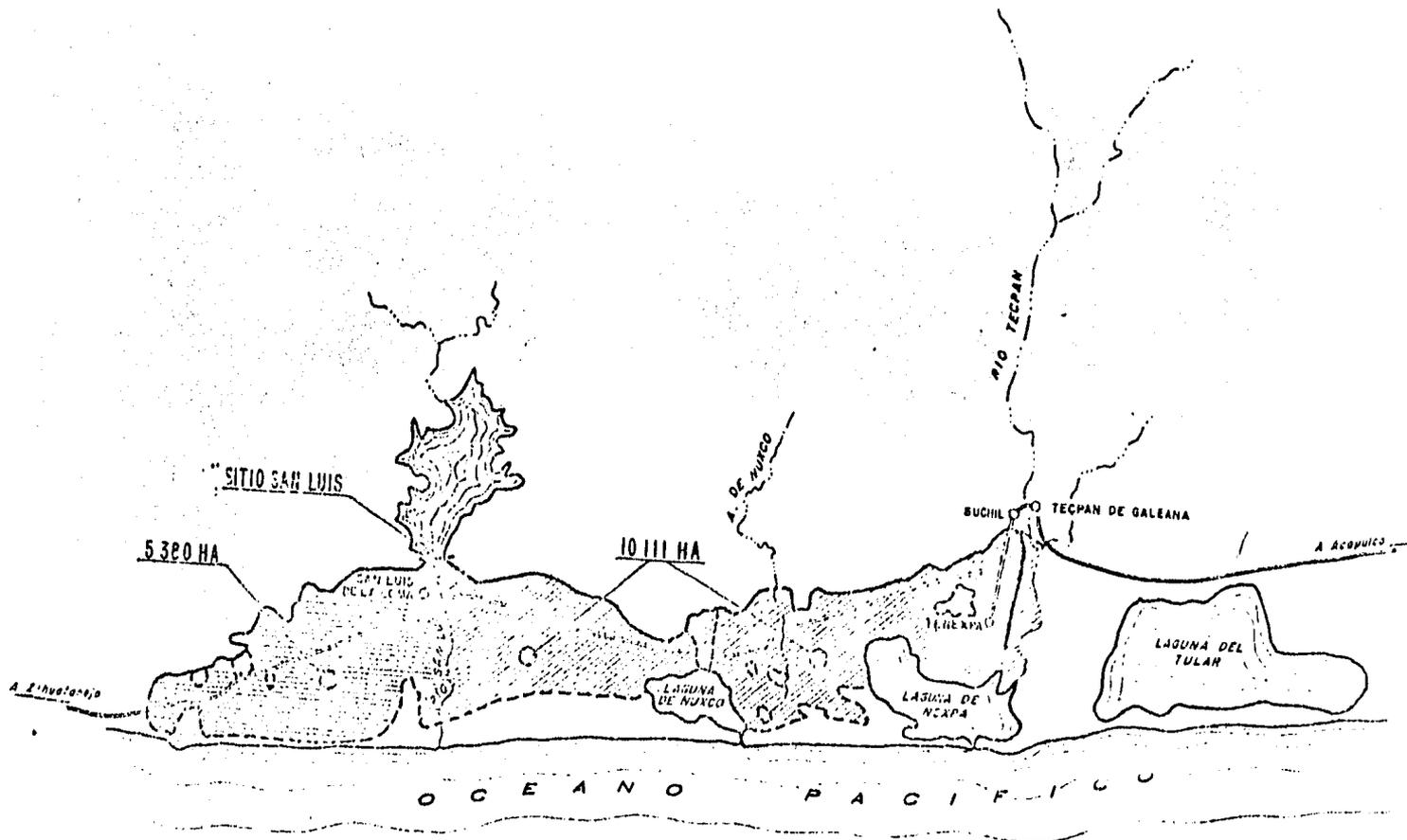
*Informe técnico de la adecuación del estudio hidrológico del proyecto San Luis, Gro." Subdirección de Hidrología, SARH. México, D.F. Agosto de 1983 y septiembre de 1984.

Informe técnico del estudio hidrológico del proyecto Cosumiche, Gro." Subdirección de Hidrología, SARH. México, D.F. Agosto de 1984.

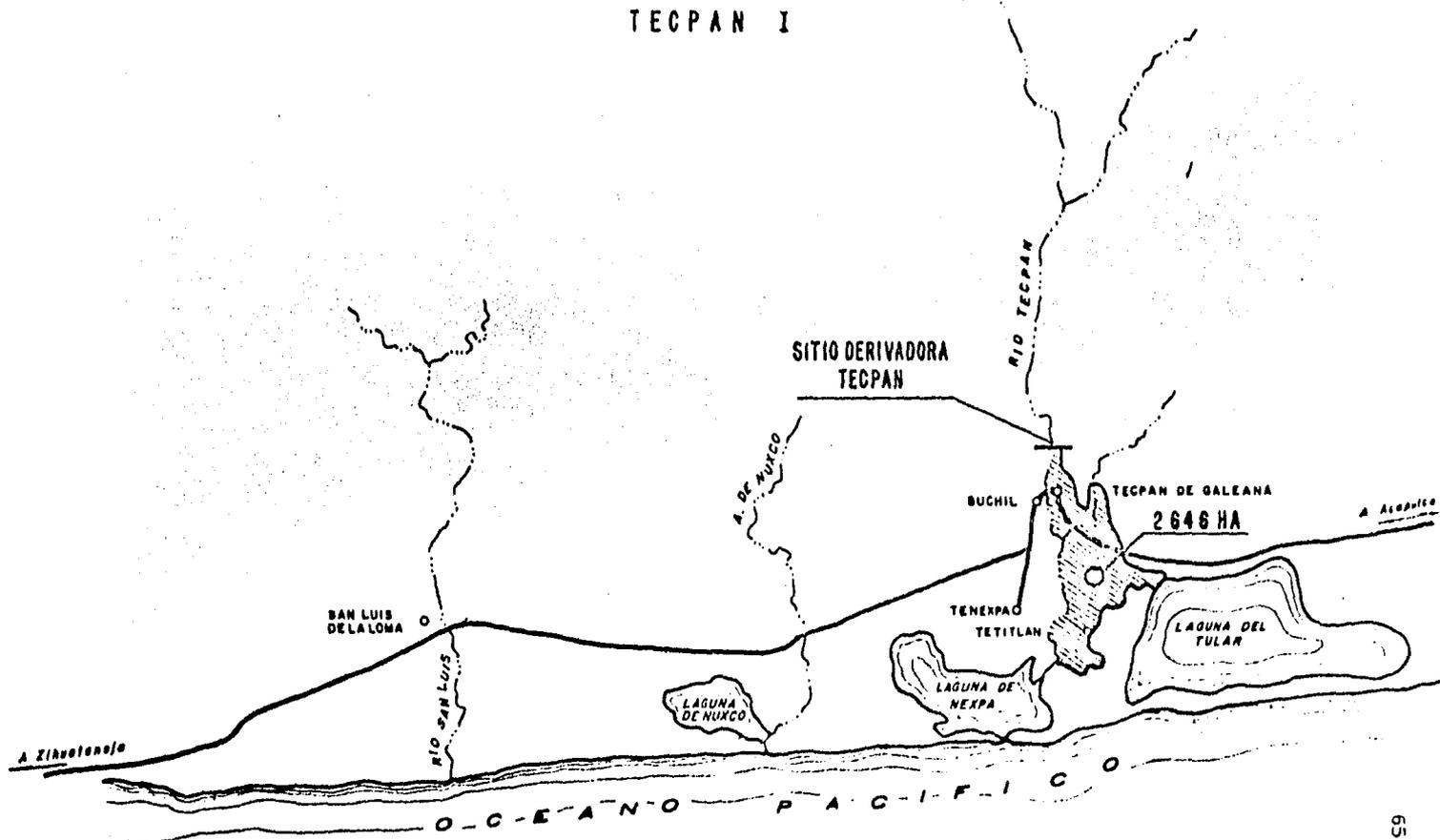
C R O Q U I S (7.1.1)
PROYECTO SAN LUIS - TECPAN, GRO.
SAN LUIS I



