

125
2ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EVALUACION DE LOS EFECTOS SOBRE EL MEDIO FISICO-BIOTICO
ASOCIADOS A LA CONSTRUCCION DE LA PRESA BENITO JUAREZ EN
EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA

T E S I S

que para obtener el Título de

LICENCIADA EN BIOLOGIA

presenta

MARTHA ELENA MENDEZ GONZALEZ

México, D. F.

1988.



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.

CONTENIDO

INTRODUCCION - - - - -	1
ANTECEDENTES - - - - -	5
AREA DE ESTUDIO - - - - -	9
METODOLOGIA - - - - -	12
CARACTERIZACION AMBIENTAL	
FACTORES FISICOS	
Fisiografía - - - - -	15
Hidrología - - - - -	16
Geología - - - - -	18
Suelos - - - - -	20
Clima - - - - -	24
USO DEL SUELO	
Cuenca del río Tehuantepec - - - - -	29
Distrito de Riego N° 19 - - - - -	37
FAUNA - - - - -	39
ECOSISTEMAS ACUATICOS - - - - -	45
RESULTADOS - - - - -	49
DISCUSION - - - - -	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES - - - - -	64
BIBLIOGRAFIA - - - - -	68
ANEXO DE MAPAS - - - - -	73

INTRODUCCION.

Las presas son estructuras que el hombre ha desarrollado desde la más remota antigüedad con la finalidad de aprovechar un recurso tan importante como el agua. Con la aparición de la agricultura surgió la necesidad de regular su uso para los riegadíos. La construcción de presas permitió la desviación a canales de riego o el almacenamiento de agua para tiempos de estiaje. Posteriormente con el desarrollo tecnológico su construcción ha experimentado un gran avance y por ende a los usos originales se les ha ampliado y diversificado; sin embargo, este avance tecnológico ha conducido a una serie de alteraciones en el entorno tanto físico como humano que es importante analizar y evaluar. Entre las alteraciones más frecuentes encontramos la inundación de terrenos, modificación de la calidad de las aguas, retención de sedimentos, movilización de asentamientos humanos, alteraciones de los ecosistemas fluviales y terrestres, etc.

Ante esta situación se ha desarrollado, a nivel mundial, una serie de procedimientos para la evaluación de Impacto Ambiental, los cuales intentan brindar las bases metodológicas para ponderar los impactos que puedan derivarse de la construcción de una obra determinada de gran envergadura con alteraciones en el ambiente.

En México concretamente es a partir de la publicación de la Ley de Obras Públicas en el Diario Oficial de la Federación con fecha 30 de Diciembre de 1980, que se hace mención del Impacto Ambiental en los artículos 6, 9 y 12 fracciones 11, 1V y VI. En estos se indica que las obras públicas que puedan producir impactos significativos en el medio ambiente deben ser analizadas en sus fases de planeación, programación, presupuestación y ejecución, para que se identifiquen y ponderen los impactos favorables y desfavorables que puedan presentarse, de manera que sea posible determinar las medidas necesarias para reducir o evitar los impactos negativos.

Este tipo de evaluaciones se llevan en México en forma oficial desde 1980 año en que se estableció el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y actualmente la dependencia encargada de su aplicación y vigilancia es la SEDUE (Diario Oficial 27-1-84) . El proceso establece que la Evaluación de Impacto Ambiental se realice antes de la implementación del proyecto. Empero además de estas, existe otro tipo de evaluación posterior a la construcción de la obra, es decir no llevadas a cabo en su fase de planeación (Escobar y Devia, - 1983). Tal es el caso del presente trabajo que formó parte del proyecto de investigación "Evaluación

ción de Programas de Riego y Drenaje en dos Zonas-Indígenas de México", el cual estuvo a cargo de CADAL (Centro Antropológico de documentación para América Latina) y se realizó de enero de 1986 a marzo de 1987. Los objetivos del proyecto fueron: la evaluación de las obras de riego y drenaje que han afectado tierras manejadas tradicionalmente -- por indígenas en las zonas de Istmo de Tehuantepec, Oaxaca y La Chontalpa Tabasco, y el desarrollo de un Manual informativo para la población indígena -- del país y organizaciones étnicas e interétnicas -- con el fin de proporcionar elementos de análisis -- que permitan, a la población indígena, desarrollar criterios respecto a los proyectos de desarrollo -- que se implementen en el futuro en las zonas que -- habitan.

La evaluación se concibió desde dos puntos de vista simultaneos, uno fué interno o sea en términos del cumplimiento de los propósitos originales -- del proyecto de construcción de la obra, y el otro, que se podría llamar externo, se refiere específicamente a los efectos de la obra sobre los grupos -- indígenas que habitan la zona de su influencia.

De las dos zonas propuestas, Istmo y Chontalpa, este estudio se circunscribe a la zona del Istmo de Tehuantepec, en la cual se obtuvo un diagnóstico físico y social que permitió evidenciar algu-

nos de los efectos que ha producido la construcción de la presa Benito Juárez ubicada en el mismo Istmo de Tehuantepec.

La evaluación de la obra de riego ya mencionada en términos de los efectos positivos o negativos sobre el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en el lugar de su aplicación, implicó un complejo trabajo interdisciplinario que incluyó a ingenieros, biólogos, economistas, antropólogos, lingüistas y pedagogos, entre otros; por lo que ésta se dividió, a grandes rasgos, en un componente físico-biótico y otro social. El presente trabajo refleja básicamente el componente físico-biótico cuyos objetivos son los siguientes:

- 1.- Detectar las áreas críticas que afectan el funcionamiento de la Presa Benito Juárez mediante la utilización de la técnica de sobreposición cartográfica.
- 2.- Analizar el alcance de los objetivos inicialmente planteados para la construcción de la presa Benito Juárez.

ANTECEDENTES.

La evaluación de Impacto Ambiental es relativamente reciente, muchas de sus técnicas han sufrido modificaciones y/o son muy flexibles, los procedimientos de cada país son diferentes y es por ello que mientras en Estados Unidos, Japón, Francia se establecen solo para la fase de planeación (Pisanty, 1982), existen situaciones en las que se realizan además Evaluaciones de Impacto Ambiental posteriores a la construcción de la obra, tal es el caso de Argentina (Escobar y Devia, 1983).

Algunos autores han propuesto formas de Evaluación de Impacto Ambiental tendientes a unificar los diversos criterios, entre estos se encuentran Rosenberg, D. et al. (1981), el cual intenta caracterizar una evaluación de Impacto Ambiental "Ideal" y analizan el uso que puede tener la investigación basada en métodos científicos para este tipo de evaluaciones, poniendo especial énfasis en proyectos que involucren ecosistemas acuáticos. Efectúa una amplia revisión de conceptos, metodologías y proyectos seleccionados para su evaluación. Munn, R. (1975) en su libro sobre Evaluación de Impacto Ambiental expone en forma detallada los objetivos, conceptos, metodología y problemas, ofreciendo una perspectiva amplia sobre esta relativamente nueva disciplina.

En México la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en 1981 publicó el Manual del Curso Sobre Impacto Ambiental, que cubre los aspectos de evaluación tradicional de proyectos, preparación de manifestaciones de Impacto Ambiental, introducción a las técnicas de análisis de Impacto Ambiental, procedimientos en el mundo y procedimientos en México, proporcionando así una visión general pero completa sobre las implicaciones de los estudios de Impacto Ambiental. Duconig, E. (1987) en su trabajo Impacto Ambiental: Introducción al Panorama en México, elaboró un importante análisis acerca del Impacto Ambiental en nuestro país.

Existen otras publicaciones tanto a nivel mundial como a nivel nacional, sin embargo las citadas son las que se consideraron básicas, debido a que tratan los principales aspectos involucrados en la Evaluación de Impacto Ambiental.

La información relativa a la zona de estudio fué difícil de obtener. Los trabajos sobre las comunidades florísticas y faunísticas del área de estudio útiles al diagnóstico físico-biótico son muy escasos, así por ejemplo tenemos algunas referencias sobre las Cactáceas en el Istmo en Bravo, H. (1960 y 1978), Rzedowski (1978) y Miranda y Hernández-X. (1963) en las que se mencionan varias espe-

cies para algunas de las comunidades vegetales reportadas para el área de estudio; Rico (1980), enlista las especies de *Acacia* en el Istmo de Tehuantepec. El trabajo más antiguo corresponde a Williams (1939) en el cual reporta algunas especies de árboles y arbustos para la región.

En relación a los estudios faunísticos éstos son aún más escasos, no se encontró ningún trabajo específico para la región, solamente se tienen trabajos generales o que tocan el aspecto faunístico de manera colateral (Leopold, 1977; Stuart, 1964; Alvarez, 1974; Mora, 1966; Zizumbo y Colunga, - - 1982).

Por otra parte, en relación a los trabajos específicos sobre el Distrito de Riego número 19 encontramos a Zarate-Ramírez que en su trabajo Marco de Referencia para la Planeación y Evaluación de la Investigación Agrícola en el Istmo de Tehuantepec, analiza algunos aspectos del suelo, de manera muy general la vegetación, drenaje agrícola y calidad del agua. Además se encuentran las estadísticas de producción agrícola para el mismo Distrito de Riego.

Finalmente están las cartas elaboradas para el área de estudio por diferentes dependencias gubernamentales las cuales se encontraron a diversas escalas. Las cartas topográfica y geológica se en

continaron a la escala de 1:250,000, en tanto que -
la climática, la de uso actual del suelo y la hi--
droológica están elaboradas a escala de 1:500,000 y
solamente la edafológica se encontró escala de -
1:1,000,000.

AREA DE ESTUDIO.

El área objeto de este estudio queda comprendida entre los paralelos $16^{\circ} 07'$ y $17^{\circ} 01'$ de Latitud Norte y los meridianos $94^{\circ} 47'$ y $96^{\circ} 40'$ de Longitud Oeste, en la parte sur del Estado de Oaxaca en el Istmo de Tehuantepec (Mapa # 1).

Para la delimitación del área de estudio es importante señalar que desde el punto de vista ecológico la problemática resultante de la utilización de los ríos por el hombre puede comprenderse mejor empleando el enfoque integral de Cuenca Hidrológica.

Para poder analizar los efectos físico-bióticos derivados de la construcción de la Presa Benito Juárez, se han considerado para su estudio en primer término, el área directamente afectada es decir el Distrito de Riego número 19, parte central de la investigación que se trata en detalle en la medida de la información disponible y en segundo término la Laguna Superior, a la que drenan las aguas empleadas en el riego, así como la Cuenca del Río Tehuantepec, consideradas estas dos como zonas de influencia y tratadas de un modo más general.

Para los fines del presente estudio a este conjunto de elementos se le ha considerado como sistema hidrológico CUENCA DEL RÍO TEHUANTEPEC-DJS

TRITO DE RIEGO NUMERO 19-LAGUNA SUPERIOR.

La Cuenca del Río Tehuantepec tiene una superficie de 9453 Km² y se caracteriza en su mayor parte por la pobreza de vegetación forestal, excepto en las partes más altas de la sierra donde la topografía es muy accidentada.

La corriente troncal del Río Tehuantepec se inicia en la vertiente oriental de una de las es-
tribaciones de la Sierra Madre del Sur en la cer-
cania de Miahuatlán, a lo largo de su trayecto se le
unen numerosos afluentes entre los que destacan -
San Antonio o Yaxé, Río de la Virgen y Arroyo de -
Narro. Unos 45 Km. antes de su desembocadura se le
une el Río Tequisistlán que es su mayor afluente
te.

En esta Cuenca de 1956 a 1961 se llevó a cabo la
construcción de la Presa Presidente Benito Juárez sobre
el cauce del Río Tehuantepec con los si-
guientes objetivos:

- Riego de más de 47,000 Has. de la planicie -
costera de Tehuantepec.
- Reducción de la sedimentación aguas abajo y -
de los gastos de conservación de las obras, median
te la retención de los acarneos del Río.
- Desarrollo de la fauna acuática, que en un fu
turo pudiera llegar a ser un alimento básico para-
la población regional

- *Fines recreativos, que constituirían una fuente importante de ingresos para la región.*

- *Regularización de las avenidas para proteger contra inundaciones a las poblaciones y zonas agrícolas ribereñas.*

La presa se localiza en el cruce de la coordenadas geográficas 16°28' de latitud Norte y 95°25' de Longitud Oeste.

- *Debido al carácter altamente sísmico de la región se construyó una presa de tierra con las siguientes características básicas:*

Capacidad total del vaso de 942 millones de metros cúbicos; área del embalse, 7,845 Ha. y una superficie a regar de 47,000 Ha. (Velasco, J, 1986).

La zona de riego está constituida por el Distrito de Riego número 19 Tehuantepec, el cual ocupa una superficie de 73,137 Ha. de las cuales - - 32,840 se encuentran dedicadas a la agricultura de riego (mapa # 2).

La Laguna Superior Hidrológicamente pertenece al sistema lagunar integrado por las Lagunas Oriental, Occidental, El Mar Tileme e Inferior; se comunica al Golfo de Tehuantepec por la Boca de San Francisco la cual generalmente se encuentra abierta y solo ocasionalmente se cierra por el acarreo litoral. Es un cuerpo somero con una profundidad máxima de 7 metros y una media de 3 metros (Contreras, 1985).

METODOLOGÍA.

La primera fase consistió en la delimitación del área de estudio. Tal como se indicó anteriormente abarcó la Cuenca del Río Tehuantepec, la Presa Benito Juárez, el Distrito de Riego Número 19 y la desembocadura del río Tehuantepec. Cartográficamente se definieron sus límites y se ubicó la obra hidrológica en el área de estudio.

La segunda fase consistió en la recopilación, sistematización y análisis de la información disponible para el área de estudio, a fin de elaborar el diagnóstico físico-biótico, relativo a los tipos de vegetación primaria y secundaria, así como de las comunidades faunísticas tanto terrestres como acuáticas, además de estudios sedimentarios, de parámetros físico-químicos, etc., es decir todos aquellos estudios que cubrieran el análisis o la descripción de uno o varios componentes del medio ambiente físico del área de estudio; además se recopilaron documentos que permitieron reunir información básica sobre la obra hidráulica.

A fin de detectar zonas críticas en el área de estudio, se utilizó la técnica de sobreposición cartográfica (Munn, 1975), la cual incluyó información sobre fisiografía, hidrología, geología, edafología, climas y uso del suelo. La cartografía se encontró a diversas escalas por lo que fue necesario

sario elaborar las cartas de fisiografía, edafología y geología a la escala de 1:500,000, que se manejó en todo el estudio.

Para trazar las pendientes en el mapa de fisiografía fue necesario calcular la distancia horizontal en mm., que correspondía a cada grado de pendiente, la cual se expresó porcentualmente; una vez obtenido esto las pendientes se agruparon en cinco clases: -6%, 6-12%, 12-20%, 20-30% y más de 30%.

Con el mapa fisiográfico se analizaron las clases definidas y se señalaron las zonas cuyas pendientes podían representar algún problema. Este mapa se sobrepuso a las cartas edafológica y de uso del suelo, con lo cual se pudieron detectar zonas críticas; se cuantificó su superficie aproximada en hectáreas por el método de papel milimétrico.

Al integrarse la información recopilada con la generada, se identificaron zonas y situaciones para las cuales es posible proponer algunas medidas de mitigación de la problemática detectada.

Por otra parte, se llevó a cabo una visita a la zona de estudio la cual incluyó recorridos de observación, entrevistas con los funcionarios de las diferentes dependencias gubernamentales que operan en área y recopilación de bibliografía que se encontraba disponible solamente a nivel local.

La finalidad fué verificar y actualizar la información ya analizada, pero debido a la gran extensión de la zona y la inaccesibilidad de una gran parte de su área, la información colectada fué bastante limitada a pesar de lo cual se consideró de gran utilidad para el análisis global del proyecto.

CARACTERIZACION AMBIENTAL

1. FACTORES FISICOS

FISIOGRAFIA.

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro de tres provincias fisiográficas. En la Cuenca del río Tehuantepec confluyen la Sierra Madre del Sur y el Sistema Montañoso del Norte de Oaxaca, dos provincias que llegan a su fin en el Istmo de Tehuantepec; este forma parte también de la provincia conocida como Planicie Costera Suroriental, dentro de la cual está ubicado el Distrito de Riego número 19 (Rzedowski, 1978).

La Cuenca del río Tehuantepec abarca un área de 9453 kilómetros cuadrados la mayor parte de los cuales son terrenos muy accidentados, siendo la parte baja la menos accidentada. La Sierra Madre del Sur cruza a la Cuenca por su parte media y es la que presenta las mayores elevaciones, algunas de más de 3,00 metros de altitud sobre el nivel del mar.

El Distrito de Riego número 19 se encuentra localizado en el Istmo de Tehuantepec que es una región geográfica bien definida y caracterizada por su estrechez y baja elevación. Forma parte de la Llanura Costera limitada al oeste por las estri

baciones occidentales de la Sierra de Mixes y las - de la Sierra Madre del Sur (Sierra de Miahuatlan), al norte por la Sierra Atravesada, al este por la Sierra Cristalina y al sur por el litoral del Golfo de Tehuantepec (Carranza - Edwards, 1980).

En el mapa número 3 se muestran los aspectos más relevantes de la fisiografía de la zona estudiada.

HIJROLOGIA

Los ríos más importantes en el área de estudio son el Tehuantepec, el Juchitán o de los Peños y el Chicapa. La hidnología general de la zona se muestra en el mapa número 4.

El río Tehuantepec recorre cerca de 300 km. y su cuenca está limitada por los parteaguas de la - Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Oriental. - Tiene un escurrimiento anual promedio de 1368.7 millones de metros cúbicos. Su más importante afluente es el río Tequisistlán que nace en el parte - aguas de la Sierra Madre del Sur.

El río Juchitán nace en el parteaguas de la - Sierra Mixe a una altura de 1400 m., su curso es - en dirección sureste y desemboca en la Laguna Supe

rior que recibe también los aportes del río Chicapa que nace en el extremo occidental de la Sierra Madre de Chiapas a una altura de 200 m., y de los arroyos Estancado y San José.

Además de los ríos se encuentra el Sistema Lagunario del Istmo que está formado por la Laguna Superior, La Laguna Inferior, La Laguna Oriental, Occidental y el Mar Tuleme con una extensión total de 68,950 Ha. Estas Lagunas son consideradas como someras y su fondo es arenoso con gran cantidad de conchas de moluscos; en la desembocadura de los ríos se encuentran fondos limo-acrillosos con abundante materia orgánica. El contacto con el mar del sistema lagunario se hace en la Boca Barra de San Francisco.

Del sistema lagunario el cuerpo de agua que se considera más importante para los fines del presente estudio es La Laguna Superior, la cual tiene un área de 330.8 kilómetros cuadrados, recibe una precipitación media anual de 1000 mm. y tiene una evaporación de 2548 mm. (Anónimo, 1979). Geológicamente pertenece a la Planicie Costera Istmica de Chiapas que data del Cenozoico (op. cit., 1979). Esta laguna recibe directamente el drenaje del Distrito de Riego es necesario considerar sin embargo, que esto afecta a todo el sistema lagunar.

GEOLOGIA.

Los afloramientos rocosos de la Cuenca del río Tehuantepec corresponden en su mayor parte al Terciario, representado por rocas de origen ígneo extrusivo. Encontramos también rocas ígneas pero de tipo intrusivo del Paleozoico, así como del Mesozoico y el Terciario. Las rocas sedimentarias más abundantes son calizas del Cretácico Inferior; también hay calizas del Paleozoico, limolita-areniscas del Triásico, Jurásico y Cretácico Inferior, caliza-lutitas del Cretácico Superior, areniscas del Terciario y suelos del Cuaternario. Las rocas de origen vulcano-sedimentario están presentes en dos afloramientos de arenisca-toba, correspondientes al Terciario.

Las rocas menos representadas en la región son las metamórficas. Encontramos una masa de complejo metamórfico en la parte norte de la cuenca correspondiente al Mesozoico. Además hay gneis del Precámbrico, esquistos del Paleozoico y un complejo metamórfico del Cretácico (INEGI, carta E15-10/D15-1).

