

***ANEXO I***  
***RIEGO Y DRENAJE***

## ***ANEXO I RIEGO Y DRENAJE***

### **INDICE**

|  | <b>Pag.</b> |
|--|-------------|
| 1. Importancia del Riego en la República de Nicaragua .....        | I - 1       |
| 2. El Riego en las Regiones II y IV en la Costa del Pacífico ..... | I - 1       |
| 2.1 Potencial del Riego en el Area del Estudio .....               | I - 1       |
| 3. Plan Maestro para los Sistmas de Riego.....                     | I - 10      |
| 4. Proyectos de Riego en el Area del Estudio .....                 | I - 15      |

## ANEXO - I      RIEGO Y DRENAJE

### 1. Importancia del Riego en la República de Nicaragua

Tal como se menciona en los Anexos C y G, el sector agrícola representó el 35% del PBI en 1996 y es el más importante sector de la economía de la República de Nicaragua. La agricultura de Nicaragua fue muy afectada por el declive de la producción de algodón en 1990, lo que representó una gran pérdida del sector. Sin embargo, en 1994, la participación del sector agrícola empezó a aumentar debido a la producción de granos básicos, tal como se presenta en la Fig. I-1. Por lo tanto, se verifica que la economía de Nicaragua depende mucho de la agricultura.

El sector primario de la economía es representado por cuatro categorías las cuales son la agricultura, ganadería, pesca y silvicultura. Aunque la ganadería sea muy representativa en la economía Nicaraguense, representando 8% del PBI, aún la agricultura es la actividad más importante del sector primario. La distribución porcentual de las cuatro categorías del sector primario son presentadas en la Fig. I-1.

### 2. El Riego en las Regiones II y IV en la Costa del Pacífico

La agricultura en el Area del Estudio es representada, básicamente, por los granos básicos. Sin embargo, de acuerdo a las características topográficas, el Area del Estudio es sub-dividida en otras cinco áreas.

La Región II es dividida en dos zonas Norte y Sur, de acuerdo a los sistemas de cultivo utilizados. La Zona Norte es una área montañosa, en donde las áreas irrigables están esparcidas y las fincas son caracterizadas por su tamaño pequeño y suave declive. Por otro lado, en la Zona Sur es realizada una agricultura mecanizada de gran escala, por lo que esta área es considerada la mayor área de producción agrícola en la República de Nicaragua.

La Región IV es dividida en tres zonas, la Meseta de los Pueblos representado por la Meseta de Carazo, la Planicie Costera del Lago de Nicaragua, y el área de la Costa del Pacífico. En el altiplano, cultivos comerciales tales como café y vegetales son prósperos, además de los granos básicos. En la costa del Lago de Nicaragua, el sistema de riego por bombeo prospera en las fincas de larga escala, en donde es producido el 80% del arroz de la Región IV. En esta área, la mayoría de los pequeños agricultores alquila tierra de los grandes propietarios de tierra. Las principales características de la zona de la Cordillera del Pacífico son amplios pastos y cultivos de caña de azúcar, y el hecho de que la tercera cosecha durante el "Apante" es posible debido a las condiciones meteo-hidrológicas.

#### 2.1 Potencial del Riego en el Area del Estudio

Se puede verificar el potencial del riego para fines agrícolas a través de cuatro aspectos: 1) aspectos naturales tales como condiciones de suelo y recursos de agua; 2) aspectos sociales tales como la existencia de asociaciones de usuarios de agua; 3) aspectos de ingeniería tales como instalaciones de riego y uso de la tierra basado en su aptitud agrícola; y 4) aspectos administrativos tales como la distribución de la tierra.

Un sistema agrícola sostenible debe maximizar la coordinación entre todos los aspectos.

Las condiciones presentes del Area del Estudio son descritas a continuación, de acuerdo a los aspectos anteriormente mencionados.

## (1) Condiciones Existentes

En general, la infraestructura de riego existente es rudimentaria y sólo los grandes agricultores, las haciendas de caña de azúcar y una pequeña porción de los agricultores medianos poseen este tipo de instalación en el Area del Estudio. Sólo algunas instalaciones de riego son administradas por pequeños agricultores. En cuanto a estos pequeños y a los medianos agricultores, el sistema utilizado es el sistema de bombeo de agua subterránea a través de los pozos. Sin embargo, debido a las malas condiciones de operación y mantenimiento, en el presente algunos pozos están fuera de operación.

Además de lo arriba mencionado y en el Anexo B, la distinción entre la época de lluvias y la época seca es muy clara, por lo tanto la mayoría del área irrigable operada por los pequeños agricultores no puede ser utilizada durante todo el año. A los pequeños y medianos agricultores sólo les queda irse a las áreas urbanas como Managua, u otros países como Costa Rica y Honduras en busca de empleo cuando las condiciones no posibilitan el trabajo en el campo.

### i) Area Irrigable en el Presente

El sistema de riego más común en el Area del Estudio es el sistema de agua subterránea una vez que el sistema de riego de superficie requiere altos costos de construcción. El sistema de agua subterránea es realizado utilizando pozos profundos y pozos pocos profundos, aunque debido al costo de la energía para el bombeo este sistema es sólo utilizado suplementariamente.

En la Tabla de abajo se muestra el total de áreas cultivadas por región, las áreas cultivadas bajo riego, y las fuentes del agua para riego. Si se analiza el área de riego actual por fuente de agua dentro del Area del Estudio, se nota claramente de que de los recursos hídricos utilizados, el 74% proviene de agua subterráneas, muy superior a los otros tipos de fuentes.

| Región    | Fuente de Agua   | Superficie Agrícola(Mzs) | Superficie de Riego(Mzs) | Proporción de Riego(%) |
|-----------|------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| Región II | Agua superficial | -                        | 11,512                   | -                      |
|           | Agua subterránea | -                        | 32,704                   | -                      |
|           | Subtotal         | 339,063                  | 44,216                   | 13.0                   |
| Región IV | Agua superficial | -                        | 6,948                    | -                      |
|           | Agua subterránea | -                        | 21,509                   | -                      |
|           | Subtotal         | 203,631                  | 28,457                   | 14.0                   |
| Total     |                  | 542,694                  | 72,673                   | 13.4                   |

Fuente: MAG

(Nota) En el cálculo de la superficie agrícola no se contempla las tierras agrícolas en descanso, tacotales ni los pastos.