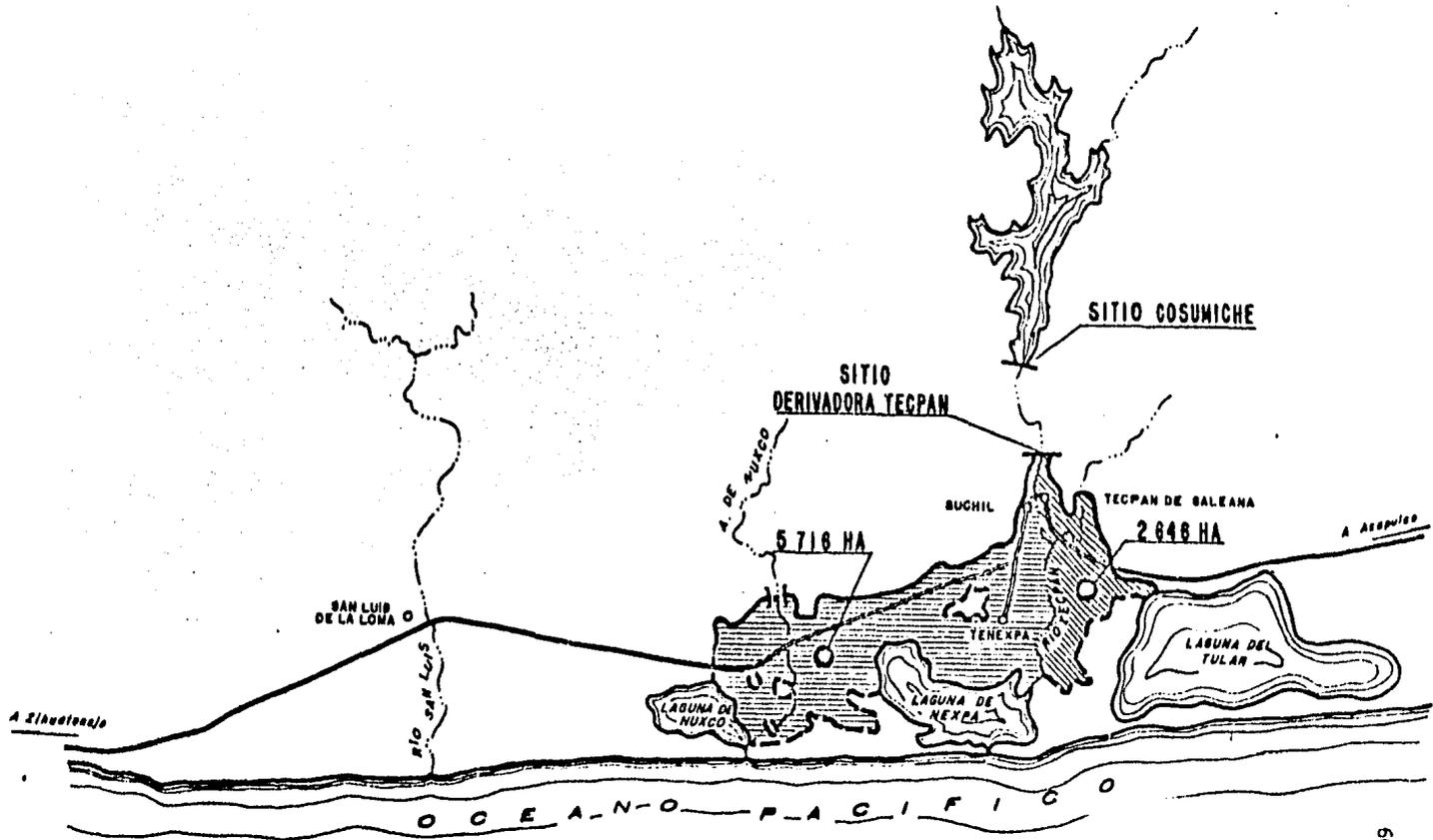
CROQUIS (7.1.2)
PROYECTO SAN LUIS-TECPAN, GRO.
SAN LUIS II



CROQUIS (7.1.3)
PROYECTO SAN LUIS -TECPAN, GRO.
TECPAN I



GRO QUIB (7.1.4)
PROYECTO SAN LUIS - TEPAN, GRO.
TEPAN II



Para ello se procedió, en primer lugar, a determinar las demandas de riego que tendría lugar la zona beneficiable, estableciendo, con ese fin, el patrón preliminar de cultivos que se muestra en el Cuadro (7.2.1); las superficies consignadas en dicho patrón están referidas a la alternativa SAN LUIS II, cuya superficie regable es de 15 491 ha, asimismo se estimó que en las alternativas restantes dichas extensiones guardarían la misma distribución, en proporción a la superficie beneficiable. Se ha considerado ahí que un 78% de la superficie estaría ocupado por cultivos perennes, lo cual reduce la intensidad de cultivos a 119% global.

Por otra parte las demandas de riego se calcularon aplicando el método de Blaney-Criddle al mencionado programa de cultivos, utilizando los datos climatológicos de la estación San Luis-San Pedro, ubicada dentro de la zona regable. De esta forma se obtuvo una lámina bruta de riego de 1.90 m, considerando una eficiencia global del 56%; la distribución mensual de la misma se consigna en el Cuadro (7.2.2) para las diversas alternativas planteadas, pudiendo apreciarse que los mayores volúmenes de riego se concentrarían en el lapso marzo-agosto.

Las simulaciones de funcionamiento de los yacos se llevaron a cabo considerando como volúmenes de entrada a los escurrimientos aforados en las estaciones San Luis y Tecpan, adicionando en el primer caso los caudales derivados por los canales San Pedro y La Loma; para complementar datos faltantes durante sus períodos de operación, se establecieron correlaciones con los escurrimientos registrados en cuencas vecinas, obteniéndose de tal forma, promedios -

PAIRON DE CULTIVOS DE MAXIMA UTILIDAD

CULTIVOS	SUPERFICIE (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ajonjolif	465							XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX					
Cacahuate	465							XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX					
Cacahuate	310	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											
Chile	310	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											XXXXX
Fornajes	1 548	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Frijol	95	XXXXXXXXXXXX										XXXXXXXXXXXX	
Frijol	94	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											XXXXX
Mango	1 570	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Mafz	661					XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX							
Mafz	661						XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
Mafz	398	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX										XXXXXXXXXXXX	
Mafz	397	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								XXXXX
Melón	78	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX									XXXXXXXXXXXX	
Melón	77	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											XXXXX
Sandía	78	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX										XXXXXXXXXXXX	
Sandía	77	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX									XXXXX
Sorgo	318						XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
Sorgo	318							XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX					XXXXXXXX
Sorgo	821	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											XXXXX
Soya	201						XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
Soya	486	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											XXXXX
Tomate	78	XXXXXXXXXXXX										XXXXXXXXXXXX	
Tomate	77	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											XXXXX
Palma de coco	8 897	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
TOTAL	18 480	15 341	15 341	15 218	14 581	14 204	13 856	15 104	15 104	15 104	15 104	14 504	15 399

SUPERFICIE FISICA 15 491 ha
 INTENSIDAD DE CULTIVOS 1.19

anuales de entradas a los vasos de 726 hm^3 , en el caso de San Luis, y - - - -
 $1\ 085 \text{ hm}^3$ para Cosumiche. Con fundamento en los informes de sólidos en suspen-
 sión de las estaciones señaladas y considerando el volumen correspondiente al -
 arrastre de fondo, se estimó la capacidad de azolves que debería tener cada va-
 so, resultando valores de 35 y 40 hm^3 para San Luis y Cosumiche, respectivamen-
 te.

Con base en la información anteriormente señalada se efectuaron -
 los análisis de funcionamiento de los sistemas hidráulicos planteados, corrobó-
 rándose que el aprovechamiento por derivación del río Tecpan bastaría para abas-
 tecer las demandas de la primera alternativa de dicho sistema. Por su parte -
 las presas de almacenamiento necesitarían disponer de una capacidad de conserva-
 ción de 100 hm^3 , en el caso de la alternativa SAN LUIS I, 160 hm^3 , para la op-
 ción SAN LUIS II, y 90 hm^3 para el esquema TECPAN II.

Con relación a la capacidad de control y superalmacenamiento, se
 realizó el estudio de avenidas, obteniéndose como resultado para la avenida de
 diseño, gastos máximos de 11 000 y $12\ 000 \text{ m}^3/\text{s}$ refiriéndose a las presas San -
 Luis y Cosumiche, los hidrogramas asociados a ellas acumulan volúmenes de - -
 450 hm^3 en 28 horas y 988 hm^3 en 72 horas, respectivamente. El tránsito de las
 mismas se llevó a cabo considerando que la obra de excedencias de la presa San
 Luis, estaría formada por un vertedor de embudo —con 45 m de longitud de cresa-
 ta— ubicado al nivel de conservación, que serviría para controlar las avenidas
 más frecuentes —hasta la máxima registrada— a gastos menores a los - - - -
 $1\ 000 \text{ m}^3/\text{s}$, así como por un vertedor de descarga libre —con 150 m de longitud

DEMANDAS DE RIEGO POR ALTERNATIVAS

M E S	DEMANDA ANUAL - 8 -	VOLUMEN DEMANDADO (hm ³)			
		SAN LUIS I	SAN LUIS II	TECPAN I	TECPAN II
Enero	6.0	10.8	17.6	3.0	9.5
Febrero	7.5	13.5	22.1	3.8	11.9
Marzo	10.9	19.6	32.0	5.5	17.3
Abril	12.7	22.9	37.3	6.4	20.2
Mayo	14.9	26.8	43.8	7.5	23.7
Junio	8.4	15.1	24.7	4.2	13.3
Julio	8.0	14.4	23.5	4.0	12.7
Agosto	9.5	17.1	27.9	4.7	15.1
Septiembre	4.2	7.6	12.3	2.1	6.7
Octubre	6.7	12.1	19.7	3.4	10.6
Noviembre	5.8	10.4	17.1	2.9	9.2
Diciembre	5.4	9.7	15.9	2.7	8.6
ANUAL	100.0	180.0	294.0	50.2	158.9

de cresta— localizado al nivel alcanzado al transitar la avenida máxima registrada por el vertedor de embudo; por su parte, la obra de excedencias de la presa Cosumiche estaría constituida por un vertedor de cresta libre con 200 m de longitud.