En el Distrito de Riego número 19 solamente están presentes el Terciario y el Cuaternario, lo que revela su origen reciente. El Cuaternario se encuentra mejor representado como suelos de origen

	Cuaternario	suelos			
CENOZOICO	Terciario	areniscas arenisca-toga	ácidas	ácidas	
	Cretácico	Sup.	caliza-lutita	ácidas	comp. metamórfico
inf.		caliza limolita-arenisca	e		
MESOZOICO	Jurásico	lutita-arenisca limolita-arenisca	intermedias	complejo metamórfico	
	Triásico	limolita-arenisca			
PALOZOICO	Superior	calizas	ácidas	esquisito	
	Inferior				
PRECAMBRICO					gneis

FIGURA Nº 1 - Tipos y edades de los principales afloramientos rocosos.

aluvial que ocupan prácticamente la totalidad del área. Encontramos también pequeños afloramientos de calizas (sedimentarias) así como andecitas y dacitas (ígneas extrusivas) del Terciario (INEGI, - carta E15-10/ D15-1; Carranza-E., 1980).

En las inmediaciones de la Laguna Superior encontramos suelos de origen aluvial, lacustre, litoral y eólico y pequeños afloramientos de rocas ígneas: toba, riolitas, andesitas y dionitas (INEGI, carta E15-10/ D15-1).

En la figura número 1 se muestra de manera esquemática la caracterización geológica de la zona de estudio y en el mapa # 5 la distribución geográfica de los principales afloramientos rocosos de la región.

SUELOS.

La distribución de los diferentes tipos de suelo en la zona estudiada se muestran en el mapa # 6:

Para la caracterización de la edafología en la zona de estudio se tomaron como base las cartas edafológicas elaboradas por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGGTENAL) de

escala 1:1,000,000 (cartas México y Villahermosa), complementadas con un estudio de la comisión del Plan Nacional Hidráulico. Cabe mencionar que la información sobre suelos, sus características y propiedades, en el estado de Oaxaca, es sumamente escasa (Zarate-R., et.al., 1980).

En la Cuenca del río Tehuantepec predominan los litosoles asociados a los regosoles. En las partes más altas encontramos la asociación luvisol crómico-litosol, que son suelos originados de materiales del terciario volcánico como esquistos y calizas de formación in situ y desarrollo inmaduro. La profundidad varía de 29 a 50 cm., textura franca y permeabilidad moderada; drenaje interno bueno, sin pedregosidad en el perfil; de relieve escarpado con pendientes mayores del 50% y drenaje superficial muy rápido; se observa poca erosión. Los litosoles presentan profundidades menores de 10 cm., drenaje superficial muy rápido, relieve escarpado y pendientes mayores del 50% y están ocupados por matorrales y bosque. Las fuertes pendientes hacen impracticable cualquier tipo de actividad agrícola, ganadera o forestal.

Estos suelos ocupan la parte alta de la cuenca del río Tehuantepec, en los municipios de Neja-pa de Madero, Santa Ana Tavela y San Carlos Yautepec.

En las partes media y baja de la cuenca, en los municipios de Santiago Lachiguiri, Santa María Jalpa del Marqués y Magdalena Tequisistlán, encontramos litosoles; son suelos derivados de materiales diversos como granito, andesita, caliza y esquisto, según el área en que se encuentren; son de formación in situ y de edad reciente; la profundidad va de 0 a 10 cm., color gris o rojizo, drenaje interno excesivo; el relieve es escarpado con pendientes mayores del 20%, drenaje superficial muy rápido.

En la porción sur de la cuenca encontramos suelos tipo acrisol húmico asociados a litosoles regosoles éutricos; son suelos ácidos o muy pobres en nutrientes, de colores rojos o amarillos claros. Ocupa la parte alta de la cuenca del río Tequisistlán, para ser sustituidos en la porción media por la asociación cambisol éutrico-regosol éutrico litosol, la cual se extiende en manchones hasta las orillas de la presa Benito Juárez junto con la asociación regosol éutrico-litosol.

En la porción final de la cuenca del río Tehuantepec encontramos fluvisoles éutricos, originados de depósitos de materiales diversos (lutitas, margas, granitos, basalto y pizarra), transportados por las corrientes y de edad reciente; la profundidad es mayor de 200 cm. de color café en seco

y color café oscuro en húmedo; textura franca, permeabilidad moderada, drenaje interno bueno y reacción neutra en Tehuantepec. En suelos con textura media y fina la permeabilidad es lenta; con drenaje interno imperfecto y reacción de ligera a moderadamente ácida. El relieve es plano con pendientes de 0 a 2% con drenaje superficial moderado; son suelos ocupados para agricultura de riego y de temporal.

Los suelos que ocupan el Distrito de Riego número 19 son en su mayoría vertisoles crómicos y pélicos, su origen es sedimentario, probablemente delutitas, de desarrollo in situ y de edad reciente. Son profundos (más de 200 cm.), de color café en seco y café oscuro en húmedo en los centímetros superficiales y café rojizo en el resto del perfil; textura arcillosa, permeabilidad lenta, drenaje interno imperfecto y de reacción alcalina. No muestra pedregosidad ni afloramientos rocosos, se encuentran sobre un relieve plano con pendientes del 0.2% y un drenaje superficial de moderado a lento, provocando inundaciones en pequeñas áreas. No se detecta la presencia del manto freático a los dos metros de profundidad. En la porción oriental del distrito de riego un área considerable la ocupa la asociación cambisol éutrico-cambisol crómico así como el vertisol crómico asociado al gleyisol vérti

co en fase salina-sódica. Esta característica hace que obviamente estos suelos no sean aptos para fines agrícolas. Se considera que más del 40% de las tierras productivas de este distrito presentan problemas de salinidad y/o sodicidad y se supone - que se debe a que el mar ocupó esta parte del continente la cual al emerger fué cubierta por aluviones acarreados por los ríos (Mora-Blancas, 1966).

CLIMA.

En la región estudiada los climas son muy variados, debido a las grandes diferencias de altitud y a lo accidentado del terreno, así como a los regímenes de lluvia. Se representa su distribución en el mapa # 7.

Encontramos climas de los grupos cálidos, templados y secos. En las partes más bajas encontramos el clima Aw_0 (subhúmedo) y el BS, (semiárido). - según el grado de humedad que reciban, y conforme se va ascendiendo, a 1000 metros sobre el nivel del mar el clima es semicálido (AC), en sus dos tipos: A(C) y (A)C. En las partes altas, a 2000 metros sobre el nivel del mar, encontramos el grupo-

de climas C (templados), con dos subtipos, también según el grado de humedad, y por arriba de los 3000 metros encontramos el subtipo C (w₂). Las clases de climas se encuentran descritas en el cuadro # 1.

El Istmo de Tehuantepec es atravesado durante la mayor parte del año por fuertes corrientes de aire, las cuales aumentan de velocidad en el centro de la región para descargar en el Golfo de Tehuantepec con fuerza huracanada. Estas corrientes corresponden en el verano a los vientos alisios del NE y en invierno a las perturbaciones atmosféricas de la vertiente del Golfo de México; se ha observado que estos vientos desc ienden a nivel del suelo provocando erosión. Ambas corrientes pasan secas a la parte sur del Istmo, absorbiendo grandes cantidades de vapor de agua, influyendo esto de manera notable en la evaporación de la zona, la cual alcanza un total de 2,421.3 mm. anuales.

Durante los meses de junio a febrero los vientos que dominan la región son los NNE, en tanto que en el resto del año los del SSE se encuentran dominando o codominando con los del NNE. Las velocidades medias anuales más fuertes registradas son de 20 a 22 Km./h y se encuentran durante los meses de noviembre a febrero, mientras que el resto del año se tienen velocidades medias entre 8 y 17.3

CALIDOS

- Aw_0 : Cálido subhúmedo (el más seco) con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor de 60 mm; porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual; cociente P/\bar{T} menor de 43.2.
- Aw_1 : Cálido subhúmedo (humedad intermedia) con lluvias en verano; cociente P/\bar{T} entre 43.2 y 55.3.

SEMICALIDOS

- $A(C)$: Semicálido, el más fresco del grupo A con temperatura media anual menor de $22^\circ C$ y la del mes más frío mayor a $18^\circ C$.
- $(A)C$: Semicálido, el más cálido de los templados C, con temperatura media anual mayor a $18^\circ C$ y la del mes más frío menor a $18^\circ C$.
- $AC(w_1)$: Semicálido, con lluvias en verano; cociente P/\bar{T} entre 43.2 y 55.0.

TEMPLADOS

- $C(\bar{f}m)$: Templado húmedo con lluvias todo el año; porcentaje de lluvia invernal menor a 18 de la anual.
- $C(w_0)$: Templado subhúmedo (el más seco) con

- lluvias en verano; con cociente P/\bar{T} menor de 43.2.*
- $C(w_2)$: *Templado subhúmedo (el más húmedo) con lluvias en verano cociente P/\bar{T} mayor a 55.*
- BS_0 : *Seco o estepario (árido); con un cociente P/\bar{T} menor a 22.9.*
- BS_1 : *Seco (semiárido); con cociente P/\bar{T} mayor de 22.9.*

CUADRO Nº 1

Descripción de los tipos de climas encontrados en la zona de estudio según la clasificación de Köppen modificada por García.

2. USO DEL SUELO

A. CUENCA DEL RIO TEHUANTEPEC

El uso del suelo y los diferentes tipos de vegetación de las áreas de estudio (mapa # 8) se definieron con bases en la carta del uso del suelo y vegetación (Cartografía Sinóptica) editada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la cual fué elaborada por los procedimientos de interpretación con verificación de campo utilizando imágenes multiespectrales generadas por los satélites LANDSAT 1 y 2 de la NASA, durante el período de 1973 a 1976. Integra además información de las siguientes dependencias: Representación General y Adjunta de la S.A.R.H. en el estado; Dirección General del Inventario Nacional Forestal, S.A.R.H.; Dirección General de Unidades de Riego para el Desarrollo Rural, S.A.R.H.; Dirección General de Geografía y Meteorología, S.A.R.H.; COTECOCA, S.A.R.H.; Dirección General de Estudios del Territorio Nacional, S.P.P. y Dirección General de Programación, S.A.H.O.P.

En primer lugar se describirá la cuenca del río Tehuantepec, de la cual aproximadamente el 90% de su superficie presenta pendientes mayores del 20%.

Una importante proporción de la parte alta de la cuenca se encuentra ocupada por pastizales, los cuales en algunas ocasiones comparten el área con otros tipos de vegetación. Los pocos terrenos cultivables se encuentran localizados en la parte baja de la cuenca, en donde el terreno es menos accidentado, aunque se pudo observar en algunas laderas sembrados aislados de agave, y a lo largo del río hay algunas áreas sembradas con frutales como mango, plátano y papaya. De estas tierras cultivables una mínima parte son destinadas a agricultura de riego, siendo la mayoría de temporal.

En el resto de la Cuenca encontramos los siguientes tipos de vegetación: selva baja caducifolia, vegetación secundaria de selva baja caducifolia, matorral inerme, matorral subinerme, matorral espinoso, matorral subespinoso, chaparral, bosque de pino-encino y bosque de encino.

Como se puede observar, los tipos de vegetación son muy variados lo cual corresponde en gran medida con las diferencias topográficas que hay en la cuenca, ya que se tienen altitudes que van desde el nivel del mar hasta más de 3000 m. de altura, además de la diversidad de suelos y de climas.

En general es una cuenca con escasa vegetación forestal y en las áreas ocupadas por los diferentes tipos de matorrales se puede observar fuer-

te perturbación de la vegetación, siendo las causas principales la tala y el desmonte. Actualmente la selva baja caducifolia se observa solamente en manchones aislados encontrándose vegetación secundaria en las grandes zonas que anteriormente ocupaba.

A continuación se hará una breve descripción de los diferentes tipos de vegetación que se encuentran en la cuenca del río Tehuantepec.

Selva Baja Caducifolia.— Se caracteriza porque los árboles más altos alcanzan una altura media por debajo de los 15 metros y pierde casi completamente sus hojas en la época seca y por lo general no son espinosos. Corresponde al tipo de clima Aw. En partes de la planicie del Istmo domina el cuachalalá o cuachalalate, Juliana adstringens (Miranda y Hernández X, 1963).

La humedad es el factor más importante en la distribución de la selva baja caducifolia, o bosque tropical caducifolio ya que se presenta en zonas en donde hay dos estaciones muy marcadas, la lluviosa y la seca, durando esta última entre 5 y 8 meses, en la cual la mayoría de los árboles pierden sus hojas. La precipitación media anual varía generalmente entre 600 y 1200 mm. Otro factor muy importante es la temperatura, siendo la media anual del orden de 20 a 29 grados centígrados (Rzedowski, 1978).

Los suelos someros y pedregosos son característicos de la selva baja caducifolia, aunque se presenta en suelos con características muy variables.

La flora de este tipo de vegetación indica una importante predominancia de elementos neotropicales y la escasez o ausencia de holárticos (Rzedowski, op. cit., 1978).

La selva baja caducifolia en estado de escasa perturbación es una comunidad densa con árboles cuya altura se encuentra entre los 5 y 15 metros y presentan copas convexas o plantas que igualan y en ocasiones superan la altura de los árboles. El diámetro del tronco generalmente es menor de 50 cm. Los troncos son por lo común retorcidos y ramificados casi desde la base (Rzedowski, op. cit., 1978).

Como ya se mencionó, durante el período de sequía que dura entre 5 y 8 meses la mayoría de los árboles pierden sus hojas y es en esta época que muchas especies leñosas presentan floración.

En relación a la estructura de la selva baja caducifolia, por lo general solamente hay un estrato arboreo, las plantas trepadoras y epífitas son generalmente escasas y en las fases más secas encontramos algunos cactáceas. En cuanto a las briofitas, helechos y otras pteridofitas son francamente escasas, al igual que los hongos siendo los po-

cos representantes lignícolas.

Otra característica de la selva baja caducifolia es que la dominancia está compartida por pocas especies y en algunos casos puede ser solamente una.

En la cuenca del río Tehuantepec en las áreas con climas secos y en altitudes entre 400 y 1700 m.s.n.m. la vegetación está dominada por varias especies de Bursera, destacando Bursera aff. schlechtendalii, B. morelensis, B. excelsa, B. heteresthes así como Lysiloma divaricata, Ceiba parvifolia, - Amphipterygium adstringens, Plumeria rubra, Cecidium praecox y diversas cactáceas columnares. En partes más bajas sobre laderas de cerros, existen especies como Bucida wigginsiana, B. macrostachya, Bursera spp., Tabebuia palmeri, Lonchocarpus spp. y también Juliana adstringens. Esta última especie llega a formar bosques puros o casi puros, sobre todo en terrenos planos con drenaje deficiente; estos bosques suelen ser bajos (4 a 6 m.) y pueden incluir algunos elementos espinosos como Pereskia conzattii, Ziziphus amole y diferentes leguminosas (Rzedowski, op. cit., 1978).

Los reportes indican que la selva baja caducifolia ocupaba gran parte de la cuenca del río Tehuantepec, sin embargo amplias zonas han sido alteradas encontrándose actualmente en su lugar vegeta

ción secundaria.

Williams (1939) reportó las siguientes especies para este tipo de vegetación en el área del llano de Tehuantepec: Acacia cymbispina, Caesalpinia coriaria, C. eriostachya, Casearia nitida, C. dolichopyla, Cassia emarginata, Celtis iguanea, Conocarpus erecta, Cordia brevispicata, Crescentia alata, Enterolobium cyclocarpum, Ficus cotinifolia, Haematoxylon brasiletto, Jacquinia aurantiaca, Juliana adstringens, Moringa oleifera, Parkinsonia aculeata, Pithecelobium dulce, Prosopis chilensis y Stemmadenia mollis.

Bravo, H. (1978) reporta las siguientes especies de cactáceas para la llanura del Istmo: Acanthocereus pentagonus, Cephalocereus collinsii, Melocactus maxonii, Nictocereus oaxacensis, Nopalea auberti, N. cochenellifera, Opuntia puberula, O. tehuantepecana, Pachycereus pecten-arboriginum, Pereskia lychnidiflora, Pereskiaopsis sp. y en los cerros pedregosos Cephalocereus apicicephalum, C. quadricentralis, Mammillaria quiengolensis, Neobuxbaumia scoparia, Peniocereus fosterianus y Pereskiaopsis sp.

Bosque de Pino.- se encuentra muy difundido en México; se le puede localizar en zonas un poco cálidas pero en general habita en zonas templadas-

y frías. La especie Pinus oocarpa penetra en lugares cálidos como en el Istmo de Tehuantepec en donde desciende hasta los 300 m.

Este tipo de vegetación suministra materias primas de gran importancia industrial por lo que debe de explotarse de manera racional para proteger este importante patrimonio nacional (Miranda y Hernández-X., 1963).

Bosque de Encino.- son bosques más o menos densos del género Quercus de hoja generalmente persistente. Las especies que forman el encinar varían mucho según las localidades y las condiciones ecológicas ya que en México existen al rededor de 200 especies de Quercus. La altura del encinar lo mismo que su densidad, está en relación en términos generales con la humedad del clima. Por lo general habitan en zonas frescas, pero algunas especies pueden encontrarse en zonas cálidas; de este tipo son los bosques de Q. oleoides (Miranda y Hernández-X., 1963).

Bosque de Pino-Encino.- los pinares y encinares comparten afinidades ecológicas lo cual da por resultado que los dos tipos de bosques ocupen nichos similares, desarrollándose muchas veces uno al lado del otro formando complicados mosaicos y

complejas relaciones sucesionales, presentándose a menudo en forma de bosques mixtos (Rzedowski, 1978).

Las especies reportadas por Márquez-Castillo (1968) para la zona de estudio son: Quercus oleoides, Q. peduncularis, Q. perseafolia, Quercus spp., Pinus oocarpa, P. strobus var. chiapensis, P. pseudostrobus var. oaxacana, P. leiophylla, P. lawsoni.

Matornal espinoso (con espinas laterales).-- los arbustos que lo forman son leguminosas. A menudo esta clase de vegetación es la derivada de la selva baja caducifolia o de la selva baja espinosa. En los climas cálidos el huizachal es el principal tipo de asociación representada por los hizaches, sobre todo de la especie Acacia farnesiana. Otra especie que también cubre grandes extensiones es el vinolo o cubata, A. cymbispina (Miranda y Hernández-X, 1963).

Matornal inerme.-- este tipo de vegetación está caracterizado por arbustos que no poseen espinas.

Matornal subinerme.-- este tipo de vegetación está constituido por especies más o menos caducifolias de tipo inerme pero con alguna participación de elementos de matornal espinoso de espinas termi

nales.

Chaparral. - es una agrupación de encinos bajos acompañados generalmente de especies arbustivas de géneros como Arctostaphylos, Cercocarpus, - Cotoneaster, etc.

B. DISTRITO DE RIEGO # 19.

El Distrito de Riego ocupa una superficie de - 54,230 ha. de las cuáles 32,840 se encuentran dedicadas a la agricultura de riego, 9,268 a agricultura de temporal; 3,774 ha. se encuentran ocupadas por matorrales y están dedicadas al pastoreo; hay una superficie de 8,330 ha. que ha sido desechada por las características de salinidad y sodicidad del suelo y no se le da ningún uso; el resto de la superficie está ocupada por cerros, una base militar, zonas urbanas, ríos, drenes y canales.

En el ciclo agrícola 84-85 se reportaron - - 7,020 ha. de pastizales destinados a la ganadería y para este mismo ciclo, los principales cultivos fueron: maíz, caña de azúcar, frutales, sorgo grano, jitomate, arroz, frijol, flores, sorgo forraje,

pepino, melón, ajonjolí, sandía, cacahuete y soya.