Las aguas superficiales son utilizadas para riego por los grandes agricultores a través de estructuras de riego de gran escala; por otro lado, no se encuentran ejemplos de pequeños y medianos agricultores que posean y operen tal tipo de estructuras. Las regiones donde existen infraestructuras de riego son: la Planicie Costera del Pacífico en la Región II, y en la Región IV, las zonas comprendidas dentro del área de aprovechamiento del Lago de Nicaragua. En el pasado, los grandes agricultores utilizaban el riego principalmente para los cultivos tales como algodón, caña de azúcar, y arroz; sin embargo, desde que la producción de algodón disminuyó, la producción a gran escala bajo riego se concentró en la caña de

azúcar y el arroz.

Por otro lado, en la actualidad los pequeños y medianos agricultores debido a sus bajos ingresos no pueden cubrir los gastos que representaría operar instalaciones de riego de gran escala; también existen factores tales como malas condiciones de vida e inadecuada localización de las viviendas que dificultan el empleo de infraestructuras de riego de gran escala. Los factores mencionados hacen que estos agricultores se inclinen por el uso de métodos tradicionales de producción sin riego.

## ii) Infraestructura de Riego Actual

Las aguas superficiales son conducidas a las fincas a través de la construcción de una obra de toma en el cauce del río, por gravedad o impulsada por bombas. La escala va desde pequeña a grande, considerándose de gran escala aquellas estructuras que puede conducir un caudal de 1.0 a 1.5 m<sup>3</sup>/s. Estas instalaciones la poseen los grandes productores o las compañías privadas. Por otro lado, también existen pequeños productores que independientemente toman el agua de los ríos por medio de bombas para irrigar sus parcelas. En la Región IV se encuentra el Lago de Nicaragua, y aunque está siendo utilizado para riego, éste naturalmente tiene que ser impulsado por bombeo por lo tanto requiere de un alto capital, por lo que sus usuarios son en su mayoría grandes productores.

Las aguas subterráneas son utilizadas por los pequeños, medianos y grandes productores. La profundidad de los pozos varía desde pocos profundos, de unos 10 m y profundos de 100 a 150 m de profundidad, los primeros mencionados son los más abundantes abarcando el 60%. En el reciente Estudio se ubicaron unos 450 pozos en la Región II y unos 200 en la Región IV, aunque se supone que su número real es mucho mayor. En los pozos profundos los caudales son bombeados por medio de bombas ya sean verticales o sumergibles y en los pozos pocos profundos por bombas eléctricas o generadores mecánicos, en una proporción de un 50% para cada uno.

Ver Tabla I-1 para mayores detalles.

## iii) Forma de Riego

El riego por surcos es el más usual, abarcando el 80% del total. Un 20% es representado por el riego por aspersión. En las grandes fincas utilizan también el riego por aspersión mediante la utilización de aspersores con pivot centrales. Sin embargo, el sistema de riego más común es el de irrigación rotatorio por aspersión. Muchos de los agricultores utilizan asperso de presión media, pero hay algunos que utilizan aspersores de presión alta de acuerdo al tipo de cultivos que producen. Las tuberías de conducción utilizadas para el riego son de aluminio de 3 a 4 pulgadas.

|           | Pivot Central | Aspersor | Goteo | Surcos, Inundación |
|-----------|---------------|----------|-------|--------------------|
| Región II | 10.24%        | 12.16%   | 0.55% | 77.05%             |
| Región IV | 2.3%          | 13%      | 1.1%  | 83.7%              |

Fuente: MAG

#### iv) Operación y Mantenimiento de las Estructuras de Riego

Los grandes productores privados al igual que los ingenios, que poseen un sistema de riego, tienen un personal dedicado al manejo, operación y mantenimiento de las obras. Sin embargo las obras de riego pertenecientes a los pequeños y medianos productores son operadas y mantenidas por ellos mismos, pero debido a la limitación de sus recursos económicos no pueden reparar sus equipos y se ven obligados a abandonar la agricultura. Actualmente, de los pozos profundos que se encuentran en el Área del Estudio existe un 36% de pozos que no son utilizados ya sea por daños del pozo o de la bomba. También existen algunas asociaciones campesinas que realizan el riego con equipos de manera rotatoria realizan, pero debido a la pequeña escala de sus parcelas no presentan mayores problemas en sus equipos.

#### v) Costos para Riego

En el caso del riego por bombeo, el costo va en función al tipo de cultivo y a los gastos de reparación de las estructuras y equipos, reconstrucción de las mismas y el pago de la tarifa eléctrica (o el costo del combustible). Los costos de operación de los pequeños y medianos productores oscilan entre los C\$2,000 a 3,500/ha/año. Por otro lado, según datos del Banco Central, el costo de producción de arroz con riego es de C\$6,488/Mz, de los cuales C\$1,202/Mz equivale al gasto por el manejo de agua, un 19% del costo de producción. Esta cifra representa un alto costo para los productores pequeños y medianos. Un caso especial son los agricultores que reciben agua de riego de los grandes productores. Esta tarifa por consumo de agua para irrigación tiene un costo de US\$40/Mz/año, tarifa que podría considerarse baja. No obstante, dicho pago debe de efectuarse en efectivo ya sea de manera inmediata o a través de sus cosechas.

Ver Tabla I-2 para mayores detalles.

#### vi) Instalaciones de Drenaje

Canales abiertos para fines de drenaje fueron instalados en los arrozales, pero, en general, no existen instalaciones de drenaje tales como canales abiertos o drenaje subterránea en plantaciones en tierras altas. Sin embargo, no existen daños permanentes en estas plantaciones porque el agua de la lluvia es fácilmente drenada a pesar de lluvias fuertes en la estación lluviosa. Por otro lado, existen algunas áreas irrigables cerca de zonas cenagosas en donde es imposible el cultivo debido a dificultades de drenaje. En consecuencia, estas áreas deben ser utilizadas como pastos.