Las principales características hidráulicas de las presas de almacenamiento, asociadas a las diversas alternativas planteadas, se indican en el Cuadro (7.2.3), como puede apreciarse el nivel de control alcanzado para la avenida máxima probable es muy bajo, ello derivado de la poca capacidad de almacenamiento de los vasos en relación con los volúmenes de escurrimiento de las corrientes.

7.3) Estimación preliminar de costos y programas de inversión

Para estimar las inversiones requeridas en la ejecución de las obras, se realizó con base en el análisis de precios unitarios la estimación respectiva de cada una de las alternativas propuestas en el inciso anterior.

Así los costos preliminares de las presas San Luis, en sus dos tamaños, Cosumiche y la derivadora Tecpan, se obtuvieron del presupuesto elaborado con base en las principales cantidades de obra consideradas en sus anteproyectos respectivos. Cabe aclarar que para el caso de la presa San Luis, el costo obtenido del tamaño menor de presa resultó ser mayor que el costo del otro tamaño; la razón de ello fue el incremento de costo del vertedor al presentar -

CUADRO (7.2.3)

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LAS
PRESAS DE ALMACENAMIENTO

CONCEPTO	UNIDAD	PRESA SAN LUIS		PRESA COSUMICHE	
		SAN LUIS I	SAN LUIS II	TECPAN I	TECPAN II
Superficie regable	Ha	9 448	15 491	2 646	8 362
CAPACIDADES:					
Azolves	hm ³	35	35	-	40
Conservación	hm ³	100	160	-	90
Total	hm ³	232	309	-	143
ELEVACIONES:					
Vertedor bajo	m	59.60	67.90	-	136.60
Vertedor alto	m	66.78	73.90	-	-
N A M E	m	75.65	82.40	-	145.95
GASTOS MAXIMOS:					
Entrada	m ³ /s	11 000	11 000	-	12 000
Salida	m ³ /s	9 125	8 610	-	11 639

excavaciones excesivas, debido a la disminución de la altura de la cortina; obviamente esto dió origen a que se considerara el mismo tamaño de presa para ambas opciones, resultando por consiguiente de igual costo.

Para obtener los costos de la zona regable, se formuló el anteproyecto correspondiente a cada una de las alternativas señaladas, haciendo el respectivo análisis de precios unitarios. Los presupuestos obtenidos, para cada alternativa figuran en los Cuadros (7.3.1) al (7.3.4), todos ellos a precios de 1982.

Con el fin de contar con los elementos previos al análisis de tamaño, se formularon los programas de inversión respectivos, considerando que, para el caso de las alternativas con requerimiento de presa de almacenamiento, el período constructivo sería de 5 años, y de 3 años para la alternativa que considera únicamente presa derivadora. La distribución anual de inversiones figura en el Cuadro (7.3.5).

En el Cuadro (7.3.6) se consignan los costos de los equipos de bombeo para las alternativas I y II del Sistema San Luis, así como el consumo anual de energía eléctrica que implicaría su operación, dichos costos están referidos a precios de 1982.

Es conveniente establecer, dada la configuración de la zona regable y los costos de cada una de las alternativas, que para el tamaño mayor de

CUADRO (7.3.1)

PROGRAMA PRELIMINAR DE INVERSIONES

ALTERNATIVA SAN LUIS I

CONCEPTO	SUMA* (Construcción y Adq.)	AÑOS				
		1	2	3	4	5
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>2 762 973</u>	<u>429 467</u>	<u>671 339</u>	<u>1 026 323</u>	<u>532 566</u>	<u>103 278</u>
Presa de almacenamiento "San Luis"	1 974 315	296 147	493 579	789 726	394 863	
Río San Luis Margen Izquierda	<u>344 258</u>			<u>103 277</u>	<u>137 703</u>	<u>103 278</u>
Canal Principal	122 655			36 796	49 062	36 797
Sistema de Distribución	105 090			31 527	42 036	31 527
Sistema de Distribución (Bombeo)	19 890			5 967	7 956	5 967
Sistema de Drenaje	51 935			15 581	20 774	15 580
Sistema de Caminos	27 018			8 105	10 807	8 106
Plantas de Bombeo	17 670			5 301	7 068	5 301
Río San Luis Margen Derecha	<u>444 400</u>	<u>133 320</u>	<u>177 760</u>	<u>133 320</u>		
Canal Principal	204 000	61 200	81 600	61 200		
Sistema de Distribución	159 000	47 700	63 600	47 700		
Sistema de Drenaje	54 400	16 320	21 760	16 320		
Sistema de Caminos	27 000	8 100	10 800	8 100		
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>27 465</u>		<u>3 346</u>	<u>2 231</u>	<u>13 133</u>	<u>8 755</u>
Río San Luis Margen Izquierda	21 888				13 133	8 755
Río San Luis Margen Derecha	5 577		3 346	2 231		
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>36 530</u>			<u>10 959</u>	<u>14 612</u>	<u>10 959</u>
<u>INDENIZACIONES</u>	<u>96 033</u>	<u>96 033</u>				
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION**</u>	<u>53 410</u>			<u>24 569</u>	<u>12 284</u>	<u>16 557</u>
<u>SUPERVISION Y ADMINISTRACION 10%</u>	<u>282 697</u>	<u>31 097</u>	<u>76 328</u>	<u>93 290</u>	<u>56 539</u>	<u>25 443</u>
<u>IMPREVISTOS 15%</u>	<u>466 450</u>	<u>51 310</u>	<u>125 941</u>	<u>153 929</u>	<u>93 290</u>	<u>41 980</u>
<u>SUBTOTAL</u>	<u>3 725 558</u>	<u>607 907</u>	<u>876 954</u>	<u>1 311 301</u>	<u>722 424</u>	<u>206 972</u>
<u>I.V.A.</u>	<u>481 999</u>	<u>78 649</u>	<u>113 457</u>	<u>169 651</u>	<u>93 465</u>	<u>26 777</u>
TOTAL	4 207 5.7	686 556	990 411	1 480 952	815 889	233 749

* En miles de pesos a precios de 1982.

CUADRO (7.3.2)

PROGRAMA PRELIMINAR DE INVERSIONES

ALTERNATIVA SAN LUIS II

CONCEPTO	SUMA* (Construcción y Adq.)	AÑOS				
		1	2	3	4	5
OBRAS BASICAS	3 872 995	429 447	1 030 532	1 282 178	754 016	176 822
Presa de Almacenamiento	1 974 315	296 147	493 579	789 726	394 863	
Río San Luis Margen Izquierda	<u>1 424 280</u>		<u>359 153</u>	<u>359 153</u>	<u>359 153</u>	<u>692 738</u>
Canal Principal	924 000		231 000	231 000	231 000	231 000
Sistema de Distribución	324 000		81 000	81 000	81 000	81 000
Sistema de Distribución (Bombeo)	15 660		3 915	3 915	3 915	3 915
Sistema de Drenaje	119 850		29 963	29 962	29 963	29 962
Sistema de Caminos	53 100		13 275	13 275	13 275	13 275
Planta de Bombeo	17 670					17 670
Río San Luis Margen Derecha	<u>444 400</u>	<u>134 300</u>	<u>177 800</u>	<u>134 300</u>		
Canal Principal	204 000	61 200	81 600	61 200		
Sistema de Distribución	159 000	47 700	63 600	47 700		
Sistema de Drenaje	54 400	16 300	21 800	16 300		
Sistema de Caminos	27 000	8 100	10 800	8 100		
OBRAS COMPLEMENTARIAS	43 226		25 935	17 291		
Río San Luis Margen Izquierda	36 170		21 702	14 468		
Río San Luis Margen Derecha	7 056		4 233	2 823		
TRABAJOS PREAGRICOLAS	64 474			32 237	32 237	
INDEMNIZACIONES	120 462	120 462				
MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION	71 831			25 529	46 302	
Río San Luis Margen Izquierda	46 302				46 302	
Río San Luis Margen Derecha	25 529			25 529		
SUPERVISION Y ADMINISTRACION 10%	398 070	42 945	105 647	133 171	78 625	37 682
IMPREVISTOS 15%	656 815	70 859	174 317	219 732	129 732	62 175
SUBTOTAL	5 227 873	663 713	1 336 431	1 710 138	1 040 912	476 679
I.V.A.	697 445	74 080	182 240	233 549	142 574	65 002
TOTAL	5 925 318	737 793	1 518 671	1 943 687	1 183 486	541 681

* En miles de pesos a precios de 1982.