En la Cartografía Sinóptica elaborada por la S.A.R.H. se señala que para el año de 1976 aún -- existían zonas con vegetación natural (selva bajacuducifolia) dentro del Distrito de Riego; sin embargo, el recorrido de campo y las entrevistas con los ingenieros de la Jefatura del Distrito permitieron actualizar la información, ya que hoy en día prácticamente no existe vegetación natural en la zona, encontrándose solamente escasos ejemplares de parota (Enterolobium cyclocarpum) e higueras (Ficus sp.), entre otros. Probablemente aún existen algunos manchones de selva baja en los cerros ubicados dentro del Distrito de Riego, pero no hubo posibilidad de llegar hasta ellos para corroborarlo. En reducidas áreas del distrito el estrato arboreo de la vegetación natural ha sido sustituido por plantaciones de árboles frutales, principalmente mangos, zapotes y chicozapotes, así como guayabas plátanos y limones entre otros.

3. FAUNA.

En la zona de estudio la fauna se distribuye en dos zonas zoogeográficas: la Neártica y la Neotropical. La primera corresponde a las partes altas de la cuenca del río Tehuantepec, ocupadas por bosques de pino-encino. Para estos ambientes no se cuenta con información bibliográfica que revele la condición en que se encuentra la fauna nativa y el recorrido de campo no aportó ningún tipo de información sustancial al respecto. Considerando -- que tanto la presa como el Distrito de Riego se encuentran ubicados dentro de la región neotropical -- se abordará la fauna correspondiente a esta región. Esta en términos generales, abarca las tierras bajas tropicales de México, Centro, Sudamérica y Trinidad. Limita al norte con la ya mencionada región Neártica, de la que la separan barreras climáticas y geográficas (Darlington, 1957, citado por Zizumbo y Colunga, 1982). Dentro de esta región -- se encuentra la Provincia Biótica de Tehuantepec, -- en la que queda comprendida la zona investigada ya que esta provincia abarca la planicie costera de Oaxaca y la región sur del Istmo de Tehuantepec, extendiéndose por la planicie costera chiapaneca hasta el río Tonalá (Stuart, 1964).

En la región estudiada no se ha realizado has

ta la fecha ningún estudio zoológico en particular. Solamente se tienen trabajos generales o que tocan el aspecto faunístico de manera colateral (leopold, 1977; Stuart, 1964; Alvarez, 1974; Mora, 1966; Zizumbo y Colunga, 1982). Partiendo de esta base y del supuesto de que la zona tanto del embalse como del Distrito de Riego estuvieron originalmente cubiertas por vegetación de selva baja caducifolia, al menos en buena parte lo estuvieron, se elaboró un listado faunístico el cual incluye únicamente vertebrados, la mayoría de ellos de valor cinegético. La base de su elaboración son los trabajos de Leopold (1977, ed. original de 1957), Mora (1966) y Zizumbo y Colunga (1982).

Anfibios: Bufo sp. (sapo)

Rana sp. (rana)

Reptiles: Ctenosaurus sp. (iguana)

Aves:

Orden Tinamiformes

(1) Crypturellus cinnamomeus (perdiz canela)

Orden Anseriformes

Anas cyanoptera (cerceta alas azules)

A. discors (cerceta alas azules)

A. carolinensis (cerceta de lista verde)

A. acuta (pato golondrino)

A. stepera (pato pinto)

Merca americana (pato chalcuán)

Spatula clypeata (pato cuaresmeño)

Aythya affinis (pato boludo chico)

Cairina moschata (pato real)

Dendrocygna autumnalis (pachichi)

Orden Galliformes

Penelope purpurascens (cojilote)

(2) Ortalis poliocephala (chachalaca)

Colinus virginianus (codorniz común)

Orden Gruiformes

Fulica americana (gallareta)

Orden Columbiformes

Columba flavirostris (paloma morada)

Zenaidura macroura (huitota)

Leptotila verreauxi (paloma sulara)

(3) Oreopelia montana (paloma montañera)

Otras aves

Cassidix mexicanus (zanate)

Fregata magnificens (rabiloncado)

Larus sp. (gaviota)

Pelecanus occidentalis (pelicano)

Mamíferos

Orden Marsupialia

Didelphis marsupialis (tlacuache)

*Orden Primates**Ateles geoffroyi* (mono araña)*Orden Edentata**Dasypus novemcinctus* (armadillo)*Cyclopes mexicanus* (oso hormiguero)*Orden Lagomorpha*(4) *Lepus flavigularis* (liebre tonda)*Sylvilagus floridanus* (conejo)*Orden Rodentia*(5) *Sciurus socialis* (ardilla gris)*Coendu mexicanus* (puercoespín)*Orden Carnivora**Canis latrans* (coyote)*Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris)(6) *Bassariscus astutus* (cacomixtle)(6) *B. sumichrasti* (cacomixtle)*Procyon lotor* (mapache)*Nasua narica* (tejón)*Potos flavus* (mantucha)*Mustela frenata* (comadreja)*Tayra barbara* (taina)*Grison canaster* (grisón)*Menphtis macroura* (zorrillo listado)*Spilogale augustiformis* (zorrillo manchado)*Conepatus mesoleucus* (zorrillo espalda blanca)*Lutra annectens* (nutria)*Felis onca* (jaguar)

F. pandalis (ocelote)

F. wiedii (tigrillo)

F. concolor (puma)

F. yagouaroundi (leoncillo)

Orden Artiodactyla

Pecari tajacu (jabalí de collar)

Odocoileus virginianus (venado cola blanca)

Notas:

(1) Mora (1966) reporta a Crypturellus soui - pero su distribución no abarca la zona de estudio - (Leopold, 1977).

(2) Reportada como Ontalis vetula por Zizumbo y Colunga (1982); Mora (1966) por su parte reporta Ontalis vetula y especies afines. Probablemente en la zona coexistan ambas especies ya que es el límite de su distribución y según parece no se entrecruzan - (Leopold, 1977).

(3) Mora (1966) reporta a Oreopelia albifacies, pero su distribución no comprende la zona de estudio (Leopold, 1977).

(4) Zizumbo y Colunga reportan a Lepus callo-tis, pero no se distribuye en la zona; L. flavigularis es endémica de la planicie costera del sur del Istmo.

(5) Mora (1966) reporta a Sciurus aureogaster que tampoco se distribuye en esta zona.

(6) Las áreas de distribución de estas especies se sobrelapan en el Istmo.

Desde el punto de vista zoogeográfico la región del Istmo de Tehuantepec es importante por ser un área que comunica las biotas de las costas atlántica y pacífica así como lugar de confluencia de especies cuya distribución se extiende hacia el norte y sureste del país. Como ejemplo están, para el primer caso, las dos especies de chachalacas (Ortalis poliocephala y O. vetula) y para el segundo las dos especies de cacomixtles (Bassariscus astutus y B. sumichrasti). Por otro lado se tiene el caso de una especie endémica que se distribuye en una pequeña área de la planicie costera del sur del Istmo, - la llamada liebre torda (Lepus flavigularis).

4. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Para los fines del presente estudio se han considerado dos cuerpos de agua: la presa "Benito-Juárez" y la Laguna Superior. En relación a esta primera, solamente se tienen datos sobre sus características físicas. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos ha llevado a cabo análisis de la calidad de sus aguas encontrando que son aptas para fines de riego agrícola mas no para el consumo humano. Su caracterización en términos técnicos es: C S, según la clasificación de aguas de riego del Departamento de Agricultura de los E.E.U.U., lo cual significa que son aguas de salinidad media (C) y con poco sodio (S).

La presa es aprovechada en cuanto a su fauna ictiológica por las comunidades ribereñas, las que organizadas en cooperativas, uniones o bien como pescadores libres, explotan la tilapia (Tilapia nilotica) principalmente, así como el bagre y otras especies aparentemente nativas (una "sardina" y otra "mojarra"). En menor proporción se explota el langostino (Macrobrachium sp.) aunque las capturas se hacen principalmente en el río, de la contina hacia aguas abajo. También se puede observar una abundante variedad de aves acuáticas, principalmente buzos (Phalacrocorax olivaceus mexicanus)

y varias especies de patos migratorios así como algunas aves marinas, como gaviotas (Larus sp.) y pelícanos (Pelecanus occidentalis), entre otros.

Laguna Superior cuenta con escasa información bibliográfica, ya que las lagunas costeras oaxaqueñas prácticamente no han sido estudiadas. Esta laguna se localiza al noroeste del Golfo de Tehuantepec entre los paralelos $16^{\circ}14'$ y $16^{\circ}26'$ de latitud norte y los meridianos $94^{\circ}47'$ y $95^{\circ}05'$ de longitud oeste. Es un cuerpo de agua somero con una profundidad media de 3m. y una máxima de 7 metros. Tiene un área aproximada de 330.8 kilómetros cuadrados (Contreras, F., 1985), e hidrológicamente pertenece al sistema lagunar integrado por las lagunas Inferior, Oriental, Occidental, la misma Superior y el Mar Tuleme, sistema que comunica al Golfo de Tehuantepec por la Boca de San Francisco; sus principales aportes de agua dulce provienen del río de los Perros, al arroyo Estancado, el río Chicapa y el arroyo de San José. Geológicamente pertenece a la Planicie Costera Istmica de Chiapas que data del Cenozoico (Anónimo, 1979).

Entre los trabajos que se han llevado a cabo en la Laguna Superior se encuentra un estudio del plancton (Anónimo op. cit., 1979), en el cual se reporta la presencia de fitoplancton abundante, principalmente las diatomeas, con densidades muy

altas de Skeletonema costatum y Chaetoceros spp. - en menor proporción. Se determinaron los valores de clorofila a y de biomasa, encontrándose que la laguna tiene una alta productividad.

En cuanto a parámetros hidrológicos, los registrados en el último reporte encontrado (septiembre de 1979) son los siguientes: temperatura 28 - 30 grados centígrados, promedio 29.1, homogénea con tendencia a la isotermita por la someridad de la laguna y los fuertes vientos. Salinidad superficial de 30.6 a 38.6 o/oo y la de fondo de 32.6 a 38.6 o/oo. En cuanto al oxígeno disuelto se reportan valores de 2.1. a 3.6. cc/l para el este de la laguna, en tanto que para el oeste es de 3.8 a 5.0 cc/l.

En cuanto a su fauna acuática costera la laguna queda comprendida dentro de la llamada Región Tropical (Margalef, 1974) . Se han reportado para la zona cuatro especies de crustáceos y 60 de peces, algunos de ellos de gran valor comercial como es el caso de los camarones Penaeus sp. (Zizumbo y Colunga, 1982).

Los trabajos sobre la vegetación acuática de la laguna son aún más escasos. Huerta y Tirado (1970) reportan algunas especies de algas colectadas en varios puntos de la laguna.

En la localidad de Xandani, pueblo en el la-

do noroccidental de la laguna, en la desembocadura del río de los Pernos, implantados sobre conchas de Murex, encontraron durante la primavera Enteromorpha ramulosa y Chaetomorpha gracilis. En la misma localidad y durante la misma época reportan Cladophora sp. y Enteromorpha compressa, mientras que en el otoño domina E. flexuosa; además hay varias fanerógamas acuáticas, entre ellos Suaeda.

En San Mateo del Mar en la ribera del Mar Tíleme, cuando soplan los nortes en otoño e invierno, salen algas empujadas por las olas, adheridas a guijarros o conchas. Las especies reportadas para esta localidad son las siguientes:

Acetabularia calyculus, Enteromorpha compressa, Dicotyota divaricata, Hypnea cervicornis y Gelidium -
sp.

RESULTADOS

La problemática ambiental de la zona estudiada se centra en dos aspectos fundamentales.

El primero de ellos es la fuente erosión de la cuenca, la cual debido a un uso inadecuado del suelo, provoca serios problemas de asolvamiento en la zona de riego.

Las formas más comunes de erosión hídrica - observadas en la cuenca son: la laminar, determinada por el cambio progresivo del color del suelo - hacia tonalidades más claras debido a la pérdida - de materiales orgánicos de las capas superiores; - en canales, que se expresa por la aparición de pequeños surcos o zanjillas sobre el terreno y que - el agricultor puede borrar con sus labores de cultivo, y finalmente la erosión en cárcavados que es un tipo avanzado de erosión en canales y cuyos surcos son difíciles de borrar en la labranza.

El 90% de la superficie de la cuenca está - conformada por terrenos con pendientes mayores del 20% y con predominancia de suelos litosoles y luvisoles, los cuales bajo estas condiciones topográficas son altamente susceptibles a la erosión. Estas características de la cuenca aunadas a la falta de medidas adecuadas de manejo y conservación de la - misma, que se traduce en una tala y desmonte -

irracional, han conducido al deterioro de la mayor parte de su área.

Al llevar a cabo la sobreposición catográfica fué posible detectar dos tipos de zonas críticas en la cuenca del río Tehuantepec, las cuales se encuentran señaladas en el mapa # 9.

Las zonas críticas del tipo "A" se encuentran perturbadas por prácticas agrícolas, ganaderas o forestales, en muy diversos grados según la región, presentan pendientes de más del 20% y su superficie se estimó en aproximadamente 41,575 ha.

Las zonas críticas "B" son aquellas que aún conservan la vegetación original pero con pendientes de más del 20% y suelos no aptos para uso agropecuario; la superficie estimada para este tipo de zonas fué de aproximadamente 55,350 ha.

Las restricciones en cuanto al uso de ambas zonas vienen a estar determinadas por las pendientes y el tipo de suelo. Los suelos litosoles con pendientes del 20% o más no ofrecen potencial agropecuario alguno y deben dedicarse a la vida silvestre y conservarse para evitar que los deslaves dañen áreas adyacentes de suelos planos.

En la asociación luvisol-crómico litosol que en su mayor parte presenta pendientes muy pronunciadas, de hasta el 50%, resulta impracticable cualquier actividad ya sea agrícola, ganadera o fo-

nestal, por lo que para estas zonas solo debe pensarse en su conservación sin aprovechamiento alguno.

En la porción sur de la cuenca en la que predomina la asociación acrisol-húmico-litosol-regosol éutrico, se encuentran las pendientes más pronunciadas de toda la cuenca. Estas áreas han sido detectadas como el tipo "B" y están ocupadas por bosques que debe controlarse muy bien la explotación forestal para evitar que el problema de la erosión se agudice.

A diferencia de la zona sur, la porción septentrional de la cuenca se encuentra severamente perturbada, encontrándose pastizales y matorrales en áreas con fuertes pendientes. Es necesario modificar el uso del suelo en estas zonas para evitar mayores pérdidas del mismo.

En la parte media del cauce del río Tehuantepec así como en el vecino cerro del Capulín, se presentan aún áreas con vegetación natural, bosques y selvas, que deben conservarse ya que predominan las pendientes de más del 20%.

El segundo aspecto que es importante señalar es que el 40% de las tierras dominadas por las obras de riego, en el Distrito número 19, presentan problemas de salinidad y/o sodicidad, así como el 15% tiene problemas de empantanamiento debido a

la elevada recarga del manto freático.

Existe la suposición de que los suelos afectados por este problema estuvieron inundados por agua de mar y que posteriormente al emerger fueron cubiertos por aluviones acarreados por las corrientes de los principales ríos, lo cual explicaría en parte el carácter salino de estos suelos. Otro factor que puede contribuir a la salinidad es la mala aplicación del riego al inundar los terrenos dedicados a pastizales.

Por otra parte, las condiciones de salinidad condujeron a desechar como tierras de cultivo un área de 8,330 ha., la cual no cuenta con obras para riego y en la que no se conservó la vegetación original, encontrándose actualmente ocupada por matorral subespinoso.

Como ya se mencionó debido al origen aluvial y marino de los suelos del Distrito de Riego, la recarga del manto freático es elevada, siendo las principales fuentes las precipitaciones pluviales y las filtraciones del canal principal.

Así, se estima que aproximadamente 11,239 ha. del Distrito de Riego número 19 presentan altas concentraciones de sales y sodio, 9,285 están afectadas en menor grado por la presencia de estas sales y 7,773 ha. presentan una elevada recarga del manto freático.

Por otra parte se infirió que la construcción de la Presa Benito Juárez provocó algunos impactos sobre los ecosistemas localizados en el área de su construcción los cuales no fueron ponderados debido a que la técnica no lo permitió.

El primero de ellos fué la transformación de un sistema biológico terrestre en un acuático, lo cual implicó cambios profundos y muy complicados, y solamente después de años o décadas podrá llegar a darse un régimen estable. En el período de transición hay altibajos en la cantidad y tipo de los organismos producidos.

Pueden citarse diversos efectos sobre la fauna silvestre y el principal de ellos sería la creación de una barrera en el camino de circulación -- entre ambas margenes, lo cual tiene importancia para las especies que migran o que tienen su habitat distribuido a uno y otro lado del cauce otros impactos que podrian ser muy importantes son los producidos sobre la fauna del río y sobre las aves. La discontinuidad que la presa introdujo al río es un serio obstáculo para especies que lo habitan y que tienen hábitos migratorios, pero a su vez se convirtió en refugio y zona de anidación y alimentación de aves migratorias, marinas y locales.

En cuanto a la Laguna Superior esta se ha visto indirectamente afectada por el desarrollo economico de la región, ya que el crecimiento de los centros de población generó volúmenes considerables de desechos, principalmente las aguas negras que al ser vertidos en los Ríos Tuchitan y Chicapa van a dar a este cuerpo de agua. Además los drenes del Distrito de Riego desembocan directamente a la laguna acarreado fertilizantes, insecticidas y herbicidas como son la urea, el 18-46-00, el 00-46-00, el triple 17, paratión metílico, paratión etílico, Dipterex, Sevín, Lante y Gespanincombi; es importante señalar que esto podría llegar a ser un serio problema no solo para la Laguna Superior sino también para el sistema lagunario en su conjunto y aun para el Golfo de Tehuantepec, aunque no existen estudios sobre contaminación de este tipo para la zona.

En otro orden de cosas, hasta la fecha los objetivos planteados para la construcción de la presa Benito Juárez no se ha cumplido en su totalidad. Así el primero de ellos que se refiere al riego de más de 47,000 Has. de la planicie costera del Istmo de Tehuantepec no se ha alcanzado plenamente, ya que para el ciclo 1984-85 la superficie regada fué de 30,005.2 Has.

El segundo de ellos era la reducción de la

sedimentación aguas abajo y de los gastos de conservación de las obras, mediante la retención de los acarneos del río. Como ya se señaló, este objetivo no se ha cumplido ya que la erosión de la cuenca es tan fuerte y acelerada que los canales de riego y drenes presentan serios problemas de azolvamiento, lo cual incrementa de manera notable los costos de mantenimiento de la obra. Esto además puede tener repercusiones en el propio embalse al reducir su promedio de vida útil, aunque hasta la fecha no se cuenta con estudios cuantitativos sobre el particular.

El siguiente objetivo planeado fue el desarrollo de la fauna acuática que en un futuro pudiera llegar a ser un alimento básico para la población regional. No es posible definir hasta que punto se ha cumplido este objetivo debido a que no se cuenta con un análisis sobre las pesquerías desarrolladas en el vaso así como lo referente a un estudio demercado. Sin embargo el desarrollo de la pesca está limitado por los fuertes vientos del estiaje, ya que durante esta temporada la producción disminuye hasta en un 90%.

El cuarto objetivo era con fines recreativos que constituirían una fuente importante de ingresos para la región. Este objetivo no se ha cumplido ya que el desarrollo de este tipo de activida-

des no es compatible con las características meteorológicas y climáticas del área, como son los fuertes vientos y las lluvias.

Finalmente el último objetivo era la regularización de las avenidas para proteger contra las inundaciones a las poblaciones agrícolas ribereñas.

Este objetivo si se ha cumplido.

DISCUSION

La construcción de la Presa Benito Juárez se llevó a cabo de 1956 a 1961 por lo que el presente estudio no constituye de manera formal un trabajo de Impacto Ambiental ya que no se llevó a cabo previo a la construcción de la obra. Un trabajo de este tipo implica la detección y poderación de los impactos con la finalidad de anticipar los cambios ambientales generados por la actividad humana y de esta manera proponer medidas de atenuación de los impactos negativos y de reforzamieto de los positivos, lo cual puede redundar en la modificación del proyecto original. Sin embargo aún cuando éste no es el caso del presente estudio su importancia nadica, en buena medida, en la proposición de medidas correctivas para la problemática detectada, lo cual podría dar pauta al inicio de un seguimiento ambiental, cuya creación es muy reciente en México y que implica no solamente la vigilancia para que se apliquen las medidas propuestas para la construcción de la obra, sino también durante las fases de operación y mantenimiento de la misma.