### (2) Recurso y Potencial para Riego

#### i) Recurso para Riego

##### - Aguas Superficiales

Ríos: Existen 4 ríos que están siendo utilizados con propósitos de riego: Río Viejo, Río Sinecapa, Río Villanueva (Río Grande), y Río Telica. en la Región II. Por otro lado, no existen ríos que se utilicen con propósitos de riego en la Región IV. Sin embargo, la descarga de esos ríos es pequeña durante la época seca.

El área de riego se restringe de acuerdo a la disminución de la descarga de los

ríos durante la época seca.. Por lo tanto, en caso de ampliar el área para riego, instalaciones para almacenamiento de agua serán necesarias para recolectar el agua superficial durante la época de lluvias.

Actualmente se está preparando una ley que regule los derechos de agua. Durante el establecimiento de un plan de riego, un punto importante para considerar es que los derechos de agua existentes no sean afectados. Más aún, a pesar de que la ley regule el flujo de mantenimiento de los ríos, es necesario que se haga la regulación de tal manera que se pueda proveer agua durante los períodos de sequía para el mantenimiento en buenas condiciones del río y para proveer de agua para uso doméstico en actividades tales como lavado de ropa, agua para animales, etc.

**Lagos:** El Lago de Managua (superficie acuática: 1,042 km<sup>2</sup>) está localizado en la Región II y el Lago de Nicaragua (superficie acuática: 8,264 km<sup>2</sup>) está localizado en la Región IV. A pesar de que ambos son lagos de gran escala con abundante recursos hídricos, el Lago de Managua no es adecuado para ser utilizado para riego debido a la mala calidad del agua producto del vertido de aguas servidas dentro en el lago. Para poder utilizar el agua del Lago de Managua con propósitos de riego, se requiere que se tome en consideración el establecimiento de plantas de tratamiento.

Las aguas del Lago de Nicaragua son adecuadas para ser utilizadas para riego. Debido a que las aguas de este lago están siendo utilizadas para el riego, se considera que estos son recursos muy valiosos desde el punto de vista de su volumen y calidad. Sin embargo, las instalaciones de bombeo son requeridas para una mejor administración del riego. En el caso de la instalación de instalaciones de riego, los costos de operación y mantenimiento serán mayores que aquellos incurridos con el presente sistema de riego por gravedad. Además, debido a que las áreas de riego sin explotar están localizadas a unos cuantos kilómetros de la costa del Lago de Nicaragua a grandes altitudes, éste presenta desventajas en términos de mayores costos tanto de construcción como de operación. Con respecto a la instalación de facilidades de riego, el transporte de sedimentos debería de ser tomado en consideración debido a las altas olas en el lago causadas por los vientos del este (promedio de 3.0 m/segundo)

**Presa:** La construcción de una presa es necesaria para poder conservar agua superflua durante la época de lluvias que podrá ser utilizada durante la época seca cuando los algunos de los ríos se secan y otros reducen su caudal. Debido a que fluyen a través de valles montañosos en el Area del Estudio, no se puede esperar un gran volumen de agua represada ya que el área de cobertura acuática es larga y angosta en el sitio de la presa. Adicionalmente a lo arriba mencionado, debido a que se necesitaría de un largo canal por la gran distancia entre la presa y el área de riego, esto no sería económico. Consecuentemente, el agua represada podría ser vertida directamente en el río, y, por lo tanto, las obras de bocatoma podrían ser instaladas aguas abajo del río. Tal como se describió anteriormente, los ríos en el Arae del Estudio fluyen subterráneamente en alguna sección de su recorrido, lo que hace temer que el agua no llegue a las obras de bocatoma instaladas aguas abajo. La adopción de un sistema de riego que incluya una presa deberá de ser decidida luego de considerar varios puntos en este plan. A través de las inspecciones de campo, no se ha identificado un área adecuada

para la localización de una presa en la Región IV.

A pesar de que el terreno en donde se localice la presa puede ser ajustada por medio de trabajos de construcción, es necesario que se investiguen más profundamente las condiciones geológicas por medio de excavación de fosas de prueba durante la etapa del diseño detallado.

Debido a que la construcción de la presa significa incurrir en altos costos, la expansión de áreas de riego de gran escala requiere que se considere la eficiencia económica. En consecuencia, el plan de riego debe de tomar en cuenta el área de riego y la localización de la presa.

#### Manantiales:

Existen manantiales en el Area del Estudio. Sin embargo, no tiene grandes volúmenes de agua que pueden ser utilizados para el riego. además, la descarga no es constante durante todo el año. Por lo tanto, los manantiales pueden ser considerados solamente como fuentes suolementarias para riego.

#### - Aguas Subterráneas

Existe un alto potencial de aguas subterráneas para ser utilizadas para riego tanto en la Región II como en la Región IV. El riego utilizando aguas subterráneas como fuente principal es posible en la totalidad del Area del Estudio. Actualmente, el agua extraída de pozos profundos es el principal recursos hídrico para el riego

A pesar de que la capacidad de los pozos será evaluada posteriormente considerando varios factores tales como el tipo de cultivo que se piensa irrigar y condiciones geográficas, se estima que la capacidad actual por cada unidad es de alrededor de 43 a 57 Mz (30 a 40 ha) en promedio.

En el caso de los pequeños agricultores, las instalaciones para pozos no son adecuadas para los agricultores individuales debido a que el tamaño de la parcela es menor de 10 ha. Más aún, los fondos para los agricultores son limitados considerando los costos necesarios para la instalación de un pozo y los de su operación y mantenimiento. A pesar de que la capacidad de un pozo de poca profundidad es mucho menor que la de uno de gran profundidad, actualmente el primer tipo de pozo es la principal instalación de riego utilizada por los agricultores.

Para el mejoramiento de las condiciones de vida de los agricultores de pequeña escala, es necesario formular una agricultura intensiva por medio de la cual se utilicen los pozos profundos que se utilicen comunitariamente por un grupo conformado por unos cuantos agricultores. Tal como se mencionó anteriormente, la capacidad de un pozo profundo es de alrededor de 43 a 57 Mz, por lo tanto, la escala de la agricultura intensiva estaría determinada por la capacidad del pozo.