CUADRO (7.3.3)
PROGRAMA PRELIMINAR DE INVERSIONES
ALTERNATIVA TECPAN I

C O N C E P T O .	SUMA* (Construc. y Adg.)	A Ñ O S		
		1	2	3
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>420 980</u>	<u>182 014</u>	<u>196 252</u>	<u>42 714</u>
Presa derivadora	142 380	42 714	56 952	42 714
Río Tecpan M.I.	278 600	139 300	139 300	
Canal principal	180 000	90 000	90 000	
Sistema de distribución	68 000	34 000	34 000	
Sistema de drenaje	15 000	7 500	7 500	
Sistema de caminos	15 600	7 800	7 800	
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>4 954</u>	<u>2 972</u>	<u>1 982</u>	
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>8 590</u>		<u>4 295</u>	<u>4 295</u>
<u>INDEMNIZACIONES</u>	<u>24 433</u>	<u>24 433</u>		
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>	<u>12 557</u>		<u>6 279</u>	<u>6 278</u>
<u>SUPERVISION Y ADMINISTRACION</u>	<u>43 452</u>	<u>13 036</u>	<u>21 726</u>	<u>8 690</u>
<u>IMPREVISTOS</u>	<u>71 696</u>	<u>21 509</u>	<u>35 848</u>	<u>14 339</u>
<u>SUBTOTAL</u>	<u>586 662</u>	<u>243 964</u>	<u>266 382</u>	<u>76 316</u>
<u>I.V.A.</u>	<u>78 261</u>	<u>32 545</u>	<u>35 535</u>	<u>10 181</u>
T O T A L	664 923	276 509	301 917	86 497

* En miles de pesos a precios de 1982.

CUADRO (7.3.4)
PROGRAMA DE INVERSIONES PRELIMINARES
ALTERNATIVA TEPAN II

C O N C E P T O .	S U M A (Construc. y Adm.)	A N O S				
		1	2	3	4	5
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>2 094 330</u>	<u>351 814</u>	<u>479 252</u>	<u>657 919</u>	<u>442 940</u>	<u>162 405</u>
Presa de almacenamiento "Cosumiche"	1 132 000	169 800	283 000	452 800	226 400	
Presa derivadora "Tecpan"	142 380	42 714	56 952	42 714		
Río Tecpan M.I.	<u>278 600</u>	<u>139 300</u>	<u>139 300</u>			
Canal principal	180 000	90 000	90 000			
Sistema de distribución	68 000	34 000	34 000			
Sistema de drenaje	15 000	7 500	7 500			
Sistema de caminos	15 600	7 800	7 800			
Río Tecpan M.D.	<u>541 350</u>			<u>162 405</u>	<u>216 540</u>	<u>162 405</u>
Canal principal	237 600			71 280	95 040	71 280
Sistema de distribución	200 550			60 165	80 220	60 165
Sistema de drenaje	59 968			17 990	23 287	17 991
Sistema de caminos	43 232			17 970	17 293	12 969
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>9 788</u>	<u>1 958</u>	<u>1 958</u>	<u>2 936</u>	<u>2 936</u>	
Río Tecpan Margen Izquierda	3 916	1 958	1 958			
Río Tecpan Margen Derecha	5 872			2 936	2 936	
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>34 300</u>			<u>10 290</u>	<u>13 720</u>	<u>10 290</u>
<u>IDENIZACIONES</u>	<u>269 240</u>	<u>269 240</u>				
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>	<u>50 156</u>			<u>22 962</u>	<u>11 548</u>	<u>15 646</u>
<u>SUPERVISION Y ADMINISTRACION</u>	<u>213 842</u>	<u>23 522</u>	<u>57 737</u>	<u>70 569</u>	<u>42 768</u>	<u>19 246</u>
<u>IMPREVISTOS</u>	<u>352 839</u>	<u>38 812</u>	<u>95 267</u>	<u>116 437</u>	<u>70 568</u>	<u>31 755</u>
<u>SUBTOTAL</u>	<u>3 024 495</u>	<u>685 346</u>	<u>634 214</u>	<u>981 113</u>	<u>584 580</u>	<u>239 342</u>
<u>I.V.A.</u>	<u>391 309</u>	<u>88 670</u>	<u>82 055</u>	<u>113 998</u>	<u>75 620</u>	<u>30 966</u>
T O T A L	3 415 804	774 016	716 269	995 111	660 100	270 308

CUADRO (7.3.5)

PROGRAMA ANUAL DE INVERSIONES
(En millones de pesos a precios de 1982)

SISTEMA Y ALTERNATIVA	COSTO TOTAL	A Ñ O S				
		1	2	3	4	5
SAN LUIS						
I	4 207.56	686.56	990.41	1 480.95	815.89	233.75
II	5 925.32	737.79	1 518.67	1 943.69	1 183.49	541.68
TECPAN						
I	664.92	276.51	301.91	86.50	-	-
II	3 415.80	774.01	716.27	995.11	660.10	270.31

CUADRO (7.3.6)

COSTOS ANUALES DE BOMBEO

(Precios de 1982)

CONCEPTO	UNIDAD	ALTERNATIVAS	
		I	II
Area Servida	(ha)	589	589
Amortización del Equipo de Bombeo*	(miles de \$)	1 825	1 825
Operación y Mantenimiento	(miles de \$)	547	547
Costo de la Energía consumida**	(miles de \$)	3 244	3 244
COSTO TOTAL	(miles de \$)	5 616	5 616

* El costo de adquisición del equipo es de 14 084 miles de pesos.

** El costo del consumo de energía se consideró en 5.63 \$/Kwh.

la zona beneficiable, la mejor combinación de ambos sistemas, sería la que propone el mayor tamaño de la presa San Luis y en forma adicional la derivadora Tecpan, lo que desecha en este caso a la presa Cosumiche. Sin embargo para los tamaños menores, cuando ambos sistemas son independientes, sigue siendo valedera la inclusión de ambas presas, mientras no se elimine alguna de ellas en el análisis de tamaño.

7.4) Análisis de tamaño

Con el objeto de definir cual de las alternativas o combinación de ellas presenta la opción más recomendable para impulsar el desarrollo agropecuario, se procedió a realizar el análisis beneficio-costos para cada alternativa, considerando como medida de efectividad el incremento del Valor Agregado que tendría cada opción a la realización de las obras planteadas. Tales análisis se llevaron a cabo a precios constantes de 1982.

Con ese fin, se modificaron los presupuestos que aparecen en el inciso anterior, para lo cual se excluyeron los impuestos por considerarlos una mera transferencia y, la maquinaria y equipo para conservación, por incluirse dichas erogaciones en los costos sistemáticos; por otra parte se recalcularon los costos indirectos, deduciendo los gastos financieros, y se dedujo también la mano de obra no calificada. Los programas de inversión resultantes figuran en el Cuadro (7.4.1).

CUADRO (7.4.1)

PROGRAMA DE INVERSIONES PARA ANALISIS BENEFICIO-COSTO

(En millones de pesos a precios de 1982)

SISTEMA Y ALTERNATIVA	COSTO TOTAL	A Ñ O S				
		1	2	3	4	5
<u>SAN LUIS</u>						
I	3 446.14	562.32	811.18	1 212.95	668.24	191.45
II	4 835.78	613.93	1 236.20	1 581.88	962.84	440.93
<u>TECPAN</u>						
I	542.66	225.67	246.40	70.59	-	-
II	2 576.27	633.95	586.65	815.03	540.64	221.39

Los costos sistemáticos, relativos a la operación y conservación de la zona de proyectos, se calcularon utilizando precios índice en función del volumen de agua por distribuir, mientras que los propios de extensión se determinaron considerando el número de técnicos necesarios para prestar adecuadamente dicho servicio, los valores obtenidos figuran en el Cuadro (7.4.2). En este mismo cuadro aparecen los costos sistemáticos relativos a las plantas de bombeo, en los que se incluye la amortización y reposición del equipo y el costo del consumo de energía, este último valorado en 5.63 \$/kwh.

Los gastos de extensión en ausencia de acciones, se valoraron de acuerdo al número de técnicos dedicados actualmente a tales labores, obteniéndose un costo medio de 160 \$/ha.