Uno de los principales problemas que se detecto para la realización del trabajo fue la dificultad para la obtención de la información no solamente básica, sino también de aquella generada por las dependencias gubernamentales la cual se encon-

tnó muy dispersa y de difícil acceso por lo cual -
sería conveniente la creación de bancos de datos -
por región o por estado para facilitar el desarro-
llo de futuros estudios de Impacto Ambiental.

Debido al problema anteriormente señalado, -
con la información disponible se recurrió a la téc-
nica de sobreposición cartográfica, utilizada en -
los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, -
como herramienta para evaluar los efectos físico--
bióticos asociados a la construcción de la Presa -
Benito Juárez. Debido a la escasa información dis-
ponible, la utilización de la técnica fué muy útil
en terminos de que fué posible identificar y cuan-
tificar áreas afectadas o que se encuentran afec-
tando el funcionamiento de la obra hidráulica; ade-
más de esto fué posible, a partir del análisis de-
las cartas temáticas, definir la vulnerabilidad de
las áreas en relación básicamente a las pendientes,
al uso del suelo y su edafología, lo cual a su vez
permitió proponer algunas medidas de protección pa-
ra cada área crítica determinada.

Una limitante importante a señalar en el uso
de esta técnica es que, generalmente se trabaja -
con características ambientales que ya han sido ma-
peadas y en el caso particular del presente traba-
jo los mapas utilizados se encontraron a diferen-
tes escalas, de diversas épocas y elaborados por -

diferentes dependencias, ésto pudo contribuir a incurrir en algunos errores de apreciación; otra limitante importante para la aplicación de la técnica es lo complicado que resulta el manejar un gran número de factores por lo que su ponderación fué de gran utilidad para la elección de aquellos que permitieran tener una visión completa sobre la problemática de acuerdo a los objetivos que se habían planteado para el presente estudio.

Una bondad del método es que permite combinar datos cuantitativos y cualitativos, aunque no se considera el factor de interdependencia entre ellos. Además de los factores físicos que fueron los que se consideraron para el presente estudio, se pueden incluir factores económicos y sociales dependiendo del objetivo particular de cada estudio.

Hoy día los métodos de sobreposición cartográfica puede ser computarizado, lo cual implica algunas ventajas y desventajas; es más caro y requiere de más tiempo para su diseño, pero es más flexible que la sobreposición de mapas transparentes.

Es importante señalar que debido a la falta de presupuesto, el trabajo de campo planteado inicialmente con salidas periódicas durante el transcurso del proyecto no se llevo a cabo lo cual, de alguna manera, constituyo una limitante importante

en cuanto a la obtención de información.

Por otra parte, debido a que, como ya se señalo el análisis se basa en datos de diversos períodos y abarca mapas de diferentes años, la evaluación de los efectos no puede atribuirse a un momento determinado, sino a la integración de la información de diferentes momentos.

Como resultado de este análisis se observó - que la problemática más fuerte de la zona de estudio es la erosión de la cuenca del Río Tehuantepec, la cual se encuentra estrechamente relacionada con la eficiencia operativa del Distrito de Riego número 19. Es evidente que existe una estrecha relación entre la cuenca y el distrito de riego al igual que entre éste y la Laguna Superior, ya que todos los drenes desembocan en la última vertiendo aguacontaminada con herbicidas, fertilizantes e insecticidas cuyos efectos no han sido evaluados y no formaban parte de este estudio. De esta manera, es claro que los eventos que tienen lugar a lo largo del Río Tehuantepec no se encuentran aislados, ya que lo que sucede en la cuenca repercute aguas-abajo en el Distrito de Riego y lo que sucede en este a su vez afecta la Laguna Superior y al Golfo de Tehuantepec, por lo cual al tomar al Sistema Hidrológico como unidad de estudio se obtuvo una visión integral sobre la problemática del área de es

tudio y que tiene repercusiones muy importantes no solamente a nivel ecológico sino también en el aspecto económico, ya que el Distrito de Riego tiene un índice de autosuficiencia del 25% (Velasco, -- 1986) es decir que lo que en el Distrito de Riego se colecta por proporcionar el servicio apenas cubre la cuarta parte del costo del mismo, teniendo que complementarse la diferencia con subsidios del Gobierno Federal.

Otro factor importante que contribuye a que prevalezca esta situación es la persistencia de la mayor parte de los usuarios del agua en la utilización de técnicas tradicionales de cultivo lo cual es parte de la tradición de los grupos sociales -- que habitan el área, por lo cual sería importante, para el diseño de futuros proyectos hidráulicos -- considerar la dinámica social y cultural de los -- grupos sociales que se pretenden beneficiar. Asimismo es necesario considerar las necesidades de -- todos los usuarios de recurso en la región y no solamente las de los supuestos beneficiarios, con el fin de poder preveer los efectos de una obra en todas las fases del ciclo hidrológico.

Por otra parte, el cumplimiento que hasta la fecha han tenido los objetivos planteados para la construcción de la presa, confirma la importancia -- que tiene llevar a cabo para la planificación de --

obras hidráulicas estudios de Impacto Ambiental y que estos consideren no solamente el área del proyecto o su zona de influencia que comprende los lugares a los que llega el agua o los productos de su uso sino que también se considere a la cuenca hidrológica tomando en cuenta su dinámica con la finalidad de preveer los impactos negativos que pudiera tener sobre la obra y lo cual generalmente no se considera en la fase de diseño o evaluación de este tipo de proyectos y que constituye una de las más importantes aportaciones del presente estudio, lo cual de alguna manera justifica el título del trabajo ya que no se pretendió evaluar los efectos provocados por la concepción de la obra sino también los efectos que la cuenca se encuentra produciendo sobre la misma.

El Istmo de Tehuantepec es una zona pobremente estudiada lo cual se refleja en lo escaso de la información, sin embargo es una región sumamente importante ya que aunque la eficiencia operativa del Distrito de Riego es muy baja, a nivel estatal de suma importancia ya que en él se produce la mayor parte del maíz que va a ser consumido por el estado, además de que el Golfo de Tehuantepec es una de las áreas más productivas del Pacífico mexicano, es por esto que el presente trabajo representa un importante esfuerzo en cuanto a la recopilación

ción, sistematización y análisis de esta región que brinda una visión general sobre el estado actual - de su estudio, las grandes lagunas que aun quedan por cubrirse y los aspectos que requieren mayor -- atención y actualización.

Las repercusiones que el presente trabajo - puede llegar a tener no son solamente a nivel ecológico sino también económico, ya que además de proponer medidas concretas para las zonas críticas de tectadas fué de gran valor la cuantificación de - sus áreas, ya que esto sirvió de base para evaluar las implicaciones económicas de las medidas pro- - puestas lo cual fué objeto de otro análisis.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La primera y más relevante conclusión es que el hecho de haber tomado al Sistema Hidrológico - como unidad de estudio, permitió efectuar un análisis más completo sobre la problemática que afecta al Distrito de Riego número 19 y de esta manera proponer algunas medidas concretas que puedan contribuir a mejorar su situación. De esto se desprende que es de suma importancia que cuando se planteen proyectos de desarrollo que impliquen la construcción de obras hidráulicas, se considere el cauce que sigue el agua desde su nacimiento hasta su desembocadura, para de esta manera poder prever todos los impactos ambientales que la obra pueda causar, así como los que el medio ambiente pueda tener sobre la misma.

Para la construcción y operación de la presa - Benito Juárez no se tomó en cuenta, o por lo menos no se le dió la importancia debida, a la dinámica de la cuenca del río Tehuantepec, y ello ha contribuido a que los objetivos planteados no se hayan cumplido plenamente.

Por otra parte se ignoró el funcionamiento - del Distrito de Riego y no se han tomado aún ningún tipo de medidas para amortiguar los impactos negativos que el uso de fertilizantes, herbicidas

y pesticidas pueden a mediano o largo plazo provocar en el sistema lagunario y el Golfo de Tehuantepec.

Con el fin de evitar el asolve de la presa es necesario controlar la erosión en la cuenca del río Tehuantepec y por lo tanto llevar a cabo prácticas de conservación de suelos y reforestación en zonas perturbadas, así como de conservación de zonas con vegetación natural. Estas zonas se han señalado en el mapa # 9.

En la presa Benito Juárez es necesario llevar a cabo un estudio de las condiciones fisicoquímicas del agua y de la productividad con el objeto de mejorar la producción pesquera; así mismo, es necesario conocer la tasa de sedimentación con el fin de evaluar el efecto que la erosión está teniendo sobre el vaso.

En relación al Distrito de Riego es necesario contar con un estudio agrológico detallado así como del uso actual del suelo y de agroquímicos lo cual permitiría una mejor planificación del aprovechamiento agropecuario de los terrenos.

Para la Laguna Superior es necesario evaluar el grado de contaminación y su efecto sobre la productividad y la producción pesquera.

En el cuadro # 2 se detallan las principales acciones recomendadas para la zona de estudio.

CUADRO N° 2.- PRINCIPALES ACCIONES RECOMENDADAS PARA LAS ZONAS ESTUDIADAS.

<u>DISTRITO DE</u>	<u>SUPERFICIE APROX. (HA.)</u>	<u>ESTADO ACTUAL</u>	<u>ACCIONES</u>
RJEGO	11 239.8	PRESENTAN ALTAS CONCENTRACIONES DE SALES Y SODIO	ELIMINAR RJEGO POR INUNDACION. PARA DISMINUIR CONTENIDO DE SALES APLICAR LAVADOS A SUELOS A SU COMO MEJORADORES QUIMICOS PARA ELIMINAR EL SODIO.
	9 285.5	LA AFECTACION POR LA PRESENCIA DE SALES Y SODIO ES MENOR QUE EN LA ANTERIOR.	ELIMINAR RJEGO POR INUNDACION. APLICAR LAVADOS A SUELOS PARA DISMINUIR LA CONCENTRACION DE SALES.
	7 773.7	ELEVADA RECARGA DEL MANTO FREATICO.	REHABILITACION DE DRENES. CONSTRUCCION DE DRENES A NIVEL - PARCELARIO ORIENTADOS EN SENTIDO OPUESTO A LAS CORRIENTES SUBTERRANEAS. OPERAR UN SISTEMA DE DRENAJE EFICIENTE Y COMPLETO PARA TODO EL DISTRITO.
	8.330.0	AREA DESECHADA POR CONDICIONES DE SALINIDAD	INCORPORAR EL AREA AL SISTEMA DE RJEGO Y SEMBRAR PASTOS HALOFITOS.

<u>SUPERFICIE APROX. (HA.)</u>	<u>ESTADO ACTUAL</u>	<u>ACCIONES</u>
CUENCA DEL RJO TEHUAN TEPEC	41 575.0	AREAS PERTURBADAS POR ACTI- VIDADES HUMANAS. (ZONAS CRITICAS "A")
	55 350.0	AREAS CON VEGETACION ORIGI- NAL PERO CON PENDIENTES DE MAS DEL 20% Y SUELOS NO AP- TOS PARA USO ACROPECUARIO. (ZONAS CRITICAS "B").
LAGUNA SUPERIOR	3 308.0	PROBALBE CONTAMINACION POR HERBICIDAS INCECTICIDAS Y - PESTICIDAS
		SE RECOMIENDA QUE SEAN SOMETI- DAS A PROGRAMAS DE REFORESTA- CION Y CONSERVACION DE SUELOS CON EL FIN DE CONTROLAR LA ERO- SION.
		ESTAS ZONAS DEBEN CONSERVARSE CON LA VEGETACION ORIGINALE O - EN SU DEFECTO DEBE PLANEARSE Y VIGILARSE SU EXPLOTACION.
		LLEVAR A CABO ESTUDIOS SOBRE - GRADO DE CONTAMINACION Y POSI- BLES REPERCUSIONES SOBRE EL - ECOSISTEMA

BIBLIOGRAFIA

Athie, M. et. al., 1982. *Manual del curso - sobre Impacto Ambiental. 2a. Ed. División de Educación continua. Fac. de Ing., U.N.A.M.*

Anónimo, 1979. *Estudio sobre plancton e hidrología de la Laguna Superior, Oaxaca. Biología - de Campo, Facultad de Ciencias, UNAM, México.*

Bravo, H., 1960. *Algunos datos acerca de la vegetación del estado de Oaxaca. Revista Mex. de Estud. Antropol., 16:31-47.*

-----, 1978. *Las cactáceas de México. - Univ. Nal. Autón. de México, México, D.F., Vol. : 84-123.*

Carranza-Edwards, A., 1980. *Ambiente sedimentarios recientes de la llanura costera sur del Istmo de Tehuantepec. An. Centro Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México, 7(2): 13-65.*

Contreras, F., 1985. *Las Lagunas Costeras Mexicanas. Centro de Ecodesarrollo-Secretaría de Pesca, México, 253 pp.*

Diario Oficial de la Federación. 30 de Diciembre de 1980.

Diario Oficial de la Federación. 30 de Diciembre de 1980.

Ducoing, E., 1987. *Impacto Ambiental: Introducción al panorama en México. Tesis Profesional*, -
 Fac. de Ciencias, UNAM, México, 87 pp.

Escobar, R. y P. Davia, 1983. *Las Evaluaciones de Impacto Ambiental en la Comunidad Internacional. Una síntesis INDERENA*, Bogotá. 50 pp.

Huerta, M.L. y J. Tirado, 1970. *Estudio florístico-ecológico de las algas marinas de la costa - del Golfo de Tehuantepec, México. Bol. Soc. Bot. Méx.*
 31:115-137.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Dir. Gnal. de Geografía del Territorio Nacional, 1981. *Carta topográfica Juchitán #15-10, D15-1, Esc. 1:250,000.*

Instituto de Geografía, UNAM, 1970. *Cartas - climáticas : 14QVIII, 15Q-VII, Esc. 1:500,000.*

Leopold, A.S., 1977. *Fauna Silvestre de México. Inst. Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, 608 pp.*

López-Ramos, E., 1974. *Geología General y de México. 3a. Ed. Edición Escolar, Libro I ESJA, Instituto Politécnico Nacional, México.*

ESTA TERCERA COPIA DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Márquez-Castillo, P., 1986. *Respuesta en rendimiento del arroz Oriza sativa al ataque de cinco niveles de infestación de la chinche café Oebalus insularis Stal. en cuatro etapas fenológicas del cultivo. Tesis Profes. Univ. Autón. de Chiapas, Area Ciencias Agrícolas, México, 90 pp.*

Miranda, F. y E. Hernández-X, 1963. *Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. soc. Méx., 28:29-179.*

Mora-Blancas, E., 1966. *Distrito de Riego de Tehuantepec, Oax. Proyecto de Planeación Agroindustrial. Serie de Monografías No. 5, Colegio de Postgraduados, Esc.Nal. de Agricultura, Chapingo, México.*

Munn, R., 1975. *Environmental Impact Assessment. SCOPE Report No. 5:42-67.*

Pisanty, J., 1982. *Impacto Ambiental, Procedimientos en el Mundo. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 53 pp.*

Rico, M. de L., 1980. *El género Acacia (Leguminosea) en Oaxaca. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. México, 116 pp.*

Rodríguez-P., E., 1977. *Un embalse con central hidroeléctrica. Em: Tres Casos de Impacto Ambiental, CJFCA, Madrid, pp:43-70.*

Rosemberg, D., 1981. *Recent Trends in Environmental Impact Assessment*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 38:591-624.

Rzedowski, J., 1978. *La vegetación de México*. Ed. Limusa, México, D.F., 423 pp.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1979. *Cartografía Sinóptica: Uso Actual del Suelo. Estado de Oaxaca, Esc. 1:500,000.*

-----, 1973. *Tecnificación de Riego y Plan de Mejoramiento Parcelario (PLAMEPA). Subproyecto específico No. 8, Distrito de Riego No. 19 Tehuantepec, Oax., Subdirección de Operación, Dir. Gen. de Dist. de Riego, México.*

Secretaría de la Defensa Nacional, Depto. Cartográfico Militar, 1958. *Cartas: Oax. 14Q-VIII, Tuxt. Gtz., 15Q-VII, Esc. 1:500,000.*

Secretaría de Programación y Presup., Dir. Gen. de Geografía del Territorio Nacional, 1981. *Cartas edafológicas: México y Villahermosa, Esc. 1:1,000,000.*

-----, Dir. Gen. de Geografía, 1984. *Carta Geológica: Juchitán E15-10, D15-1, Esc. 1-250,000.*

Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Dirección Gen. de Fauna Silvestre, 1982. *Especies de fauna-*

en peligro de extinción en México. Primera Reunión Para la Revisión de los Apéndices de la Convención de Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), México, D.F.

Stuart, L.C., 1964. Fauna of Middle America. En: Handbook of Middle American Indians, Robert -- Wuauchope (ed.), Vol. 1:316-362, Univ. of Texas Press, Austin.

Velasco, I 1986. Distrito de Riego No 19. Informe de Avance. S.A.R.H. 32 pp.

Vovides, A.P., 1981. Lista preliminar de plantas mexicanas raras o en peligro de extinción Biótica, 6 (2):219-228.