Para algunas áreas, un pozo de 10 m de profundidad es suficiente para el riego, pero para algunas de las otras área se requieren pozos de una profundidad de 200 m. Un pozo de poca profundidad se podría utilizar siempre y cuando satisfaga los requerimientos de agua para el riego de cultivos. Por otro lado, se requiere de que se regule la explotación de los recursos hídricos de los pozos de acuerdo a la capacidad de los mismos de tal manera de conservar el balance hídrico. Con respecto a la instalación de los pozos, es necesario que



estos se instalen adecuadamente considerando la distancia entre pozos de tal manera de no perturbar las áreas de influencia respectivas.

En el Area del Estudio, la utilización del agua subterránea con propósitos de riego será evaluada en su papel de fuente principal en el futuro. Esto es debido a que el potencial de agua superficial para riego es restringido. Sin embargo, el agua subterránea no es una fuente inagotable. Si su uso doméstico (lavado de ropa, agua para ganado, etc.) se incrementa, entonces se teme que el agua subterránea para riego será también restringida.

La política que se debe de adoptar es la de no perturbar el potencial de recursos hídricos subterráneos ya que se teme de que éstos recursos pueden extinguirse debido al despale decontrolado. Esta política comprende medidas de reforestación y de control de despale. En este Plan Maestro, en una sección aparte, este tema ha sido estudiado para asegurar la existencia continua de los recursos de agua subterránea y, como consecuencia de esto, se elaboró un plan para ser implementado en el futuro.

## ii) Area Irrigable

### - Agua Superficial

Como se mencionó anteriormente, existen pocos ríos en el Area del Estudio que posean instalaciones de medición. Basandose en los resultados del análisis de la relación entre el diseño del área irrigable y las condiciones hidro-meteorológicas, los recursos hídricos fueron estimados.

| Región | Zona       | Localización | Recurso Hídrico | Area Irrigable (Mz) |
|--------|------------|--------------|-----------------|---------------------|
| II     | Zona Norte | El Sauce     | Río Grande      | 1,857               |
| II     | Zona Norte | Cayanlipe    | Río Villanueva  | 1,714               |
| II     | Zona Norte | Zarzales     | Río Sinecapa    | 1,714               |
| II     | Zona Sur   | Telica       | Río Telica      | 1,571               |
| Total  |            |              |                 | 7,713               |

Aunque ninguno de los ríos arriba mencionados están siendo controlados a través de instalaciones de medición, algunos de ellos serán utilizados para riego considerando sus condiciones actuales. Las áreas irrigables son estimadas tal como se presentan en la Tabla. En el caso de la utilización de los potenciales de estos ríos, una investigación sobre sus caudales y niveles de agua será necesaria durante la etapa de diseño. En lo tocante a la utilización del Lago de Nicaragua, una vez que instalaciones de bombeo serán necesarias, los aspectos económicos tienen que ser considerados a través de la medición de las condiciones del Lago.

| Región | Zona                               | Recurso Hídrico   | Area Irrigable (Mz) |
|--------|------------------------------------|-------------------|---------------------|
| II     | Zona Norte                         | Río               | 930                 |
| II     | Zona Sur                           | Río               | 1,930               |
| IV     | Zona Costera del Lago de Nicaragua | Lago de Nicaragua | 6,500               |
| IV     | Zona Costera del Lago de Nicaragua | Río               | 430                 |
| IV     | Cordillera del Pacífico            | Río               | 2,140               |
| Total  |                                    |                   | 11,930              |

Nota; El área irrigable utilizando el agua del Lago de Nicaragua fue estimada como estando a menos de 5 km del lago y a una altitud menor que 60m.

El área irrigable utilizando agua superficial fue estimada en 19,643Mz, basándose en los resultados.

| Región    | Potencial |
|-----------|-----------|
| Región II | 10,573 Mz |
| Región IV | 9,070 Mz  |
| Total     | 19,643 Mz |

Ver la Fig. I-2 para detalles.

#### - Agua Subterránea

El área irrigable es estimada a través de las características del agua subterránea y del pozo profundo, cuales son; a) potencial de agua subterránea en el Area del Estudio, b) radio de influencia del pozo; y c) capacidad del pozo.

La capacidad para riego es estimada en  $1.8\text{m}^3/\text{min}$ , en promedio, basado en los datos recolectados. En caso que la demanda hídrica de los cultivos sea estimada en  $0.00049\text{m}^3/\text{Mz}/\text{sec}$  ( $0.007\text{ m}^3/\text{ha}/\text{sec}$ ), un pozo cubre cerca de 61Mz (43ha) de área irrigable.

Ver Fig. I-3 para detalles.

El área irrigable con posibilidad de exploración es estimado basándose en la capacidad del pozo. En caso que el radio de influencia del pozo sea 1000m, en el Area del Estudio, el área irrigable con posibilidad de exploración será de 143Mz (100ha). En consecuencia, el número total de pozos utilizables es 2,473; 1,737 unidades en la Región II y 736 unidades en la Región IV. Actualmente, existen cerca de 130 pozos de uso doméstico (agua potable), en el Area del Estudio. En caso que la tasa de crecimiento poblacional sea de 3.5% hasta el año 2015, la demanda para uso doméstico requerirá cerca de 240 pozos, proporcionalmente al crecimiento poblacional. En consecuencia, el desarrollo del agua subterránea tiene que llevar en consideración el uso doméstico, por lo tanto el número de pozos utilizables para fines de riego es estimado en cerca de 1,617 y 616 unidades en las Regiones II y IV, respectivamente. Sin embargo, como existe una extensa área cultivable en el Area del Estudio, se estima que serán necesarios otros 50% de los pozos. Por lo tanto, el número de pozos utilizables necesarios aumenta a 3,300 unidades; 2,400 y 900 unidades en las Regiones II y IV, respectivamente, haciendo con que la capacidad de los pozos en el Area del Estudio sea de  $8,550,000\text{ m}^3/\text{dia}$ . Este balance hídrico es considerado posible tomando en consideración el volumen utilizable de agua subterránea.