Para considerar los beneficios, en el caso de la situación en ausencia de acciones, se supuso que las superficies cosechables para todas las opciones no sufrirían cambio alguno a través del tiempo, por su parte los rendimientos experimentarían un ligero incremento, estimándose para ello un período de 10 años. En el Cuadro (7.4.3) se muestra el programa de actividades agropecuarias que tendría lugar en la región de no llevarse a cabo las obras propuestas.

A su vez, en la situación en presencia de acciones se adoptó, para todas las variantes, un período de maduración de 5 años, tanto para la superficie cosechable como para los rendimientos esperados. En el Cuadro (7.4.4) aparecen las características del proyecto en presencia de acciones.

COSTOS SISTEMATICOS ANUALES
(En miles de pesos a precios de 1982)

SISTEMA Y ALTERNATIVA	OPERACION	CONSERVACION	EXTENSIONISMO	BOMBEO*	TOTAL
<u>SAN LUIS</u>					
I	7 379	4 922	4 469	5 616	22 386
II	12 098	8 071	7 327	5 616	33 112
<u>TECPAN</u>					
I	2 067	1 379	1 252	-	4 698
II	6 531	4 357	3 955	-	14 843

* Incluye el costo de la energía, así como la amortización, reposición y mantenimiento del equipo de bombeo.

CUADRO (7.4.3)

PROGRAMA DE ACTIVIDADES AGROPECUARIAS SIN PROYECTO

C U L T I V O S	MODALIDAD	SUPERFICIE (ha)	RENDIMIENTO (TON/HA)		PRECIO MEDIO RURAL (\$/TON)	VALOR TOTAL DE LA PRODUCCION (MILES DE \$)		COSTO DE LA PRODUCCION (MILES DE \$)	
			ACTUAL	POTENCIAL		ACTUAL	POTENCIAL	ACTUAL	POTENCIAL
Coco	R	3 789	1.3	1.6	24 711	131 081	149 809	39 324	44 943
Coco	T	6 560	0.9	1.1	24 711	145 893	178 314	43 768	53 494
Papayo	R	84	27.0	30.0	9 452	21 437	23 819	6 431	7 146
Papayo	T	138	20.0	23.0	9 452	26 088	30 001	7 826	9 000
Plátano	R	210	22.5	25.0	5 803	27 419	30 466	8 226	9 140
Mango	R	126	10.0	12.0	17 932	22 594	27 113	6 778	8 134
Mango	T	207	8.0	8.0	17 932	29 695	29 695	8 908	8 908
Maíz	T	423	2.0	2.1	9 766	8 262	8 675	2 478	2 602
Ajonjolif	T	61	0.6	0.7	20 900	765	892	230	268
Sandía	R	32	7.8	10.0	5 530	1 380	1 770	414	531
Chile Verde	R	33	7.0	8.0	14 662	3 386	3 871	1 016	1 161
Frijol	T	121	0.5	0.6	19 451	1 176	1 412	353	424
Pastos	Pn	1 054	-	-	-	8 102	9 031	2 431	2 709
Forrajes	Pc	269	-	-	-	9 355	10 168	2 806	3 050
T O T A L		13 107				436 633	505 036	130 989	151 510

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO EN PRESENCIA DE ACCIONES

SUPERFICIE Y ALTERNATIVA	SUPERFICIE COSFCHABLE (ha)		VALOR DE LA PRODUCCION*		COSTO DE LA PRODUCCION*	
	Inicial	Potencial	Inicial	Potencial	Inicial	Potencial
<u>SAN LUIS</u>						
I	9 844	14 455	570 172	1 200 733	185 335	384 235
II	16 222	23 701	954 421	1 968 771	305 415	630 006
<u>TECPAN</u>						
I	2 761	4 048	162 443	336 255	51 982	107 602
II	8 757	12 794	515 128	1 062 759	164 780	340 083

* Miles de pesos a precios de 1982.

Haciendo todas las consideraciones enunciadas, se practica--
ron las evaluaciones económicas cuyos resultados aparecen en el Cuadro - - -
(7.4.5), donde puede apreciarse que la iniciativa denominada San Luis II -
que contempla atender 15 491 ha, ubicadas hacia ambos márgenes del río Sar --
Luis, es la que genera el mayor valor presente de los beneficios netos los -
cuales ascienden a 489.8 millones de pesos. En forma adicional y como ya se
había dicho que la alternativa Tecpan I es independiente, se observa que esta
alternativa arroja un valor presente de beneficios netos de 349.5 millones de
pesos, los que sumados hacen 839.3 millones de pesos.

Basados en los resultados de evaluación, como es lógico su--
poner, las opciones que se recomienda estudiar a mayor detalle, son las altern
nativas San Luis II y Tecpan I, cuyas obras básicas son la presa de almacena-
miento San Luis y la derivadora Tecpan, para beneficiar una superficie total
de 18 137 ha.

En la Ingeniería de proyecto, se hará referencia a las obras
que contemplan las dos alternativas seleccionadas.

CUADRO (7.4.5)

INDICADORES ECONOMICOS DE EVALUACION

SISTEMA Y ALTERNATIVA	SUPERFICIE (ha)	BENEFICIO (miles \$)	COSTO (miles \$)	V.P.B.N. (miles \$)	B/C	T.I.R. (%)	B'/C'
SAN LUIS							
I	9 448	2 956 552	3 112 160	-155 608	0.95	11.47	-
II	15 491	4 417 870	3 928 070	489 800	1.12	13.05	1.79
TECPAN							
I	2 646	878 890	529 390	349 500	1.66	17.68	-
II	8 362	2 332 298	2 370 168	- 37 770	0.98	11.95	0.79

V.P.B.N. = Valor presente de los beneficios netos
 B/C = Relación beneficio-costo
 T.I.R. = Tasa interna de retorno
 B'/C' = Relación beneficio-costo marginal

CAPITULO VIII
INGENIERIA DE PROYECTO

8.1) Características esenciales del
esquema adoptado

Como quedó establecido en el capítulo referente a sistemas hidráulicos alternativos, la proposición más conveniente es aquella que plantea el aprovechamiento de los caudales del río San Luis y de esta forma lograr el aprovechamiento de la zona para el riego de 15 492 ha, mediante la realización de las obras que se describen posteriormente. Se había previsto también el riego de la margen izquierda del río Tecpan, como alternativa independiente, con la erección de la derivadora Tecpan. Sin embargo es necesario aclarar que debido a la falta de información geológica respecto al sitio donde quedaría la derivadora Tecpan, en este capítulo sólo se hará la descripción y dimensionamiento de las obras que contempla la Alternativa San Luis II.

Hecha la aclaración anterior, se prevé la construcción de la presa San Luis para el almacenamiento de las aguas del río de la misma denominación, mismas que serían conducidas, a partir de la obra de toma, a través del canal principal margen izquierda, para posteriormente en el km 0 + 235 derivar una porción del volumen inicial hacia la derecha cruzando la corriente mediante un sifón, dando origen al canal principal margen derecha, mismo que después de alejarse de la corriente aproximadamente 14 km hacia el noroeste, se - - - -

descolgaría por un parteaguas hacia el mar hasta el km 17 + 000. A partir de este punto viraría hacia el sureste para terminar en las proximidades del río San Luis; esta conducción atendería 5 380 ha. Por su parte, el canal principal margen izquierda terminaría en las proximidades del poblado Tenexpa e irrigaría una superficie de 10 112 ha en las que se incluyen 589 ha, atendidas mediante un bombeo ubicado en el km 3 + 900 del lateral 10 + 050.

8.2) Dimensionamiento y descripción de las obras

A. PRESA DE ALMACENAMIENTO SAN LUIS

Considerando las demandas de la alternativa elegida, se procedió a realizar el dimensionamiento hidráulico de la presa San Luis, diseñada para una capacidad total de 308.5 hm^3 , de los cuales 35 corresponderían a azolves, 125 a riego y 148.5 a superalmacenamiento.

Para dar paso a la avenida máxima probable se consideró una obra de excedencias mixta, integrada por un vertedor bajo de embudo más un vertedor de cresta libre de 150 m de longitud, este último se ubicaría a la elevación 73.90 m correspondiente al nivel máximo alcanzado al transitarse las crecientes observadas.

Con objeto de lograr la regulación de las avenidas históricas

observadas a un gasto de descarga de $2\ 000\ m^3/s$, que se estima puede conducir sin problema el cauce natural del río San Luis, se propone el vertedor bajo de embudo con 45 m de longitud vertedora localizada en la ladera izquierda, y la cresta vertedora se ubicaría a la elevación 67.90 m, que corresponde a la capacidad de conservación de 160 millones de m^3 .

Las extracciones al vaso con fines de riego, se lograrían mediante la operación de compuertas con asiento en la elevación 42.27 m y descarga a un túnel; esta estructura se localizaría en la margen izquierda de la presa.