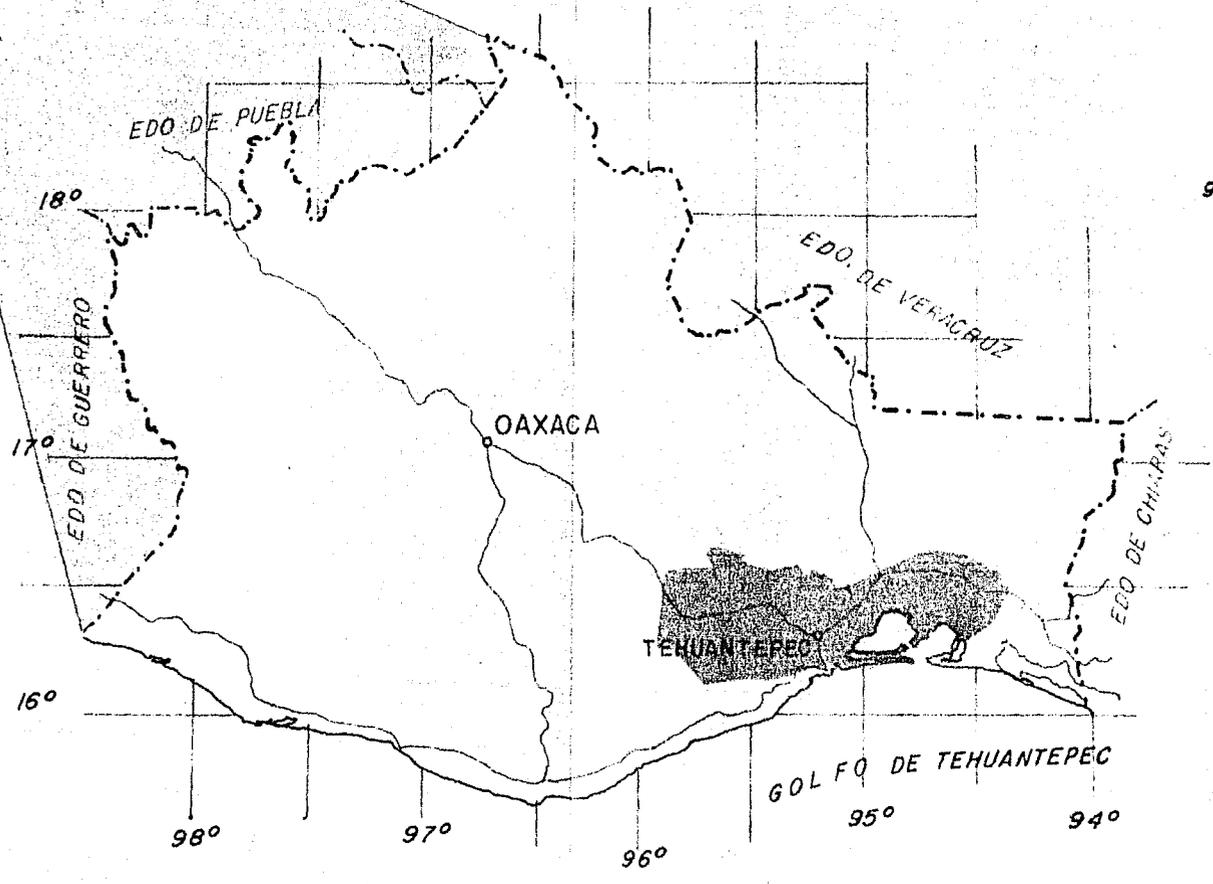
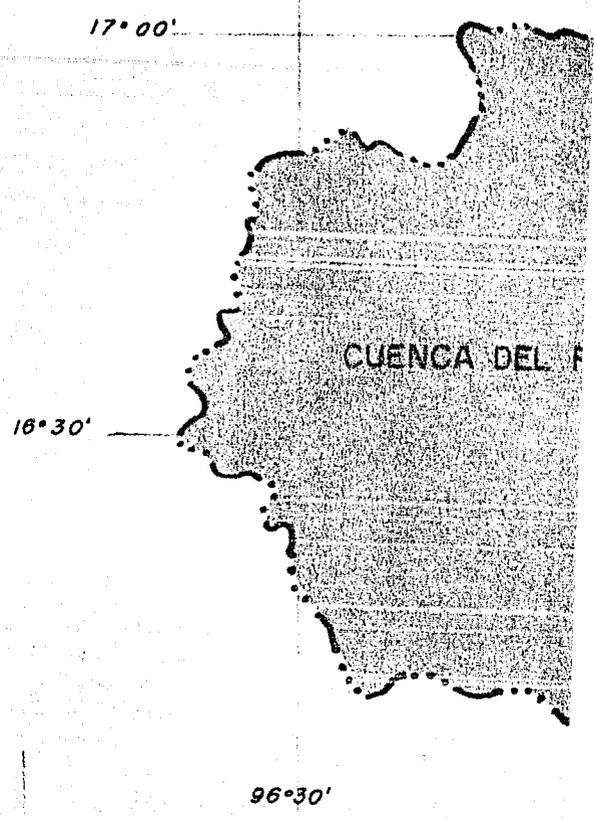
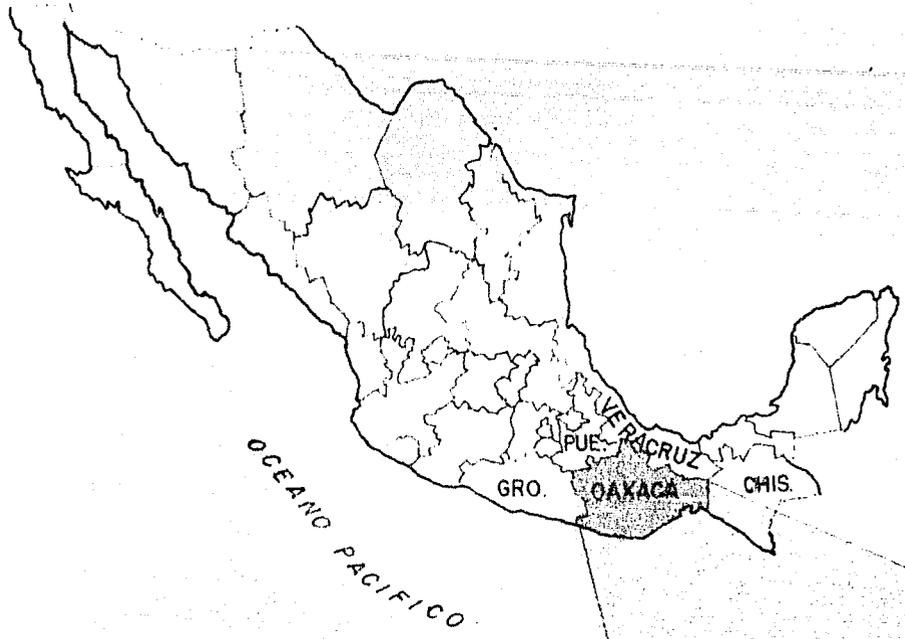
Williams, L., 1939. Arboles y arbustos del Istmo de Tehuantepec, México. Lilloa, Tomo IV:137-171.

Yáñez-Arancibia, A., 1986. Ecología de la zona costera. AGT Editor, S.A., México, D.F. 189 pp.

Zarate-Ramírez, R., Et.Al., 1980. Marco de Referencia para la Planeación y Evaluación de la Investigación Agrícola en el Istmo de Tehuantepec. S.A.R.H., INJA-CIAPAS-CAJTE, México.

Zizumbo, D. y P. Colunga, 1982. Los Huaves: la apropiación de los recursos naturales. Departamento de Sociología Rural, Univ. Autón. de Chapingo, México, 277 pp.

TESIS CON
FALLAS DE ORIGEN



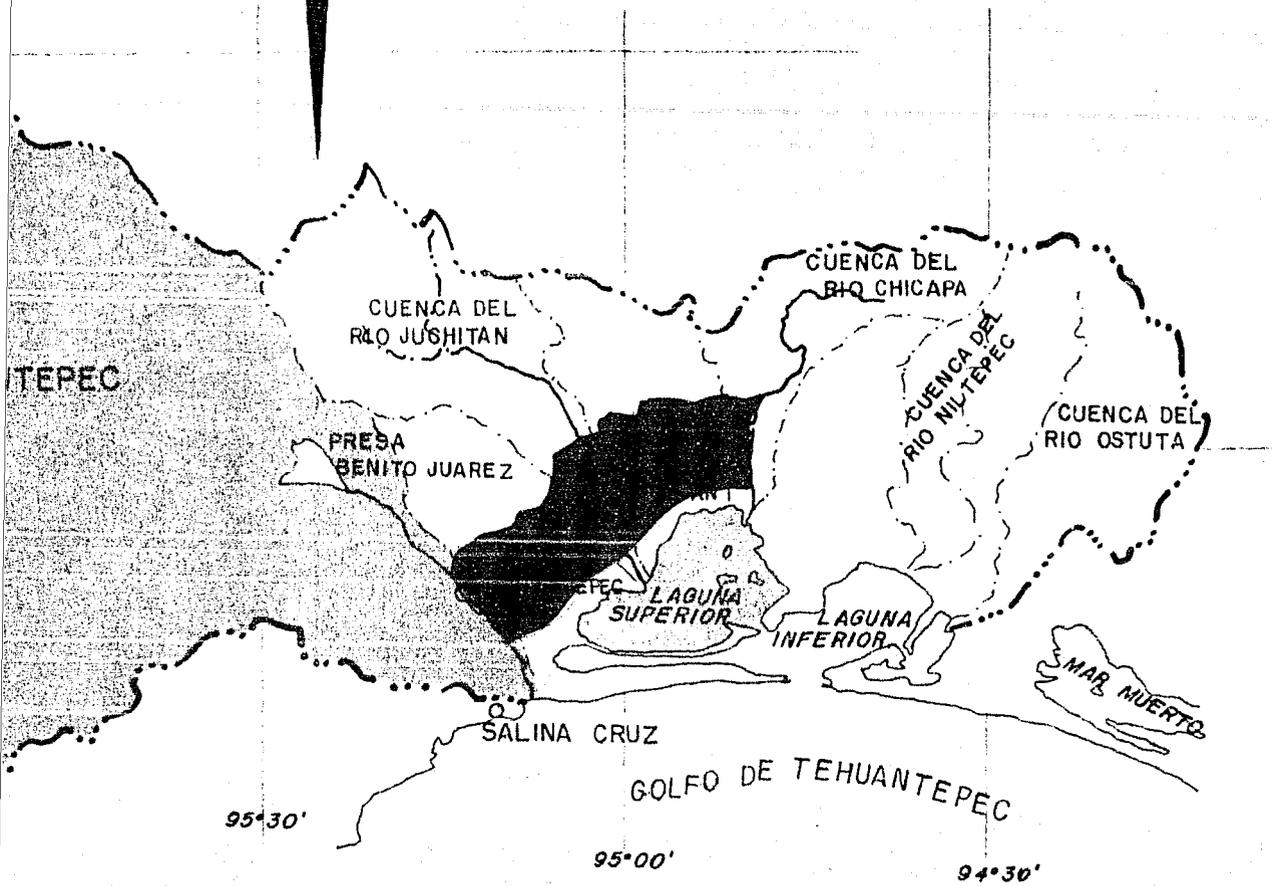
**RIO TEHUANTEPEC-DISTRITO DE
RIEGO N°19- LAGUNA SUPERIOR**

LOCALIDAD. **OAXACA**

 CUENCA RIO TEHUANTEPEC

 DISTRITO DE RIEGO N°19

 PARTEAGUAS

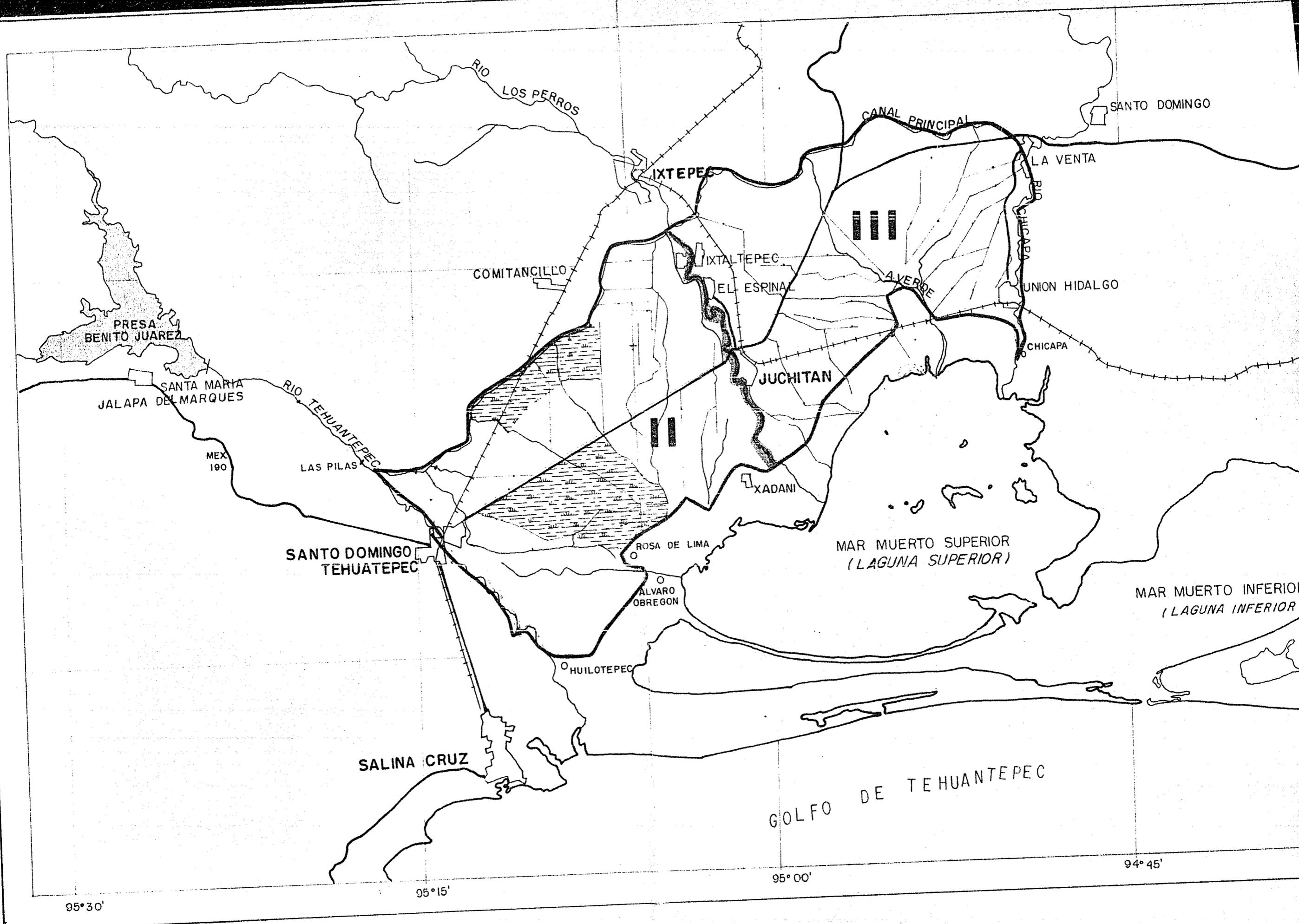


	SUPERFICIE (Km ²)
CUENCA RIO TEHUANTEPEC	9,453.00
DISTRITO DE RIEGO N°19	510.24
TOTAL:	9,963.24

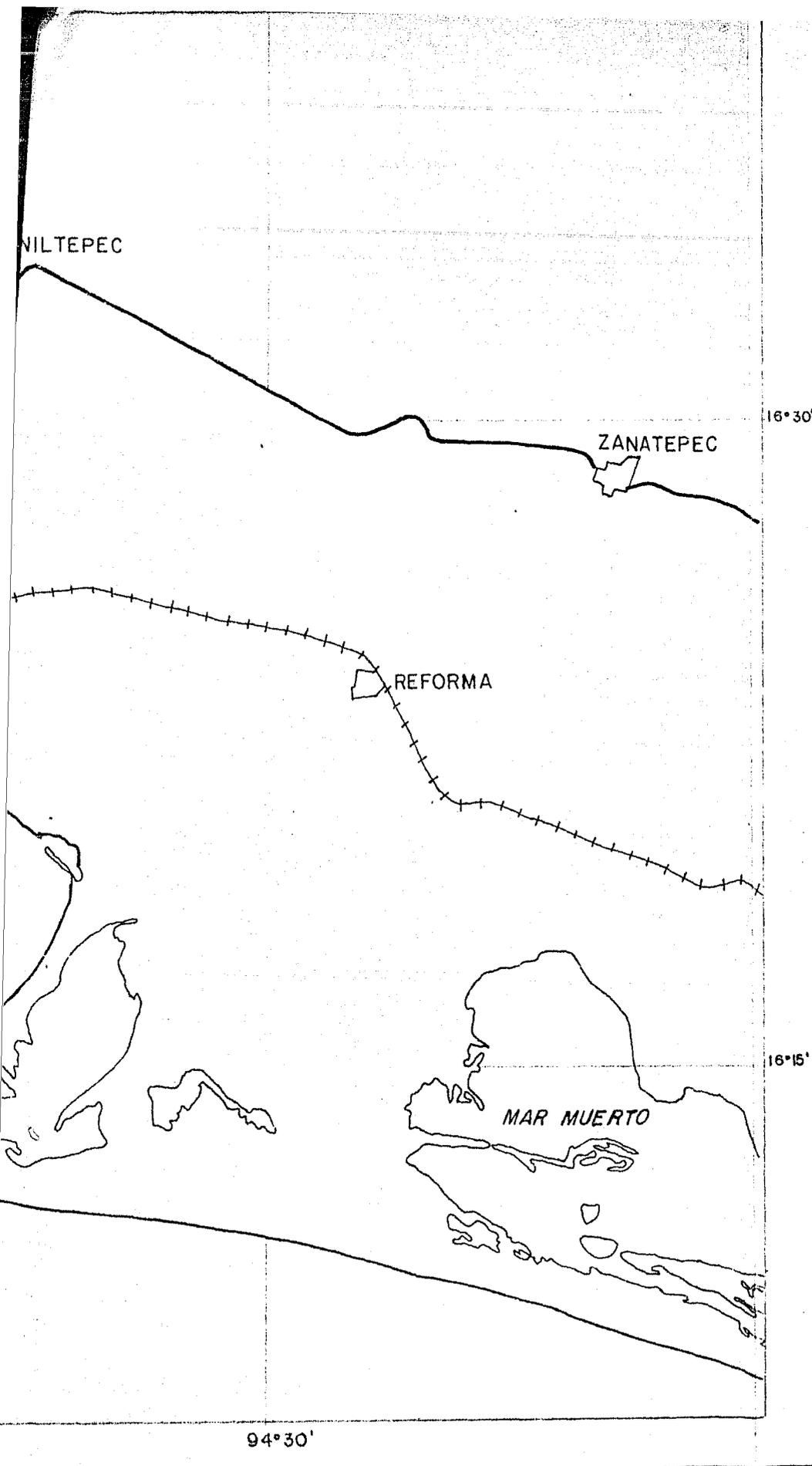
LAGUNA SUPERIOR 330.8 Km²

1

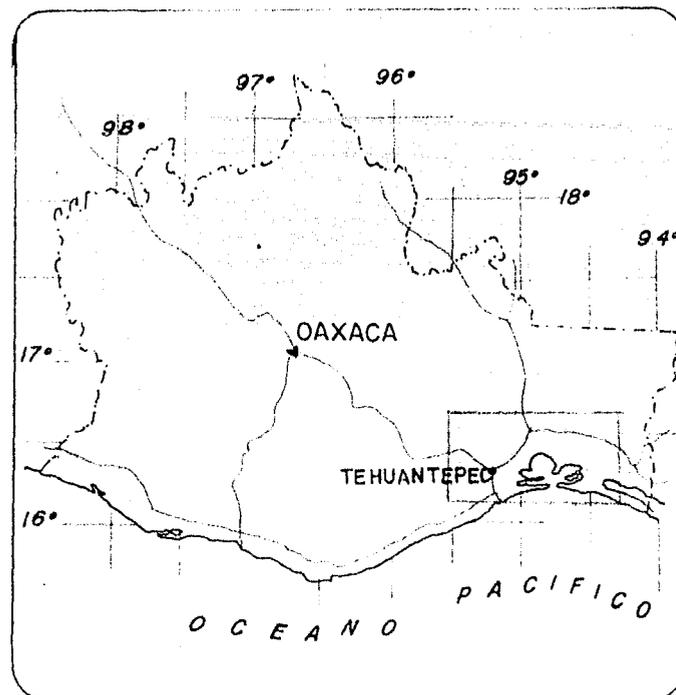
LOCALIZACION
GEOGRAFICA



FUENTE: INST. NAC. DE EST. GEOG. E INF. DGGTN. (1981)
 CARTA. JUCHITAN E15-10, D15-1



RIO TEHUANTEPEC-DISTRITO DE RIEGO N°19-LAGUNA SUPERIOR



LOCALIDAD. OAXACA

UNIDAD	SUPERFICIE (Ha)
II	27 024
III	24 000
TOTAL:	51 024

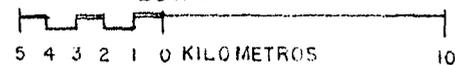
AREAS DESECHADAS

 8 330 Ha.