Las áreas irrigables estimadas son presentadas a continuación;

| Región    | Potencial |
|-----------|-----------|
| Región II | 146,400Mz |
| Región IV | 54,900Mz  |
| Total     | 201,300Mz |

El área irrigable servida por agua superficial y subterránea es estimada en la siguiente Tabla. El agua subterránea es considerada un importante recurso hídrico una vez que su área irrigable es mayor que el área irrigable por el agua de superficie.

En caso que las áreas irrigables aún no utilizadas sean irrigadas tanto por agua superficial como por agua subterránea, se estima que el área no utilizable sea reducida de 470,021Mz a 249,078Mz en el futuro.

| Area Irrigable Estimada (Mz) |                      |                          |                                |                                |                          |                                |                                  |
|------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
|                              | Área Irrigable Total | Área Irrigable Utilizada | Potencial con Agua Superficial | Potencial con Agua Subterránea | Área Irrigable Potencial | Área Irrigable Potencial Total | Área Irrigable Aún No Utilizadas |
| <b>Región II</b>             |                      |                          |                                |                                |                          |                                |                                  |
| Agua Superficial             | —                    | 11,512                   | 10,573                         | —                              | 10,573                   | 22,085                         | —                                |
| Agua Subterránea             | —                    | 32,704                   | —                              | 146,400                        | 146,400                  | 179,104                        | —                                |
| Sub-total                    | 339,063              | 44,216                   | 10,573                         | 146,400                        | 156,973                  | 201,189                        | 137,874                          |
| <b>Región IV</b>             |                      |                          |                                |                                |                          |                                |                                  |
| Agua Superficial             | —                    | 6,948                    | 9,070                          | —                              | 9,070                    | 16,018                         | —                                |
| Agua Subterránea             | —                    | 21,509                   | —                              | 54,900                         | 54,900                   | 76,409                         | —                                |
| Sub-total                    | 203,631              | 28,457                   | 9,070                          | 54,900                         | 63,970                   | 92,427                         | 111,204                          |
| <b>Total</b>                 | <b>542,694</b>       | <b>72,673</b>            | <b>19,643</b>                  | <b>201,300</b>                 | <b>220,943</b>           | <b>205,920</b>                 | <b>249,078</b>                   |

En lo tocante a la utilización del agua subterránea, el volumen de riego es estimado para la utilización de pozos. Como se describió anteriormente, los pozos son más apropiados considerándose la extensa área cultivable.

Pese a que el potencial de agua subterránea es abundante en el Area del Estudio, la utilización de los pozos puede ser restringida por diversas características tales como el radio de influencia del pozo, su capacidad y potencial de agua subterránea en cuanto a los aspectos geográficos. Las áreas no utilizables a través de riego pueden ser utilizadas como pastos o con cultivos simples utilizándose el agua de lluvia.

### 3) Restricciones para las Instalaciones de Riego

Es necesaria la instalación de instalaciones de riego para aumentar la productividad agrícola. Sin embargo, existen algunas restricciones para la provisión de instalaciones de riego en el Area del Estudio. Las restricciones son descritas a continuación;

#### Aspectos Sociales relacionados con el Crédito Agrícola y Condiciones Administrativas

- El crédito es insuficiente para cubrir los costos de construcción de los sistemas de riego
- Falta de fondos para las instalaciones de riego
- Es necesario un sistema de préstamo a los agricultores para cubrir los costos de construcción de los sistemas de riego
- El gobierno debe subsidiar los costos de construcción de los proyectos de riego
- Es necesaria una agencia ejecutora eficiente para los proyectos de riego

#### Aspectos de Ingeniería relacionados con la Utilización de Agua Superficial

- Existen pocos ríos utilizados para fines de riego a lo largo de todo el año en el Area del Estudio
- La mayoría de los ríos con recursos de agua abundantes para riego ya son explotados por grandes agricultores y empresas privadas
- En caso de la utilización del agua de los ríos para fines de riego, los pequeños y medianos agricultores tienen que colaborar con los grandes agricultores en compartir el agua.

#### Aspectos de Ingeniería Relacionados con la Utilización de Agua Subterránea

- En caso en que el área irrigable se inferior a 20ha, es muy costosa la instalación de pozos para riego

- Es imposible la instalación de pozos profundos para riego los cuales sean inagotables considerando el potencial de aguas subterráneas
- El costo de instalación es alto cuando el pozo se localiza en altas altitudes, como áreas rurales en las montañas, ya que la profundidad del pozo es mayor que en las tierras bajas

#### Aspectos Sociales Relacionados con Asociaciones de Agricultores y Cultivo

- Es necesario el establecimiento de asociaciones de agricultores para una eficiente operación y mantenimiento de sistemas de riego
- Cultivos comerciales tienen que ser introducidos para suministrar fondos para la O&M y mejorar las condiciones de vida de las familias rurales

### (3) Necesidad de Irrigación

Para aumentar la producción agrícola se requiere tanto de infraestructura agrícola como de la habilidad técnica del agricultor. En especial, muchos de los pequeños y medianos agricultores no cuentan con instalaciones de riego lo que significa que la provisión de instalaciones de riego influenciará poderosamente a los pequeños y medianos agricultores.

Existen dos estaciones claramente definidas en la República de Nicaragua, la de lluvias y la seca; durante la época seca es imposible llevar a cabo actividades agrícola sin instalaciones de riego. En el Area del Estudio, el área sin riego se estima que es de 470,021 Mz con excepción de pasturas. Esta área sin irrigación está dividida en 294,847 Mz en la Región II y 175,174 Mz en la Región IV. Las instalaciones de riego serán provistas de acuerdo al tipo de proyecto apuntando hacia el incremento de la producción agrícola.