Por lo que respecta a la cortina de la presa, tendría una altura aproximada de 75 m sobre el cauce del río y estaría construida con materiales graduados, teniendo su corona 10 m de ancho y 658 m de longitud total. Dicha estructura estaría constituida por un núcleo de material impermeable compactado, que habría de desplantarse hasta la roca sana, formando taludes de 0.3:1 en ambos paramentos. Adosado al mismo, se colocaría un cuerpo de transición con talud semejante, constituido por filtros de grava y arena, cubriendo a éste se colocaría reza, producto de las excavaciones, formando taludes de 2.24:1. Por el lado mojado se colocaría, sobre este material permeable, una capa de enrocamiento de 3.00 m de espesor. Del lado seco, sobre el mismo material permeable, se colocaría otra capa de enrocamiento para - - -

protección cuyo espesor sería de 2.00 m.

Para llevar a cabo el tratamiento de cimentación se procedería a efectuar una limpia, sobre el eje de la cortina, a 3.00 , de profundidad en toda el área de desplante. Del cadenamiento - - - - - 0 + 000 al 0 + 400 se excavaría una trinchera que abarcaría las trazas de corazón impermeable, extrayendo los materiales sueltos y la roca intemperizada hasta una profundidad máxima de 8.00 m, y de la estación - 0 + 400 a la 0 + 585.64 se continuaría la trinchera a sólo 5.00 m de - profundidad. Además se formaría un tapete de consolidación mediante 4 líneas de perforaciones a 5.00 m de profundidad, distribuidas en tresbolillo; lo anterior se realizaría dentro del área de desplante del material impermeable, con separación de 3.00 m a partir de la estación - - 0 + 000 a la 0 + 125 y de la estación 0 + 425 a la 0 + 585; como complemento se formaría una pantalla de impermeabilización mediante una línea de inyectados también dispuesta en tresbolillo, con una separación de - 5.00 m y proyectados a una profundidad máxima de 25.00 m, esto es de - 20.00 m de profundidad de la estación 0 + 000 a la estación 0 + 400, y de 25.00 m de la estación 0 + 400 a la 0 + 585.

El dique, de unos 33 m de altura máxima, se localizaría sobre un puerto ubicado en la margen derecha a unos 1 200 m del empotramiento de la cortina, tendría corona de 300 m de longitud, 19 m de ancho y a la elevación de 85.00 m. Los materiales que integrarían el cuerpo del

dique serían semejantes a los de la cortina tanto en características, taludes y espesores de material.

Para el tratamiento de la cimentación se requeriría únicamente una limpia del material superficial en el área de desplante, a una profundidad de 5.00 m aproximadamente, hasta llegar a la roca sana.

La obra de desvío quedaría integrada básicamente por un túnel, mismo que se aprovecharía para la descarga del vertedor bajo, y dos ataguías transversales.

El túnel sería de sección circular de 10 m de diámetro y revestimiento de concreto con una longitud total de 436 m. El canal de acceso, a la elevación 23.00 m, tendría una sección trapezoidal con ancho de plantilla de 12.00 m y taludes de 0.5:1.

El sistema de ataguías transversales quedaría dispuesto para integrarse finalmente al cuerpo de la cortina; ambas ataguías tendrían un ancho de corona de 8.00 m, taludes externos de 2.25:1 y una elevación de corona, correspondiente a la estructura de aguas arriba y aguas abajo, de 26.20 y 19.00 m, respectivamente.

El canal de acceso al vertedor bajo tendría su plantilla a la elevación 55.00 m, desde la estación 0 + 322 del túnel hasta llegar al

área de lumbrera, donde se alojaría el vertedor de embudo con eje circular; luego mediante una caída libre —con sección circular de 14.32 m de diámetro inicial, constreñido hasta 9.00 m—, se conectaría a la sección del túnel, para lo cual, la utilidad de éste como obra de desvío, deberá cancelarse mediante un tapón de concreto simple de 20 m de longitud, que se dispondría a 177 m del portal de entrada del túnel y que — además conformaría un codo vertical para cambiar la dirección de los escurrimientos 90°. Posteriormente se dispondría de un tramo de 259 m de longitud de túnel y la descarga continuaría a través de un canal de sección trapecial, con ancho de plantilla de 10 m y taludes 0.5:1, en una longitud de 60 m, para terminar con una cubeta de lanzamiento como estructura disipadora.

El vertedor alto de la presa se localizaría en la margen derecha, sobre la ladera, a 92 m del empotramiento de la cortina. Su acceso estaría constituido por un canal de sección trapecial, con taludes 0.5:1, ancho de plantilla variable y longitud aproximada de 150 m. El vertedor tendría en la cresta 160 m de longitud y perfil tipo Creager, con planta en medio abanico el cual se ligaría al canal en rápida mediante una transición de 99 m; este canal sería de sección trapecial, con taludes 0.5:1 y 50 m de ancho de plantilla. La longitud del canal sería de 236 m y al extremo de éste seguiría un salto en trampolín como estructura disipadora de energía.

Finalmente el canal de salida funcionaría a régimen subcrítico, sería de sección trapecial, de ancho igual al del canal de descarga, con una longitud de 161 m y llevaría los volúmenes de vertido hasta el cauce del río San Luis.

La obra de toma quedaría situada sobre la margen izquierda y tendría acceso mediante una estructura de rejillas localizadas en el tajo del canal de acceso del vertedor bajo. La toma tendría una capacidad de $25 \text{ m}^3/\text{s}$ y estaría constituida por un túnel con sección circular, de 3.00 m de diámetro y 450 m de longitud total que funcionaría a presión en los primeros 135 m; ahí se ubicaría una lumbrera de sección circular de 6.00 m de diámetro desde donde se operarían 4 compuertas - deslizantes de 2.00 m de base por 2.50 m de altura; dos de ellas - serían de servicio y dos de emergencia. Los restantes 315 m de túnel funcionarían como canal a régimen supercrítico hasta la salida, ahí se alojaría una estructura disipadora de energía que se conectaría directamente al canal principal de la margen izquierda.

Las características principales de la obra antes descrita - pueden apreciarse en el Cuadro (8.2.1).

CUADRO (8.2.1)

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA PRESA DE
ALMACENAMIENTO SAN LUIS

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD
Capacidad total	hm ³	308.50
Superalmacenamiento	hm ³	148.50
Capacidad de conservación	hm ³	160.00
Capacidad útil	hm ³	125.00
Capacidad de azolves	hm ³	35.00
Elevación de la corona	msnm	85.00
Elevación NAME	msnm	82.40
Carga hidráulica cresta baja	m	14.50
Cresta hidráulica cresta alta	m	8.50
Gasto de diseño del vertedor bajo	m ³ /s	1 000.00
Gasto de diseño del vertedor alto	m ³ /s	7 610.00
Elevación cresta vertedora baja	msnm	67.90
Elevación cresta vertedora alta	msnm	73.90
Longitud cresta vertedora baja	m	45.00
Longitud cresta vertedora alta	m	150.00
Capacidad de la obra de toma	m ³ /s	25.00
Elevación del umbral de la toma	msnm	42.40

FUENTE: Estudio Hidrológico, Subdirección de Hidrología, SARH. 1984.

B. SISTEMA DE RIEGO

Canal Principal margen izquierda

El canal principal de la margen izquierda, cuyo origen quedaría situado en la obra de toma de la presa de almacenamiento San Luis, tendría una capacidad inicial de $23.31 \text{ m}^3/\text{s}$ y un desarrollo de 42.20 km. Sería de sección trapecial, con taludes 1.5:1 y totalmente revestido de concreto, para atender una superficie total de 10 112 ha.

Sus características geométricas e hidráulicas figuran en el Cuadro (8.2.2) y las estructuras por él requeridas en el Arreglo (8.2.3),

Ahora bien, del canal principal margen izquierda, en el km 3 + 900 del lateral 10 + 050, partiría otro canal hasta la planta de bombeo, cuyo desarrollo alcanzaría 2.82 km. Dicha planta tendría una capacidad de $1.61 \text{ m}^3/\text{s}$ y elevaría el agua 9.50 m de altura para el riego de 589 ha. Sus características quedan anotadas en el Cuadro (8.2.4).