 LIMITE DISTRITO DE RIEGO

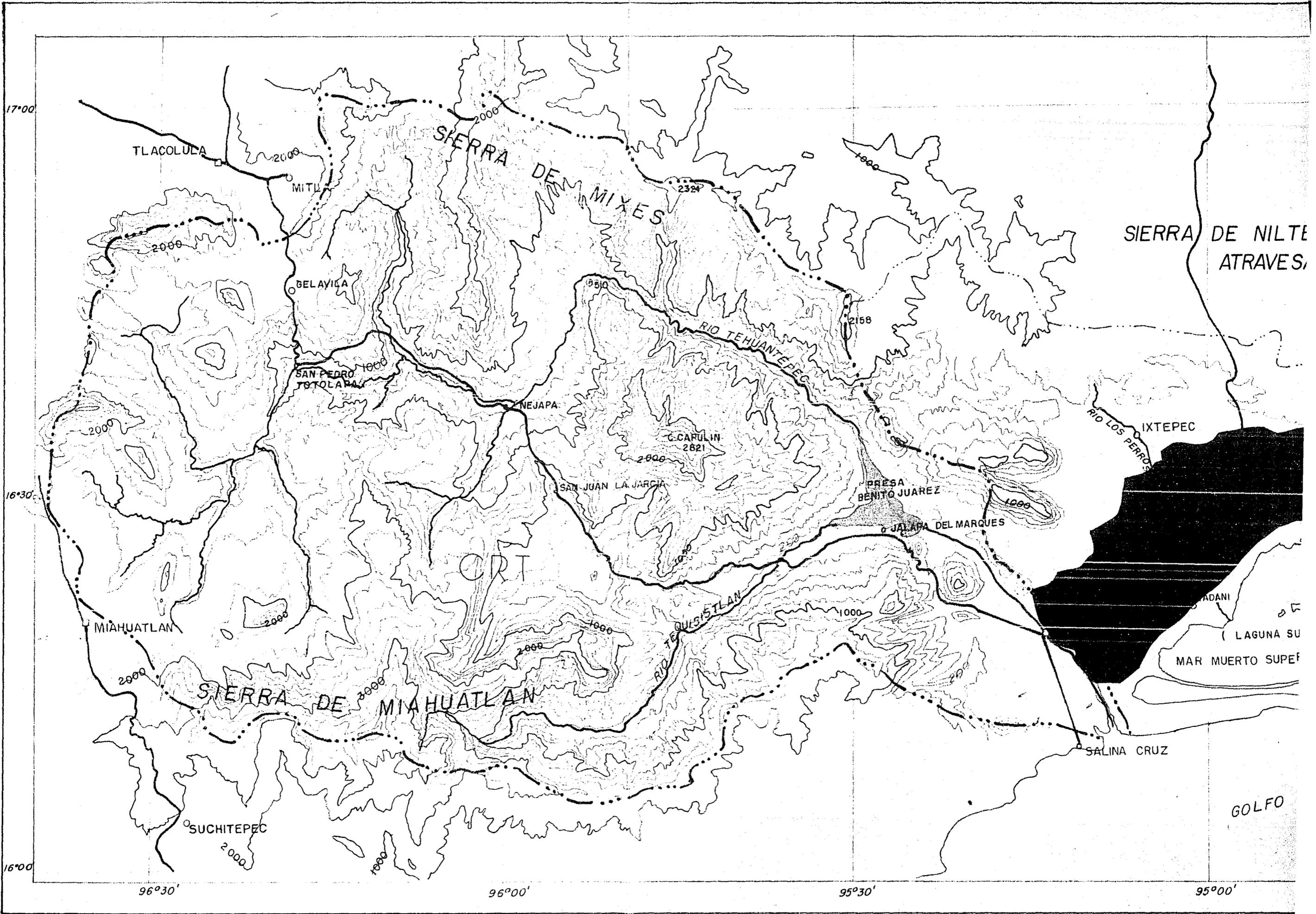
 LIMITE DE LA UNIDAD II-III

ESCALA 1:250 000



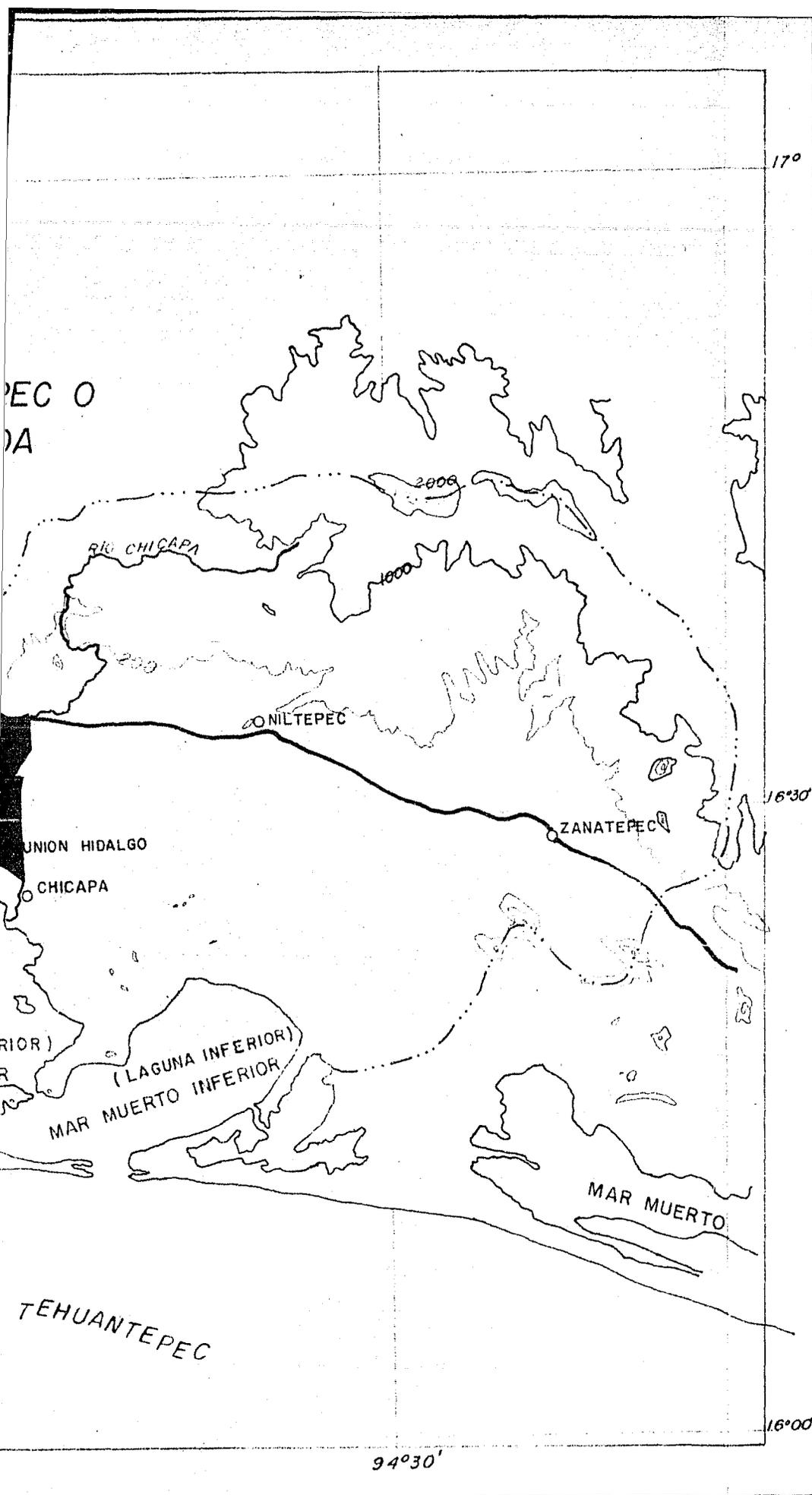
2

DISTRITO DE RIEGO N°19



FUENTE: DEP. CARTOGRAFICO MILITAR. SEDENA (1958)
 CARTAS: OAX. 14Q-VIII, TUX. 6TZ. 15Q-VII

SISTEMA HIDROLOGICO
RIO TEHUANTEPEC-DISTRITO DE
RIEGO N°19-LAGUNA SUPERIOR



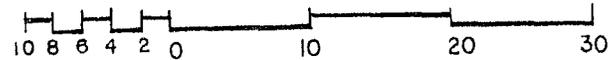
 DISTRITO DE RIEGO N°19

 CUENCA DEL RIO TEHUANTEPEC

 PARTEAGUAS

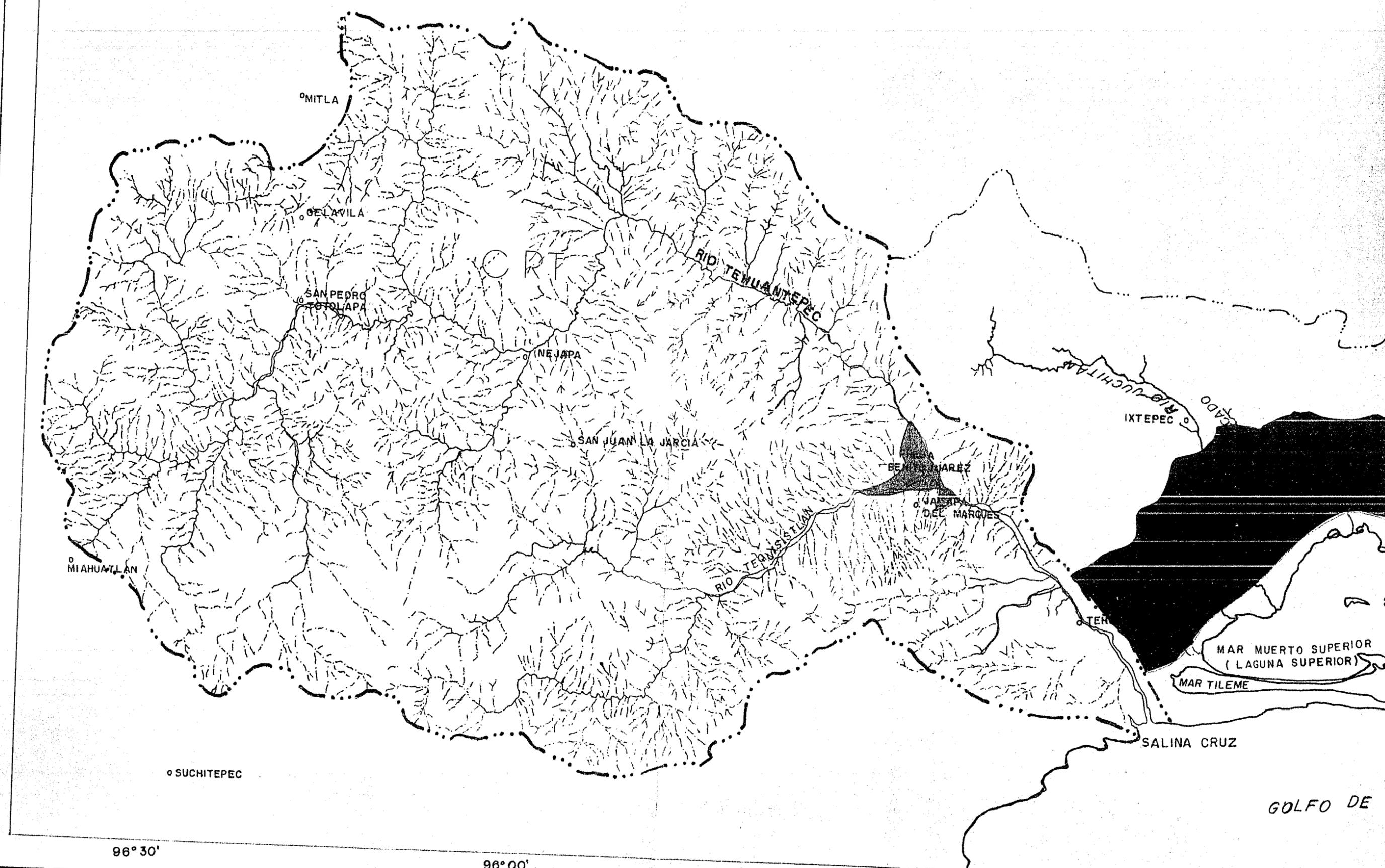
ESCALA 1: 500 000

KILOMETROS



3

FISICGRAFIA



FUENTE: DEP. CARTOGRAFICO MILITAR. SEDENA (1958)
 CARTAS: OAX. 14Q-VIII, TUX. GTZ. 15Q-VII

95°00'

SISTEMA HIDROLOGICO
RIO TEHUANTEPEC-DISTRITO DE
RIEGO N°19-LAGUNA SUPERIOR

 DISTRITO DE RIEGO N° 19

CRT CUENCA DEL RIO TEHUANTEPEC

 RIO PERENNE

 ARROYO INTERMITENTE

PRESA BENITO JUAREZ

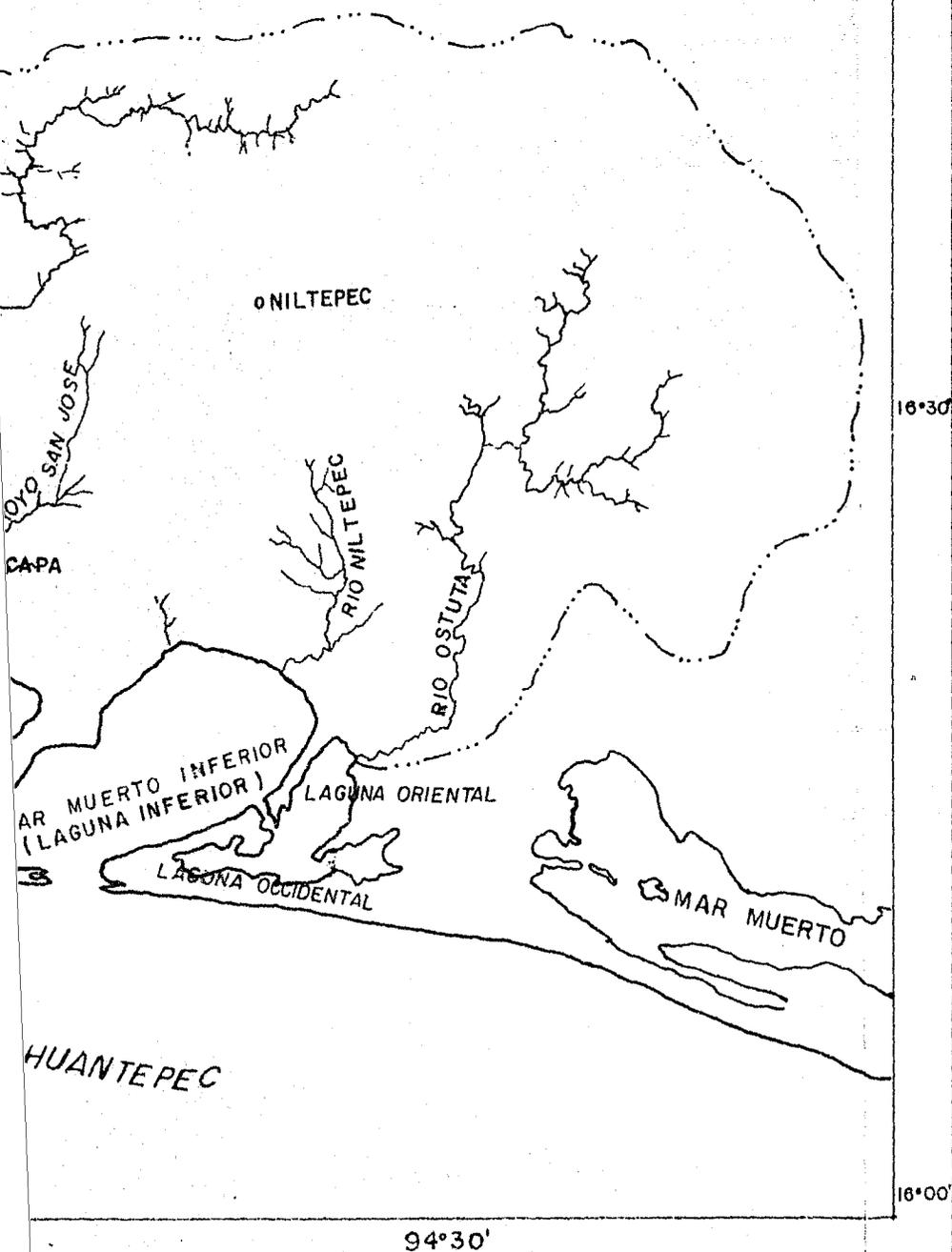
SUPERFICIE: 78.45 Km²

CAPACIDAD TOTAL: 942 m³ X 10⁶

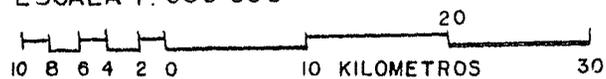
ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL: 1 302.8 m³ X 10⁶

LAGUNA SUPERIOR

SUPERFICIE 330.8 Km²



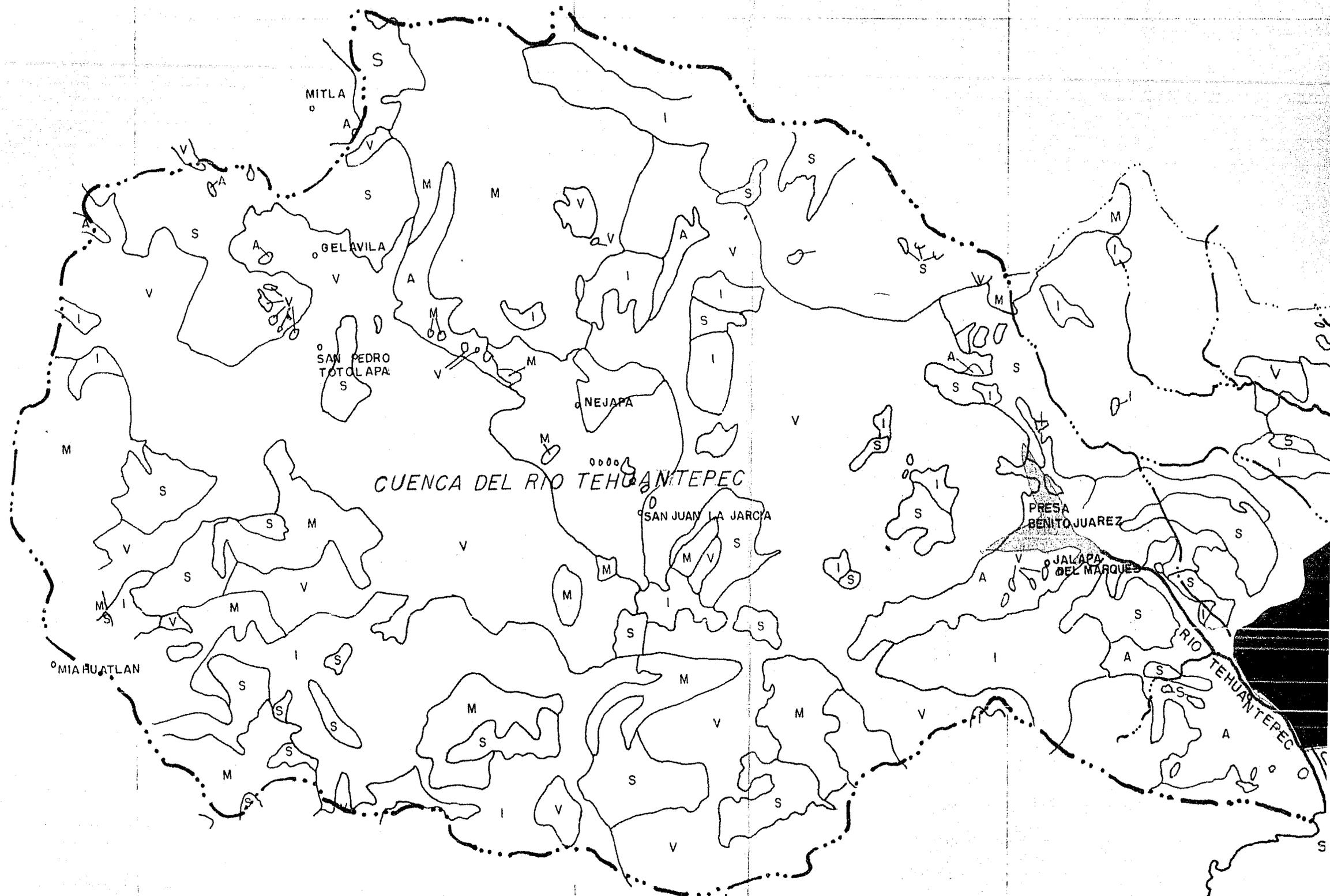
ESCALA 1: 500 000



4

HIDROLOGIA

17°00'