### 3. Plan Maestro para los Sistemas de Riego

#### (1) Objetivos para el Desarrollo Agropecuario

El sector agropecuario representa una importante fuente de divisas para el país, por lo cual, uno de los principales objetivos de este Estudio es poder lograr una expansión de la capacidad del sector, necesario para elevar el estrato productivo y generar la recuperación de la autosuficiencia en las provisiones nacionales. Los pequeños y medianos productores cultivan principalmente granos básicos; si la producción aumenta, igualmente aumentará la tasa de autosuficiencia y el excedente generado de la tierra y mano de obra podría utilizarse para el cultivo de los productos para la venta y contribuir además a las exportaciones.

#### (2) Lineamientos Básicos para el Desarrollo

##### 1) Concepto Básico de Desarrollo

De manera a establecer los objetivos del Plan Maestro, son necesarias varias medidas en cuanto a varios aspectos, entre ellos los aspectos sociales y de ingeniería. El plan de desarrollo básico de la agricultura comprende los siguientes seis ítems;

##### a) Activar las potencialidades para el desarrollo (Aspectos Naturales y Sociales)

Es necesario eliminar los factores limitantes que impiden el desarrollo efectivo de las potencialidades de las regiones. Las condiciones naturales y sociales dentro de cada región son también diferentes y estas diferencias que caracterizan a las mismas son importantes y deben de ser tomadas en cuenta.

b) Establecer una agricultura sostenible y realizable (Aspecto de Ingeniería)

Aún en el caso de que el desarrollo de las regiones a través de los proyectos tome un corto tiempo implementarse, los agricultores continuarán con las actividades por largo tiempo. Esto significa que la activación de la agricultura no es un hecho temporal, sino que las actividades que lograron la expansión de la producción agrícola debe de ser continuamente mantenidas por los mismos agricultores aún cuando finalice el proyecto.

c) Promover una agricultura que esté comercialmente orientada (Aspectos Social y Administrativo)

En la actualidad los agricultores de las regiones bajo estudio realizan mayormente una agricultura para su auto-sostenimiento o consumo. Es necesario cambiar la forma tradicional de pensar y de las condiciones circundantes que llevan a esta situación.

d) Elevar la productividad agrícola de los pequeños y medianos agricultores (Aspecto Social)

No es posible que los proyectos de desarrollo tengan éxito si los agricultores por sí mismos no se fijan la meta de aumentar su productividad agrícola. Por lo tanto es necesario e importante apoyarlos ampliamente en sus actividades productivas.

e) Aumento en la producción de granos básicos (Aspectos Social y de Ingeniería)

La producción agrícola de las regiones objeto del Estudio representa casi el 50% de la producción nacional y este porcentaje es considerado como muy alto. Por otro lado, la tasa de auto-abastecimiento de granos básicos de Nicaragua es alrededor del 70% y ésta es baja. Por este motivo, es necesario que la producción agrícola de las regiones en cuestión, en particular la de los granos básicos, aumente para que la auto-suficiencia alimenticia a nivel nacional también aumente.

f) Contribución a la economía nacional (Aspecto Social)

Para Nicaragua, la agricultura es una valiosa fuente de divisas. Si bien los pequeños y medianos agricultores están produciendo para su auto-consumo en la actualidad, cuando aumente la productividad agrícola entonces será posible introducir cultivos que sean comercialmente rentables. También, al aumentar los ingresos de los agricultores, las recaudaciones fiscales del gobierno en concepto de impuestos esos ingresos aumentarán; esto traerá como consecuencia que las finanzas del sector público dependan menos de la ayuda financiera del exterior.

2) Concepto del Plan de Irrigación y Drenaje en el Plan Maestro

Basándose en las directrices del Plan Maestro, se construirán y expandirán instalaciones de riego y drenaje que responderán a las necesidades de desarrollo agrícola del Área del Estudio y de sus características regionales. Un sistema sostenible de riego comprenderá los siguientes ítems:

a) Nivel de Aprovechamiento de las Infraestructuras de Riego

Las estructuras de riego consisten de varios sistemas y redes de riego incluyendo las obras

de bocatoma, sistema vial rural para la recolección de los productos agrícolas y operación y mantenimiento. Los pequeños y medianos agricultores que tienen en la actualidad un promedio de 5 a 20 Mzs de tierras para cultivo deberán de ser provistos con infraestructuras de riego adecuadas considerando la distribución de tierras entre los agricultores.

#### b) Obras de Bocatoma

La utilización de los recursos hídricos varía de acuerdo a las condiciones topográficas de las áreas de cultivo y de la dispersión de las áreas de riego; en base de estos factores, el sistema de riego se puede clasificar en dos categorías: sistema de riego que utiliza las aguas subterráneas y sistema de riego que utiliza aguas superficiales. El sistema que utiliza las aguas subterráneas es más adecuado para áreas con zonas montañosas que tienen áreas de cultivo irrigables dispersas y cuyo terreno es ligeramente inclinado. El sistema que utiliza las aguas superficiales es apropiado para aquellas áreas que requieren de una fuerte descarga de agua para riego y que tiene las áreas de cultivos concentradas alrededor de un lugar. Estos dos sistemas son notoriamente diferentes desde el punto de vista de los costos de construcción, escala del área de riego, necesidades y costos de operación y mantenimiento,

Desde el punto de vista de las facilidades, ambos sistemas pueden ser descritos tal como sigue a continuación:

- **Sistema de Riego con Aguas Superficiales:** Muchos de los ríos en el Area del Estudio no están disponibles para ser utilizados para el riego durante la época seca. Por lo tanto, para poder contar con recursos hídricos durante dicha época, es necesario la construcción de instalaciones de diques en adición a las obras de bocatoma. Se estima que los costos de construcción son muy altos, por lo que se debe de tomar mucho cuidado al momento de realizar el estudio detallado del mismo. Por otro lado, para poder justificar la construcción desde el punto de vista económico se requeriría de tener una amplia área de riego que rinda beneficios a gran escala.

En relación a los trabajos de bocatoma, las actividades de operación y mantenimiento del sistema de toma, instalaciones de dique, y obras de cabecera son difíciles. Teniendo en cuenta la facilidad para la operación de las instalaciones de riego, se recomienda que se instale un vertedero fijo conjuntamente con obras para la desviación de las corrientes de los ríos teniendo en cuenta las características topográficas de la zona. Para brindar apoyo al manejo de las aguas de las bocatomas, instalaciones tales como cuenca de asentamiento y vertedero lateral deberán de ser provistos con las obras de bocatoma.