Canal Principal margen derecha

Por su parte, el canal principal de la margen derecha, con origen en el km 0 + 235 del canal principal margen izquierda, cruzaría el río San Luis mediante un sifón de 370 m de longitud; tendría una - - - -

CUADRO (U.2.2)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DE LOS

CANALES PRINCIPALES

TRAMO		Q (m ³ /s)	A_2 (m ²)	V (m/s)	b (m)	d (m)	r (m)	n	s
km	a km								
MARGEN IZQUIERDA									
0+000	- 0+235	23.31	24.600	0.948	3.70	3.00	1.695	0.015	0.00010
0+235	- 5+830	15.32	17.940	0.854	3.00	2.60	1.450	0.015	0.00010
5+830	- 10+015	13.30	16.125	0.825	2.70	2.50	1.377	0.015	0.00010
10+015	- 20+480	10.69	13.685	0.781	2.50	2.30	1.268	0.015	0.00010
20+480	- 23+180	8.31	11.880	0.700	2.10	2.20	1.184	0.015	0.00010
23+180	- 29+420	6.57	8.556	0.770	1.85	1.85	1.004	0.016	0.00015
29+420	- 31+530	4.69	6.641	0.710	1.55	1.65	0.886	0.016	0.00015
31+530	- 37+320	3.62	5.475	0.660	1.40	1.50	0.804	0.016	0.00015
37+320	- 38+550	2.08	2.756	0.760	1.05	1.05	0.570	0.017	0.00035
38+550	- 42+197	1.69	1.721	0.980	0.75	0.85	0.451	0.018	0.00090
MARGEN DERECHA									
0+000	- 1+720	8.09	10,000	0.81	2,00	2.00	1,086	0.016	0.00015
1+720	- 5+560	6.63	6.641	1.00	1.55	1.65	0.886	0.016	0.00030
5+560	- 7+410	5.29	6.006	0,88	1,55	1,55	0,841	0.016	0.00025
7+410	- 14+360	4.18	5,475	0,76	1,40	1,50	0,804	0.016	0.00020
14+360	- 16+430	2,18	2,400	0,91	0,90	1,00	0,533	0.017	0.00055
16+430	- 24+030	2,18	4.556	0,48	1,35	1,35	0,733	0.017	0.00010

CUADRO (8.2.3)

ESTRUCTURAS DEL CANAL PRINCIPAL

E S T R U C T U R A S	M A R G E N	
	IZQUIERDA	DERECHA
Toma lateral y alcantarilla	19	6
Toma lateral	1	3
Toma granja y alcantarilla	51	27
Toma granja	7	12
Caída	4	2
Represa	29	16
Rápida	1	-
Sifón	8	5
Entrada de agua	19	4
Alcantarilla	1	-
Alcantarilla bajo canal	15	6
Puente peatón	17	-
Desfogue	6	-

CUADRO (8.2.4)

PLANTA DE BOMBEO

CONCEPTO	SECCION TIPO	SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA (m)	(m ³ /s)
Canal alimentador	7	6.90	1.61
Canal alimentado	7	16.40	1.61

NOTA: Altura de bombeo 9.50 m

capacidad inicial de $8.09 \text{ m}^3/\text{s}$ y un desarrollo de 24.03 km ; sería de sección trapezoidal, con taludes $1.5:1$ y totalmente revestido de concreto, para dominar una superficie de $5\,380 \text{ ha}$. Sus características geométricas e hidráulicas aparecen en el Arreglo (8.2.2) y las estructuras por él requeridas en el Cuadro (8.2.3) antes mencionados.

C. RED DE DISTRIBUCION

Margen derecha

La red estaría constituida por canales laterales, sublaterales y ramales que han sido dimensionados para gastos estimados de 0.22 hasta $2.34 \text{ m}^3/\text{s}$ y cuya longitud total sería de 52.53 km , correspondientes, en su totalidad, a zonas regables por gravedad; los canales se hallarían revestidos de concreto en toda su longitud y sus secciones serían de forma trapezoidal, con taludes de $1.5:1$ que se ajustarían a las especificadas en el Cuadro (8.2.5).

Las estructuras requeridas por dicha red aparecen indicadas en el Arreglo (8.2.6).

CUADRO (8.2.5)

CARACTERISTICAS DE LOS CANALES DE DISTRIBUCION

SECCION TIPO	BASE (m)	TIRANTE (m)	BORDO LIBRE (m)	LONGITUD EN KILOMETROS		
				MARGEN IZQUIERDA		MARGEN DERECHA
				Gravedad	Bombeo	Gravedad
2	0.30	0.40	0.15	34.74	1.41	19.81
3	0.45	0.45	0.15	13.64	-	7.52
4	0.45	0.55	0.15	8.81	-	3.14
5	0.60	0.60	0.20	11.51	-	10.40
6	0.60	0.70	0.20	9.01	-	0.90
7	0.75	0.75	0.20	8.36	3.81	4.08
8	0.75	0.85	0.20	9.33	-	3.38
9	0.90	0.90	0.20	3.49	-	4.06
10	0.90	1.00	0.20	8.77	-	1.13
11	1.05	1.05	0.20	-	-	1.07
TOTAL				107.66	5.22	55.49

CUADRO (8.2.6)

ESTRUCTURAS DE LOS CANALES DE DISTRIBUCION

E S T R U C T U R A	MARGEN IZQUIERDA		MARGEN DERECHA
	Gravedad	Bombeo	Gravedad
Toma sublateral y alcantarilla	11	1	14
Toma sublateral	9	1	2
Toma ramal y alcantarilla	3	1	-
Toma ramal	6	-	1
Toma granja y alcantarilla	131	11	90
Toma granja	88	5	100
Caída	154	4	80
Represa	171	9	87
Rápida	20	-	131
Sifón	12	-	8
Alcantarilla	2	-	3
Alcantarilla bajo canal	3	-	8
Paso superior	-	-	1
Puente peatón	-	-	9

Margen Izquierda

Al igual que el de la margen derecha, este sistema de distribución estaría constituida por canales laterales, sublaterales y ramales que han sido dimensionados para gastos desde 0.22 hasta $2.78 \text{ m}^3/\text{s}$ y cuya longitud total sería de 112.88 km; de éstos, 107.66 km corresponden a zonas regables por gravedad y 5.22 km a bombeo. Los canales se hallarían revestidos de concreto en toda su longitud y sus secciones, de forma trapecial, con taludes 1.5:1, se ajustarían a las especificaciones que indica el Cuadro (8.2.5) y las estructuras requeridas aparecen en el Arreglo (8.2.6), antes indicados.

D. SISTEMA DE DRENAJE

Para el desalojo de los excedentes de lluvia y de los retornos de riego, se construiría un sistema de drenes a cielo abierto, con una capacidad fluctuante entre 2.58 y $26.80 \text{ m}^3/\text{s}$. La longitud total de este sistema sería de 163.08, correspondiendo a la margen derecha - - 47.32 km y a la izquierda 114.76 km; asimismo, tendrían secciones trapeciales con taludes 1.5:1, además de las restantes características que se consignan en el Arreglo (8.2.7).

El sistema se complementaría con drenes naturales --15.90 km en la margen derecha y 25.95 km en la izquierda-- que sólo requerirían

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LOS DRENES

SECCION TIPO	BASE (m)	CORTE MEDIO (m)	CAPACIDAD MEDIA (m ³ /s)	LONGITUD EN KILOMETROS	
				MARGEN IZQUIERDA	MARGEN DERECHA
1	1.00	1.50	8.19	82.96	29.12
2	1.50	2.00	13.86	11.80	1.04
3	2.00	2.00	12.80	6.75	10.56
4	4.00	2.00	32.80	9.62	1.80
5	5.00	2.50	26.80	2.05	-
6	7.00	3.00	34.60	1.58	-
especial I	29.00	1.50	36.57	-	1.20
especial II	12.50	1.50	27.22	-	1.94
especial III	15.50	1.00	10.03	-	2.66
T O T A L				114.76	48.32

ser objeto de una limpia y retiro de maleza en sus cauces.

Las estructuras requeridas por este sistema aparecen detalladas en el Cuadro (8.2.8).

E. SISTEMA DE CAMINOS

Se ha previsto también construir un sistema de caminos internos cuya longitud sería de 249.45 km. Estas vías que han sido clasificadas como principales, secundarias y de enlace, estarían destinadas a intercomunicar la zona de riego.

En la margen izquierda se localizarían 165.88 km de longitud de caminos de los cuales, los principales, que irían paralelos al canal principal, desarrollarían una longitud de 42.20 km y 112.88 serían de caminos secundarios —5.22 km se ubicarían en la zona de bombeo—, los restantes 10.80 km corresponderían a los caminos de enlace.

Por lo que respecta a la margen derecha, los caminos principales desarrollarían un total de 28.08 km —24.031 ubicados paralelamente al camino principal— y los restantes 4.05 km serían vías de enlace. Los caminos secundarios desarrollarían 55.49 km.

Los caminos principales y de enlace tendrían 6.00 m de corona

CUADRO (8.2.8)

ESTRUCTURAS DE LA RED DE DRENAJE

CONCEPTO	MARGEN IZQUIERDA	MARGEN DERECHA
Alcantarilla	10	-
Caída	32	4
Entradas de agua	98	55
Unión de drenes	25	17

y un revestimiento de materiales selectos de 0,20 m de espesor.