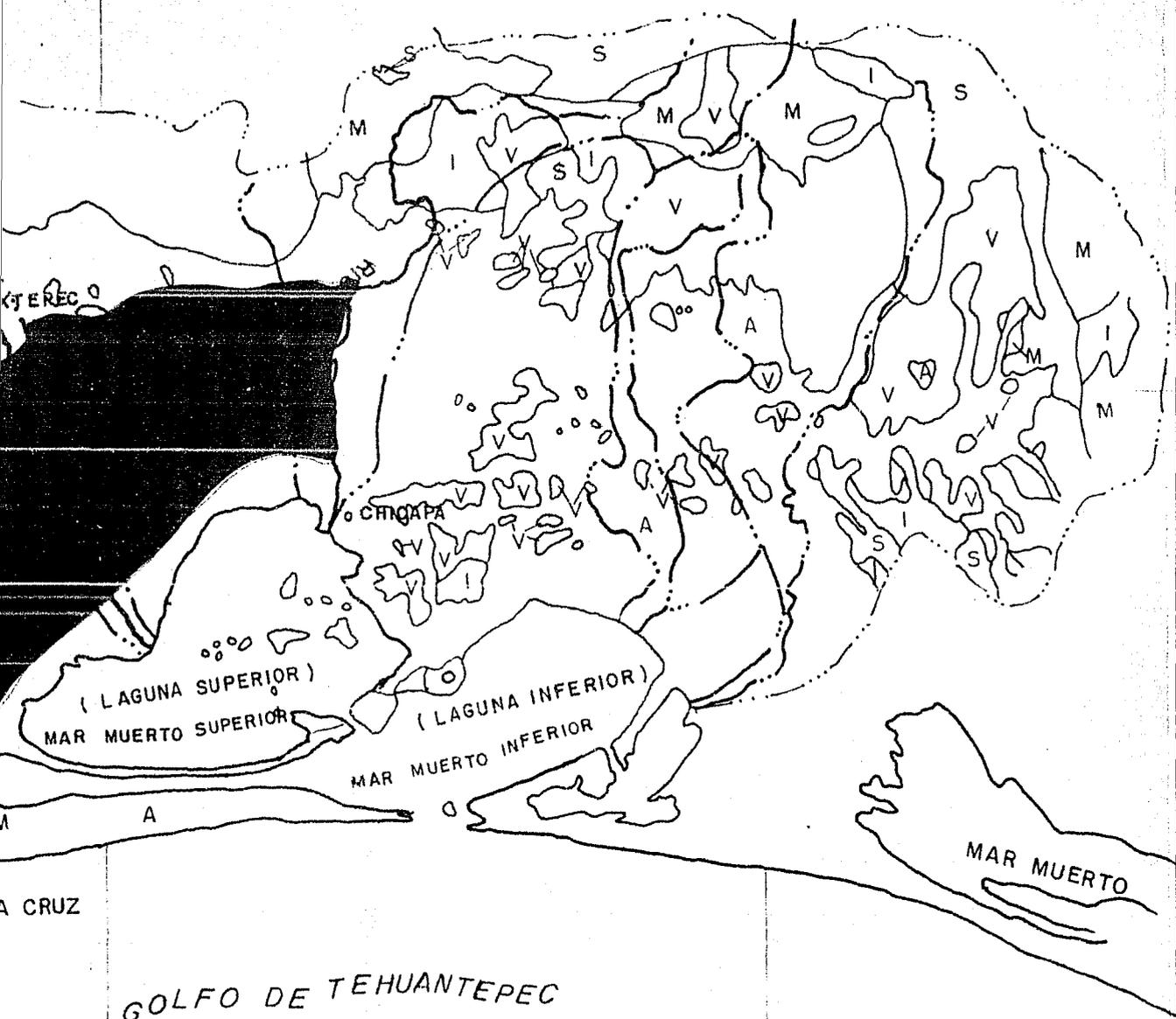
16°00'

96°30'

96°00'

95°30'

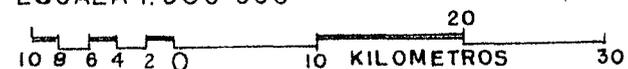
SISTEMA HIDROLOGICO
RIO TEHUANTEPEC-DISTRITO DE
RIEGO N°19-LAGUNA SUPERIOR



- A ALUVION
- V ROCAS VOLCANICAS
- I ROCAS INTRUSIVAS
- M ROCAS METAMORFICAS
- S ROCAS SEDIMENTARIAS

-  DISTRITO DE RIEGO N°19
-  PARTEAGUAS

ESCALA 1:500 000



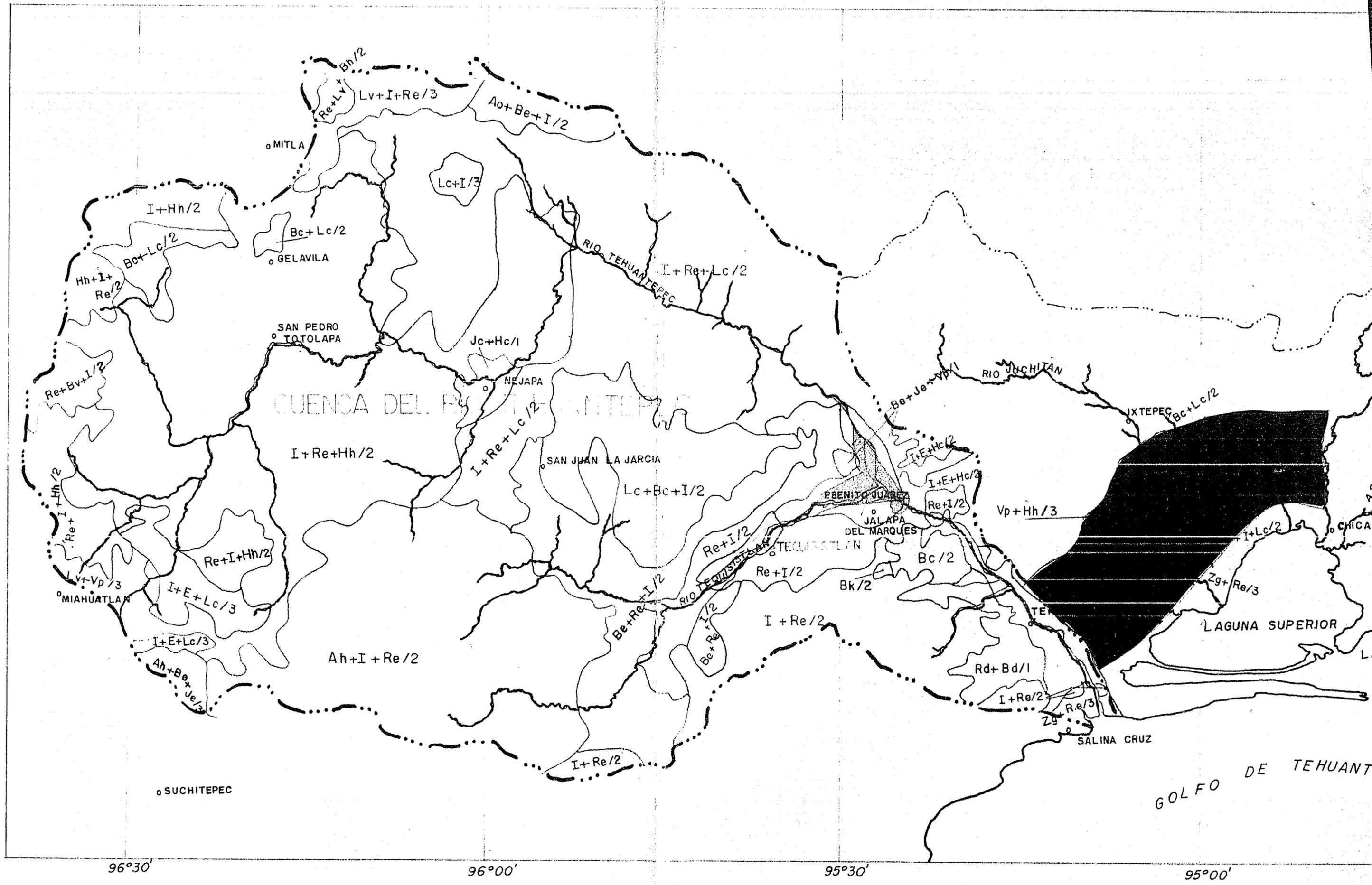
5

GEOLOGIA

95°00'

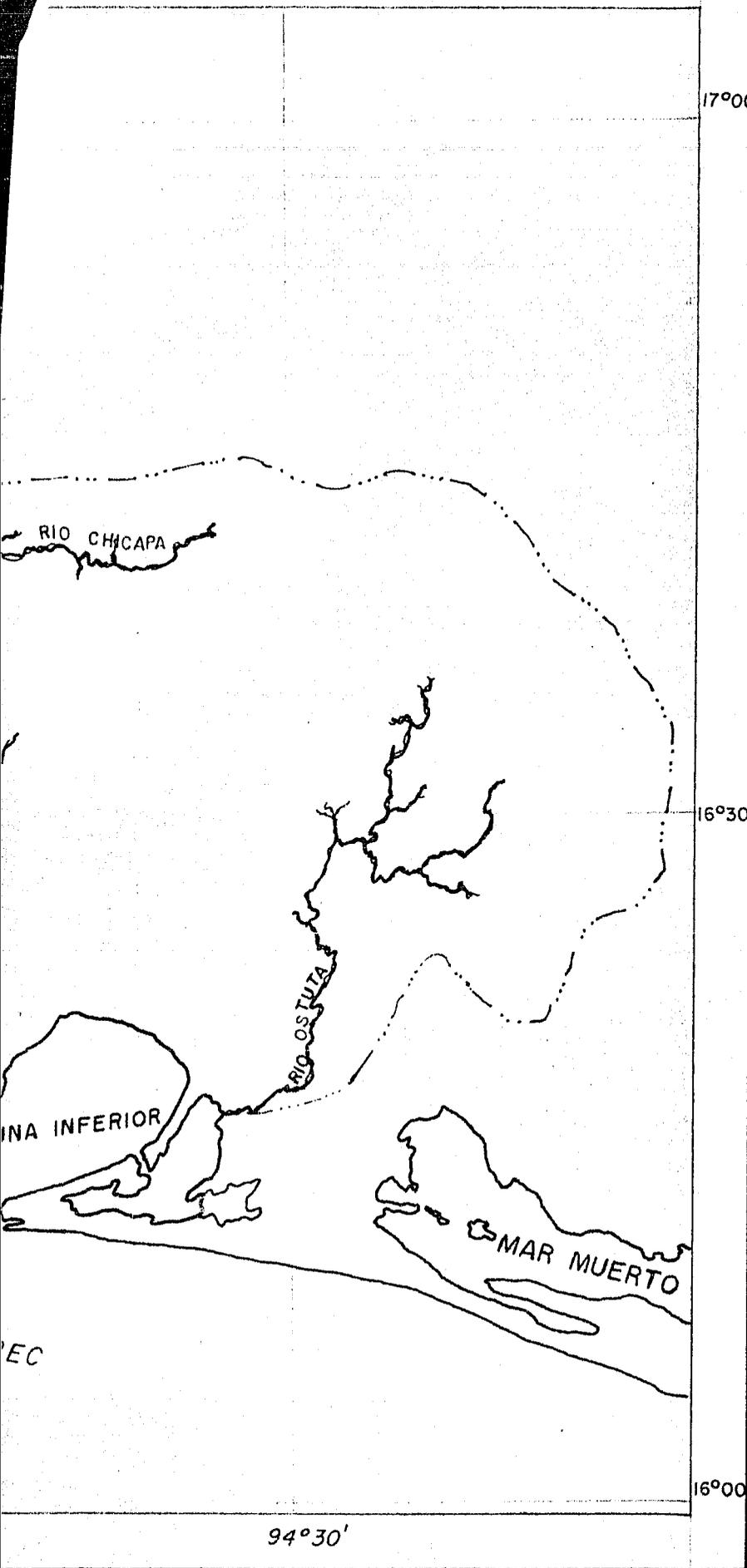
94°30'

16°00'



FUENTE. D.G.G.T.N. (1981) CARTAS: MEXICO, VILLAHERMOSA. ESC. 1:1 000 000

**SISTEMA HIDROLOGICO
RIO TEHUANTEPEC-DISTRITO DE
RIEGO Nº19-LAGUNA SUPERIOR**



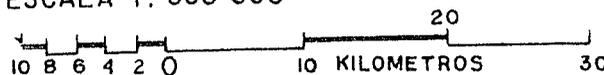
UNIDADES DE SUELO

Ah	HUMICO		ACRISOL
Ao	ORTICO		
Bk	CALCICO		CAMBISOL
Bc	CROMICO		
Bd	DISTRICO		
Be	EUTRICO		
Bv	VERTICO		
Hc	CALCARICO		FEOZEM
Hh	HAPLICO		
Je	EUTRICO		FLUVISOL
Jc	CALCARICO		
Gv	VERTICO		GLEYSOL
I			LITOSOL
Lc	CROMICO		LUVISOL
Lv	VERTICO		
Re	EUTRICO		REGOSOL
E			RENDZINA
Zg	GLEYICO		SOLONCHAK
Vc	CROMICO		VERTISOL
Vp	PELICO		

CLASES TEXTURALES

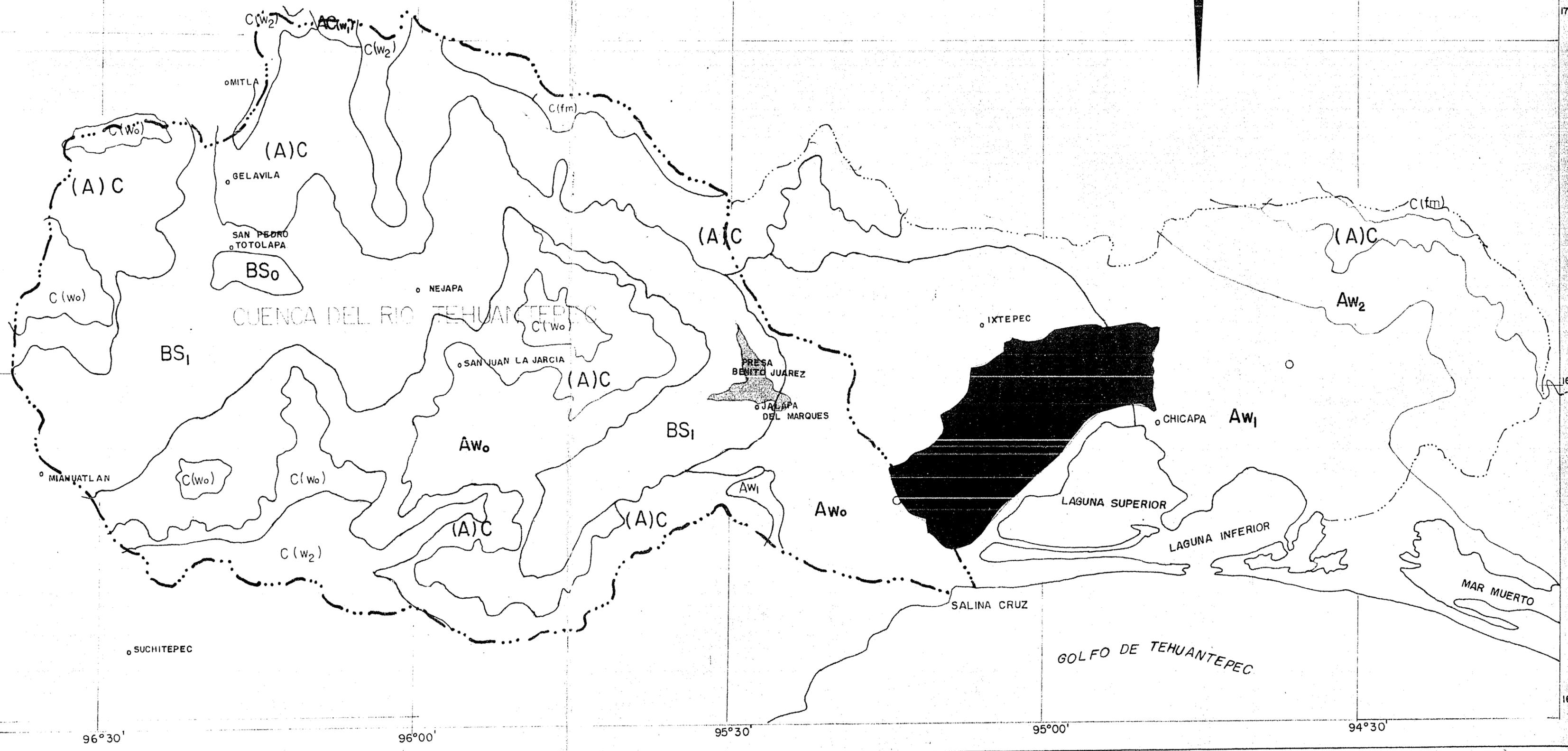
1 GRUESA	2 MEDIA	3 FINA
(ARENA)	(LIMOS)	(ARCILLAS)

ESCALA 1: 500 000



6

EDAFOLOGIA



FUENTE. INST. DE GEOGRAFIA. UNAM. (1970)
 CARTAS: 14Q-VIII, 15Q-VII

SISTEMA HIDROLOGICO

RIO TEHUANTEPEC-DISTRITO DE RIEGO N°19- LAGUNA SUPERIOR

SISTEMA DE CLASIFICACION CLIMATICA DE KÖPPEN MODIFICADO POR E. GARCIA (1964),

CALIDOS SUBHUMEDOS CON LLUVIAS DE VERANO

A_{w_0} EL MAS SECO DE LOS SUBHUMEDOS CON COCIENTE P/T MENOR DE 43.2

A_{w_1} INTERMEDIO ENTRE A_{w_0} Y A_{w_2}
P/T ENTRE 43.2 Y 55.3

A_{w_2} EL MAS HUMEDO DE LOS SUBHUMEDOS
P/T MAYOR DE 55.3

SEMICALIDOS

$AC(w_1)$ EL MAS FRESCO DE LOS CALIDOS

(A)C EL MAS CALIDO DE LOS TEMPLADOS

TEMPLADOS

$C(fm)$ HUMEDO CON LLUVIAS TODO EL AÑO

$C(w_0)$ EL MAS SECO DE LOS TEMPLADOS SUBHUMEDOS, CON LLUVIAS EN VERANO.