Además, se requiere una investigación más detallada con respecto a tópicos tales como mantenimiento del flujo de los ríos y derechos de uso de aguas.

- **Sistema de Aguas Subterráneas**

El uso de pozos profundos para la extracción de agua es muy común en el Area del Estudio. En relación al aprovisionamiento de instalaciones para pozos, se teme que el funcionamiento de un pozo interfiera con el de otro que se encuentre en la cercanía debido al excesivo bombeo de agua desde una misma fuente y también por la inadecuada ubicación de cada pozo. Este sistema se puede aplicar en zonas en donde las áreas de cultivo estén dispersas y que los terrenos presenten muchas laderas montañosas.

c) Sistema de Red de Riego

El sistema de red de riego utiliza el sistema de riego por gravedad sin tener en cuenta la diferenciación entre sistemas que utilizan aguas subterráneas o superficiales. Este sistema se considera que es fácil de operar y mantener.

Actualmente, bloques agrícolas de 1.0 km<sup>2</sup> han sido adoptados como tamaño estándar para el sistema de red de riego; en consecuencia, el sistema de riego proveerá canales secundarios para cubrir 1.0 km<sup>2</sup> por cada bloque agrícola. Para poder establecer un manejo eficiente del agua y una distribución justa del agua, los canales terciarios separados del canal secundario se proveerán en dos filas que correrán a lo largo de los bordes y a través de los bordes de los bloques agrícolas. La disposición de los canales terciarios será de 1 fila por cada 0.5 km<sup>2</sup>.

Gran parte de los terrenos agrícolas están cubiertos por suelos volcánicos por lo que se teme que el agua de riego del canal recubierto solo con tierra puede filtrarse. Consecuentemente, se requiere que los canales sean revestidos con mampostería para evitar la filtración y economizar el agua de riego. De esta manera se logrará la maximización de la eficiencia del riego.

d) Desarrollo Predial

El agua de riego es conducida hasta 0.5 km<sup>2</sup> del bloque agrícola por un canal terciario perteneciente al sistema de la red de riego. Sin embargo, tal como se mencionó anteriormente, el tamaño promedio de las fincas de los pequeños y medianos agricultores varía entre los 5 a 20 Mzs. Por lo tanto, es necesario instalar un canal que cubra por lo menos 4 Mz en el Área del Estudio para poder realizar las tareas agrícolas. Consecuentemente, el desarrollo predial servirá para apoyar a las actividades agrícolas por medio de la provisión de un canal, caja de atarjea con pequeños póstigos, y una sección por donde puedan cruzar vehículos o animales.

e) Sistema Vial para la Recolección de los Productos Agrícolas y Actividades Normales de Operación y Mantenimiento

Existen pocos caminos rurales que conducen a las áreas irrigables. El número de caminos actual no es suficiente como para facilitar las actividades agrícolas o para la realización de actividades normales de operación y mantenimiento de instalaciones de riego.

Dentro del concepto básico del sistema de red de riego, se instalarán canales de irrigación a distancias adecuadas de acuerdo a las condiciones topográficas y distribución de las tierras. El sistema vial para los trabajos agrícolas se propone que sea provisto a lo largo del canal de irrigación para facilitar las tareas agrícolas. La densidad vial y las dimensiones del mismo se proponen tal como sigue en base de la importancia de los caminos dentro de la infraestructura de riego.

|                  | Disposición              |                 | Dimensiones |            |
|------------------|--------------------------|-----------------|-------------|------------|
|                  | Intervalo del camino (m) | Densidad (m/Mz) | Ancho (m)   | Cuneta (m) |
| Camino de acceso | @1000                    | 7.0             | 5.0         | 1.0        |
| Camino rural     | @200                     | 35.0            | 3.0         | 1.0        |

#### f) Menores Costos de Construcción para las Infraestructuras de Riego

En general, el sistema de la red de riego representa el 60% de los costos directos de construcción debido a la larga extensión de los canales a ser construidos. Por lo tanto, es necesario disminuir el costo del recubrimiento de los canales.

Como características topográficas resaltantes, la gran parte de los terrenos agrícolas son alargados y estrechos atravesados por pequeños manantiales. Por este motivo, los costos de construcción serán altos debido a que se deberán de construir instalaciones tales como sifón y acueductos.

En el plan de riego, la disposición de la red de canales de riego deberá de ser realizada de acuerdo a las características topográficas de los terrenos. Se ha estimado que en un bloque agrícola, los canales que corren a través de los bordes son más largos que aquellos que corren a lo largo de los bordes; por lo tanto, los costos se incrementan debido a la necesidad de proveer instalaciones adicionales. Por medio del cambio de la dirección de los canales principales a partir del punto de acceso y de su recorrido a lo largo de los bordes a intervalos adecuados, casi un 40% de la longitud total del canal será reducido sin cambiar la densidad original del canal.

Con respecto al canal de drenaje, existen muchos manantiales pequeños en el área irrigable. No es apropiado formular un sistema de red de drenaje; lo que se requeriría, sería implementar el drenaje utilizando los manantiales que corren por los bloques agrícolas.

A pesar de que los caminos rurales se proveerán a lo largo del canal de irrigación para la realización de actividades adecuadas de operación y mantenimiento de las instalaciones de riego, se requerirá de realizar diversos arreglos para los caminos. Dichos arreglos incluyen el rellenado de los canales de riego, fortalecimiento de la sub-base, y ajustes para la configuración de la superficie de los terrenos. Por lo tanto, los costos de construcción aumentarán de acuerdo a la distancia del camino con respecto al canal. Debido a que las actividades agrícolas se realizan utilizando tanto la fuerza animal como la humana, los caminos rurales deberán de tener un ancho adecuado para el paso de animales y persona; por otro lado, se espera que en el futuro se utilice maquinarias para las actividades agrícolas por lo que el ancho de los caminos también debe de permitir el tráfico de maquinaria agrícola. En consecuencia, se estima que los caminos rurales deberán de tener un mínimo de 1 metro de ancho a ambos lados del canal de irrigación.