Referente a los secundarios, que se ubicarían paralelamente a los canales de distribución, estarían llamados a facilitar las labores de operación y conservación de los sistemas, tendrían 4.00 m de ancho en la corona y revestimiento de 0.15 m de espesor. Como el ancho de estos caminos corresponde al de un carril de circulación se ha previsto construir libramientos a cada kilómetro de su trazo.

Las características geométricas de estas vías figuran en el Cuadro (8.2.9) y sus correspondientes estructuras en el Arreglo (8.2.10').

F. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Como obras complementarias para el funcionamiento del sistema, se ha previsto edificar un local destinado a las oficinas del Distrito junto con las demás instalaciones que figuran en el Cuadro (8.2.11).

CARACTERISTICAS DE LOS CAMINOS

TIPO DE	ANCHO DE		LONGITUD EN KILOMETROS		
	CORONA (m)	REVESTIMIENTO (m)	MARGEN IZQUIERDA Gravedad	MARGEN DERECHA Bombeo	MARGEN DERECHA Gravedad
Principal	6,00	5,40	42,20	-	24,03
Secundario	4,00	3,55	107,66	5,22	55,49
Enlace	6,00	5,40	10,80	-	4,05
T O T A L			160,66	5,22	83,57

CUADRO (8.2,10)

ESTRUCTURAS DE LA RED DE CAMINOS

CONCEPTO	MARGEN IZQUIERDA	MARGEN DERECHA
Vado	13	9
Puente	16	15
Alcantarilla	3	1

CUADRO (8.2,11)

OBRAS COMPLEMENTARIAS

REGIMEN	MARGEN IZQUIERDA		MARGEN DERECHA
	Gravedad	Bombeo	Gravedad
Oficina para el distrito	1	-	-
Casa para canalero	3	-	2
Casa para presero	1	-	-
Caseta para bombas	-	1	1
Línea telefónica	89	-	39
Estructuras aforadoras	277	16	189

8.3) Presupuestos y programas de inversión
del esquema adoptado

Basándose en el dimensionamiento y características de las - - obras, descritas en el inciso anterior, se elaboró el presupuesto y el programa de inversiones del esquema adoptado, actualizando los costos a precios de 1984.

De esta forma el costo de la presa de almacenamiento San Luis se estimó en 6 239.2 millones de pesos. La estimación de dicho costo incluye: la obra de desvío --un tunel y dos ataguías transversales--, la cortina de la presa, la obra de excedencias mixta --vertedor bajo de embudo y el vertedor de cresta libre--, la obra de toma por la margen izquierda, así como el dique localizado por la margen derecha.

Por su parte el presupuesto correspondiente a la zona de riego de la margen izquierda se estimó en 3 433 millones de pesos, incluyendo el canal principal, el sistema de distribución, el sistema de drenaje, el sistema de caminos y la obra civil de la planta de bombeo. Mientras que para la zona de riego de la margen derecha, se estimó una inversión de 1 049.4 millones de pesos necesarios para la construcción del canal principal, el Sistema de distribución, el Sistema de drenaje y el Sistema de caminos.

En cuanto a la inversión estimada para la construcción de las obras complementarias, esta asciende a 81.2 millones de pesos, con lo que se construiría una oficina para el distrito, 5 casas para canaleros, una casa -

para el presero, dos casetas para bombas, así como la línea telefónica y las estructuras aforadoras.

Para los trabajos preagrícolas se estimó una inversión de 167.7 millones de pesos, destinados principalmente al desmonte y nivelación de los terrenos que así los requieran.

El monto de las indemnizaciones fue estimado en 233.8 millones de pesos, el cual se reintegraría a los propietarios de los terrenos afectados por las obras.

En el Cuadro (8.3.1) aparece el resumen general de las inversiones y el programa de inversiones, de cada uno de los conceptos mencionados.

CUADRO (8.J.1)
 PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE INVERSIONES*
 (En miles de pesos)

C O N C E P T O .	ARO 1	ARO 2	ARO 3	ARO 4	ARO 5	TOTAL
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>1 250 717</u>	<u>2 827 869</u>	<u>3 658 806</u>	<u>2 096 128</u>	<u>888 129</u>	<u>10 721 469</u>
Presa de almacenamiento San Luis	935 883	1 559 806	2 495 689	1 247 844		6 239 222
<u>Margen Izquierda</u>		<u>848 285</u>	<u>848 284</u>	<u>848 284</u>	<u>888 129</u>	<u>3 432 982</u>
Canal principal		545 391	545 391	545 391	545 391	2 181 564
Sistema de distribución		191 241	191 241	191 241	191 241	764 964
Sistema de distribución bombeo		9 244	9 243	9 243	9 243	36 973
Sistema de drenaje		72 779	72 779	72 779	72 779	291 116
Sistema de caminos		29 630	29 630	29 630	29 629	118 519
Plantas de bombeo					39 846	39 846
<u>Margen Derecha</u>	<u>314 834</u>	<u>419 778</u>	<u>314 833</u>			<u>1 049 445</u>
Canal principal	144 493	192 658	144 493			481 644
Sistema de distribución	112 620	150 159	112 620			375 399
Sistema de drenaje	39 642	52 855	39 641			132 138
Sistema de caminos	18 079	24 106	18 079			60 264
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>		<u>48 710</u>	<u>32 473</u>			<u>81 183</u>
Margen izquierda		40 759	27 172			67 931
Margen derecha		7 951	5 301			13 952
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>			<u>83 849</u>	<u>83 848</u>		<u>167 697</u>
<u>INDEMNIZACIONES</u>	<u>233 817</u>					<u>233 817</u>
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERV.</u>			<u>52 934</u>	<u>94 104</u>		<u>147 038</u>
<u>INGENIERIA Y ADMINISTRACION</u>	<u>120 676</u>	<u>296 204</u>	<u>362 027</u>	<u>219 411</u>	<u>96 735</u>	<u>1 097 053</u>
<u>IMPREVISTOS</u>	<u>199 115</u>	<u>488 737</u>	<u>597 345</u>	<u>362 020</u>	<u>162 912</u>	<u>1 810 137</u>
<u>SUBTOTALES</u>	<u>1 804 325</u>	<u>3 661 520</u>	<u>4 787 434</u>	<u>2 855 519</u>	<u>1 149 776</u>	<u>14 258 574</u>
<u>I.V.A.</u>	<u>210 592</u>	<u>516 908</u>	<u>631 776</u>	<u>382 895</u>	<u>172 303</u>	<u>1 914 474</u>
T O T A L	2 014 917	4 178 428	5 419 210	3 238 414	1 322 079	16 173 048

A precios de 1984.

CONCLUSIONES

La conveniencia de realizar las obras que se proponen en este documento, desde el punto de vista tanto técnica como económicamente, quedó plasmada en el capítulo VII (Sistemas hidráulicos alternativos) y en el VIII (Ingeniería de proyecto).

Por otra parte, es necesario completar la información geológica del sitio propuesto para alojar la derivadora Tecpan, y estar en posibilidades de diseñarla y cuantificar sus volúmenes de obra con mayor precisión e incluirla en la Ingeniería de Proyecto que se realice a nivel de factibilidad, si es que la geología del sitio resulta apropiada para ello.

Sin embargo y debido al nivel de estudio que se ha tratado, es necesario que para el estudio de factibilidad económica y financiera se cuente con datos más precisos, tanto en los aspectos de diseño, como en la cuantificación de volúmenes de obra y materiales a efectos de realizar un presupuesto con mayor información y por lo tanto con mayor confiabilidad. Todo ello con el fin de que cuando se practiquen las evaluaciones económicas, los datos que intervengan sean lo más cercano a la realidad. Es conveniente señalar, y dado que en la evaluación económica es donde se decide la realización o no de un proyecto, que la cuantificación de los beneficios derivados, en este caso de la productividad agropecuaria, debe realizarse a partir de hipótesis congruentes a la zona, esto es tomar en cuenta la disposición de

los agricultores hacia la aceptación y adaptación de técnicas de riego que incrementen y diversifiquen su producción agrícola, a efectos de tomar en cuenta el tiempo de maduración del proyecto. Para ello se debe analizar el estudio socioeconómico correspondiente e inferir de éste las hipótesis particulares a la zona en cuestión.

Cabe aclarar que después de practicar la evaluación económica, y seleccionar la mejor de las alternativas planteadas, siendo ésta económicamente rentable --tal como se hizo en el análisis de tamaño inciso (7.4)-- es necesario realizar los análisis financieros, ya que un proyecto de esta naturaleza, aún cuando sea factible económicamente, pero si financieramente no lo es, dicho proyecto no podrá efectuarse.

En resumen, se puede concluir que es conveniente a este nivel de estudio, la realización de las obras descritas, y que por lo tanto se continúe con los estudios básicos faltantes, específicamente el geológico del sitio Suchil --presa derivadora Tecpan-- y se realice también el estudio de factibilidad económica y financiera correspondiente.