$C(w_1)$ INTERMEDIO ENTRE $C(w_0)$ Y $C(w_2)$
CON LLUVIAS EN VERANO

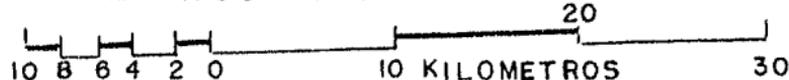
$C(w_2)$ EL MAS HUMEDO DE LOS TEMPLADOS SUBHUMEDOS, CON LLUVIAS EN VERANO

SECOS

BS_0 ARIDO

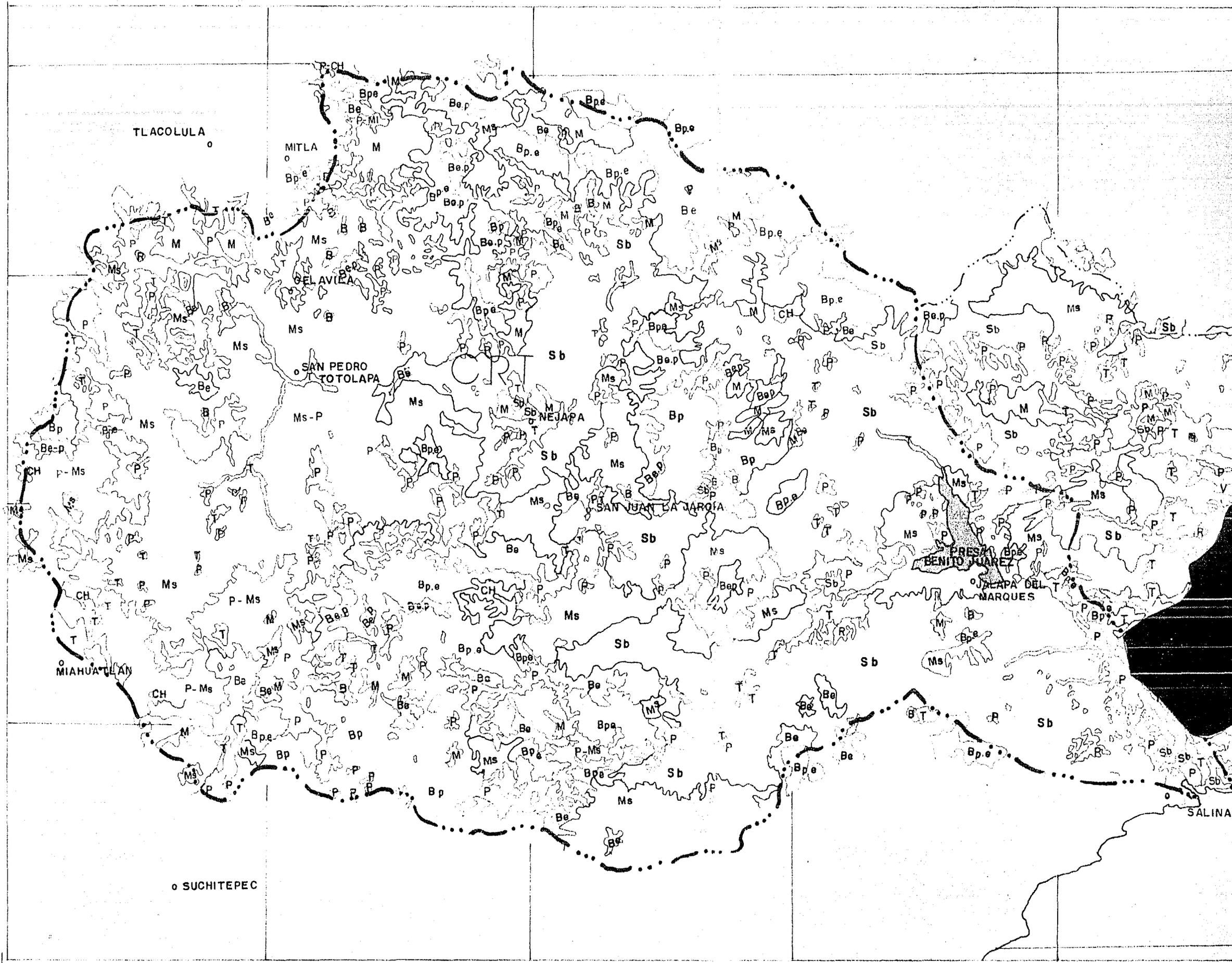
BS_1 SEMIARIDO

ESCALA 1:500 000



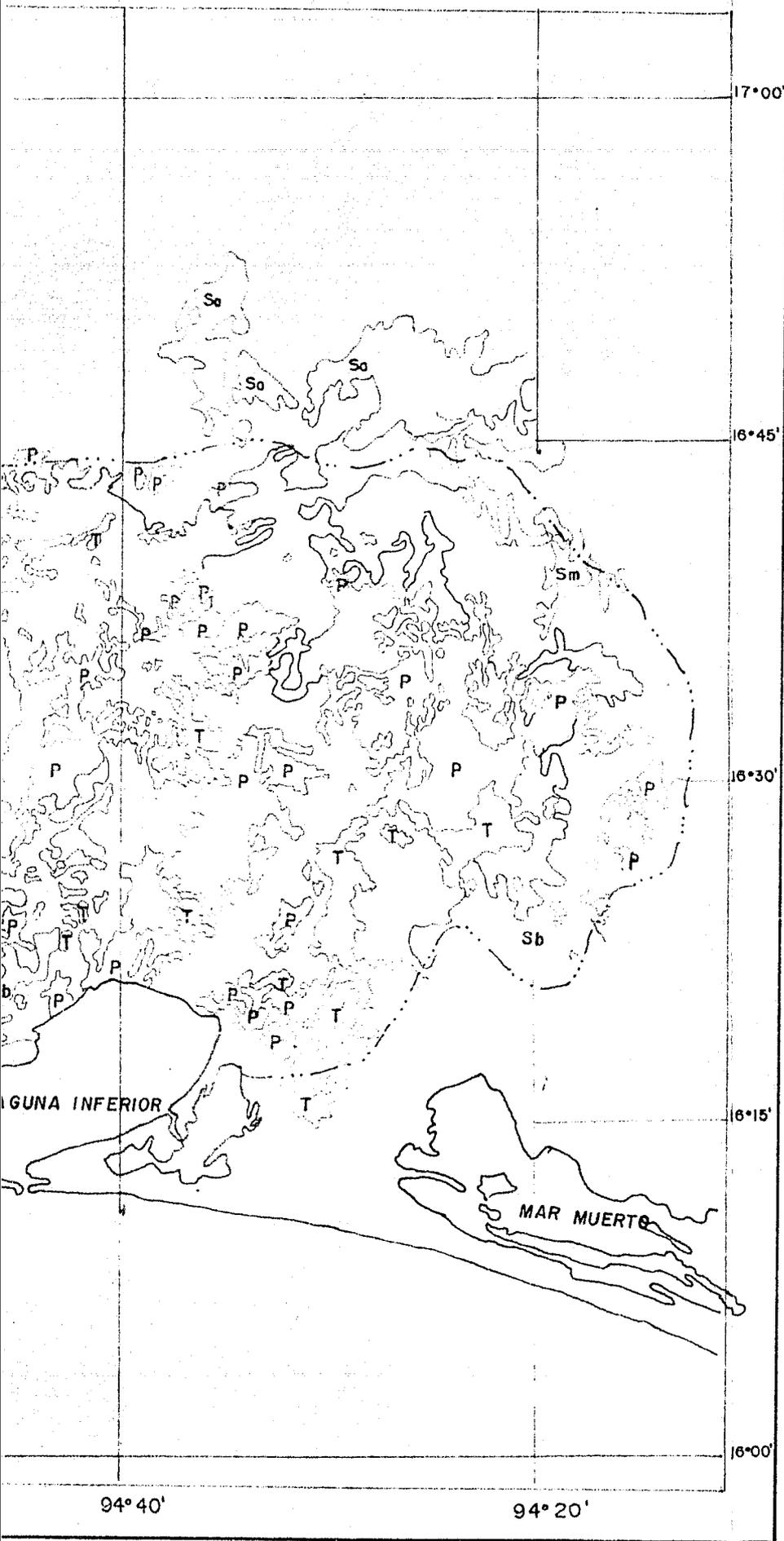
7

CLIMAS



96°40' 96°20' 96°00' 95°40' 95°20'

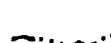
SISTEMA HIDROLOGICO RIO TEHUANTEPEC-DISTRITO DE RIEGO Nº19-LAGUNA SUPERIOR



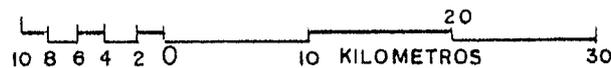
- | | | | |
|------|----------------------------------|---|-------------|
| R | RIEGO TEMPORAL | — | AGRICULTURA |
| T | PASTIZAL | | |
| P | | | |
| Ms | SUBINERME | — | MATORRAL |
| Me | ESPINOSO | | M |
| CH | CHAPARRAL | | |
| Bp | PINO | | |
| Ppe | PINC-ENCINO | — | BOSQUE |
| be | ENCINO | | |
| Bc.p | ENCINO-PINO | | |
| bE | ENEBRO | | |
| Sa | ALTA PERENNIFOLIA | | |
| Sm | MEDIA SUBPERENNIFOLIA | — | SELVA |
| Sb | BAJA CADUCIFOLIA | | |
| MA | MANGLAR | | |
| V | AREAS DESPROVISTAS DE VEGETACION | | |

 DISTRITO DE RIEGO Nº 19

 CUENCA DEL RIO TEHUANTEPEC

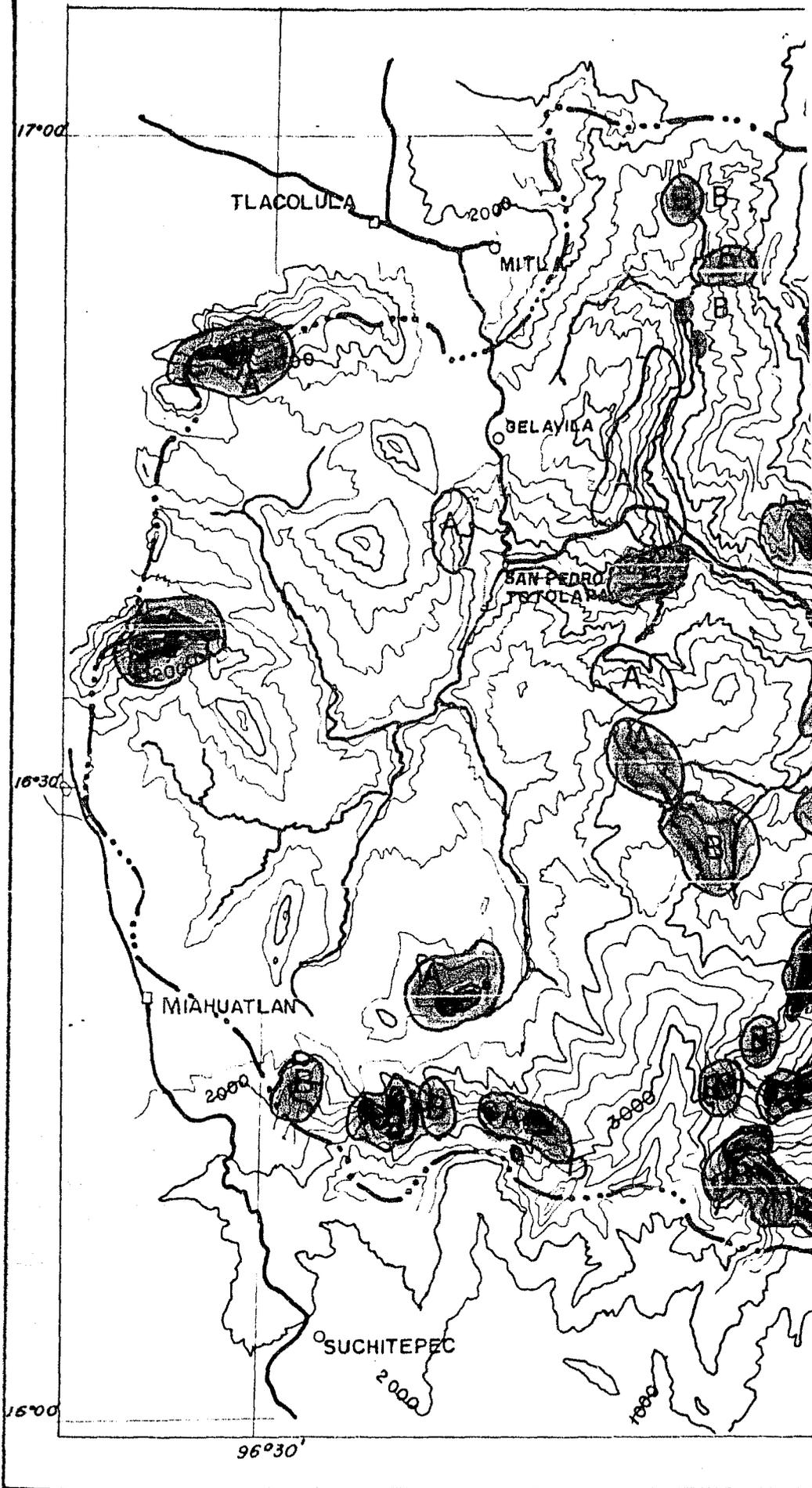
 PARTEAGUAS

ESCALA 1:500 000

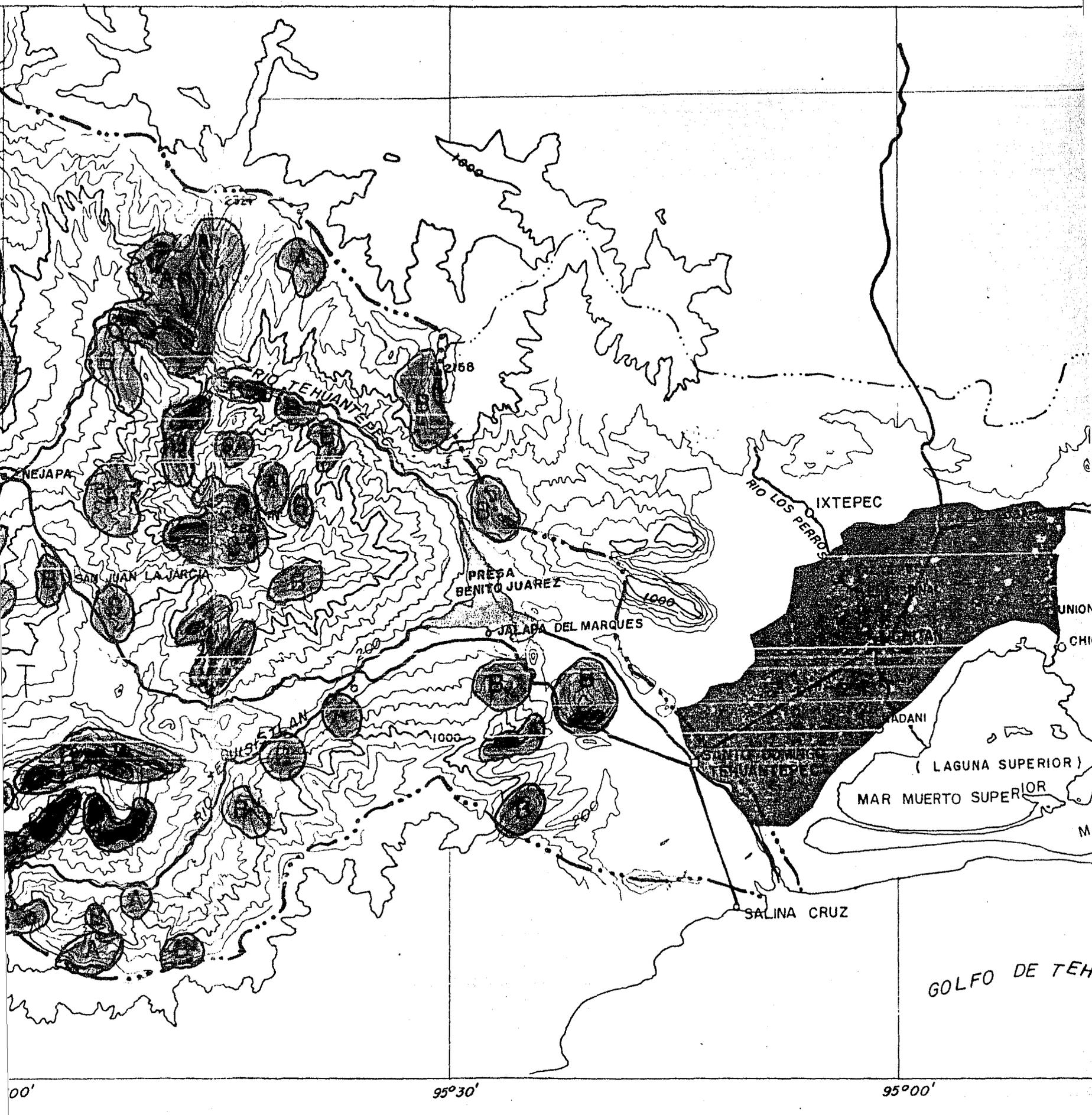


8

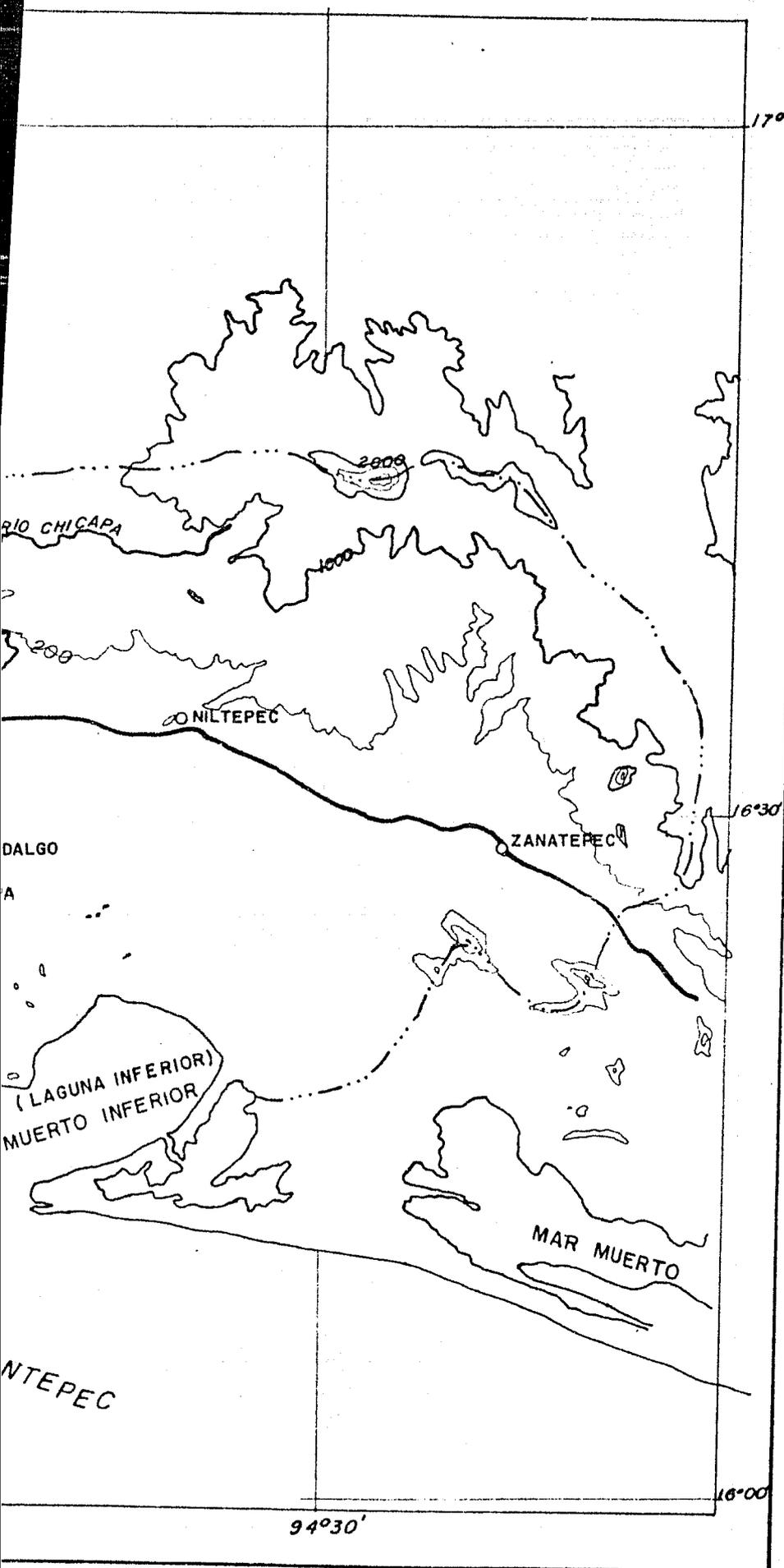
USO DEL SUELO



FUENTE: DEP. CARTOGRAFICO MILITAR. SEDENA (1958)
CARTAS: OAX. 14Q-VIII, TUX. 6TZ. 15Q-VII



**SISTEMA HIDROLOGICO
RIO TEHUANTEPEC-DISTRITO DE
RIEGO N°19-LAGUNA SUPERIOR**



 DISTRITO DE RIEGO N°19

CRT CUENCA DEL RIO TEHUANTEPEC

 PARTEAGUAS

PENDIENTES

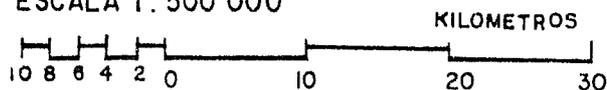
 20 - 30 %

 MAYOR DE 30%

ZONAS CRITICAS

	SUPERFICIE
(A) PERTURBADAS	415.75 Km ²
(B) CON VEGETACION NATURAL	553.5 Km ²

ESCALA 1 : 500 000



9

ZONAS CRITICAS