#### g) Actividades Eficientes de Operación y Mantenimiento para el Sistema de Riego Considerando la Localización de la Finca

Independientemente del tipo de sistema de riego, ya sea por aguas superficiales o subterráneas, se requiere de que las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones de riego sean eficientes para el establecimiento de una agricultura sostenible. Las actividades de operación y mantenimiento comprende manejo de aguas y administración de las instalaciones de riego tales limpieza del canal y adopción de medidas de seguridad contra desastres naturales. Sin embargo, actualmente no existe una organización que se encargue de dichas actividades. Se requerirá que se conforme una organización que se reponsabilice de dichas actividades. Las operaciones de mantenimiento se pueden realizar utilizando implementos agrícolas simples tales como palas y azadas que generalmenet son poseídos por los pequeños y medianos agricultores.



- h) Sistema de Red de Riego: Los canales de riego incluyen los canales principales, secundarios y terciarios de riego. Los canales serán recubiertos con mampostería para minimizar las pérdidas por filtraciones y optimizar el manejo de aguas de riego. En relación a los aspectos operativos, el agua de riego deberá de ser distribuida en forma equitativa de acuerdo al tamaño del área de riego; sin embargo, es muy común que ocurra deficiencias en el suministro de agua debido a que los beneficiarios de las secciones aguas arriba de los canales pueden utilizar las aguas en forma más abundante que aquellos que están en las secciones aguas abajo. Para poder solucionar dicho problema, se propone construir instalaciones para la medición del agua de riego para un mejor manejo del mismo. Se espera poder instalar una caja de desviación y unidades de medición.

Trabajos de Bocatoma: En relación a los trabajos de la bocatoma para la utilización de aguas superficiales, se aplicarán dichos trabajos en la cuenca de asentamiento con un vertedero de tal manera de no destruir el canal por medio del flujo del excedente de agua durante la época de inundaciones. La cuenca de asentamiento servirá para controlar la descarga de agua de tal manera que la operación de la bocatoma sea fácil y simple. Sin embargo, los trabajos de la bocatoma requieren de una inspección periódica para eliminar los sedimentos que se depositan detrás de la bocatoma como resultado de la operación de la compuerta de la bocatoma.

Adicionalmente a lo arriba mencionado, los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones de riego deberán de cargados a los beneficiarios de tal manera de poder realizar dichas operaciones en forma continua.

i) Establecimiento de Asociaciones de Usuarios de Agua y Asociaciones de Agricultores

Para poder establecer un sistema eficiente de operación y mantenimiento de las instalaciones de riego se requiere de la formación de asociaciones de usuarios del agua y de asociaciones de agricultores. Se requerirá de un edificio en donde puedan operar dichas asociaciones.

La escala de dicha edificación deberá de ser adecuada como para poder albergar alrededor de 50 miembros a nivel de una comarca. Cada miembro representará una familia de agricultores. La mencionada edificación puede ser utilizada para los siguientes propósitos:

- Reuniones para discusiones sobre la distribución del agua de riego
- Reuniones para discusiones sobre actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones de riego
- Buscar la manera de proporcionar trabajo a aquellos agricultores que no poseen tierras
- Difusión de nuevas tecnologías relacionadas con la diversificación de los cultivos
- Realización de charlas sobre temas tales como planificación familiar, dietas, salud y nutrición, campañas de alfabetización, etc. dirigidos principalmente a los jóvenes y a las mujeres

#### **4. Proyectos de Riego en el Area del Estudio**

Los proyectos de riego en el Area del Estudio son propuestos clasificados por tamaño de acuerdo con el potencial que representan y los aspectos naturales y sociales relevantes.

(1) Proyectos de Riego por Tamaño

1) Plan de Riego de Larga Escala utilizando Agua Superficial

a) Selección del Area Irrigable

El objetivo del Plan Maestro es la estabilización y el aumento del número de pequeños y medianos agricultores. A través de investigación de campo, fue escogida un área inexplorada para un proyecto de riego de larga escala. La investigación de campo se llevó a cabo considerando los siguientes aspectos:

- i) Deben haber ríos o lagos con potencial para atender el área irrigable. Este recurso hídrico debe localizarse cerca del área irrigable.
- ii) El área irrigable debe ser mayor que 500ha.
- iii) Debe haber una gran densidad de pequeños y medianos agricultores.
- iv) Debe ser posible la instalación del sistema de riego por gravedad, el cual es económico en términos de O&M.

En cuanto a los recursos hídricos, existen tres cuencas de ríos los cuales son el Río Villanueva, el Río Sinecapa y el Río Telica, en la Región II; el Río Villanueva es llamado de Río Grande desde aguas arriba de Villanueva. Además, existe el Lago de Nicaragua en la Planicie Costera del Lago de Nicaragua en la Región IV. Estos recursos hídricos son apropiados para el plan de riego de larga escala. Las áreas utilizables son tabuladas a continuación;

| Cuenca                      | Departamento | Municipalidad | Area Irrigable |
|-----------------------------|--------------|---------------|----------------|
| Cuenca del Río Grande*      | Chinandega   | El Sauce      | Aprox. 1,857Mz |
| Cuenca del Río Villanueva*  | Chinandega   | Villanueva    | Aprox. 1,714Mz |
| Cuenca del Río Sinecapa     | Leon         | Nagarote      | Aprox. 1,714Mz |
| Cuenca del Río Telica       | Leon         | Leon          | Aprox. 1,571Mz |
| Costa del Lago de Nicaragua | Granada      | Malacatoya    | Aprox. 1,571Mz |

Nota; La cuenca señalada esta incluida en la misma cuenca

En la Planicie Costera del Lago de Nicaragua, pese a la disponibilidad de los recursos hídricos, sólo es posible de identificar un área riego. La razón para esta situación es descrita a continuación.

Existen muchas áreas apropiadas en la Planicie Costera del Lago de Nicaragua, sin embargo la mayoría de las áreas esta ocupada por grandes agricultores. Además, en algunas áreas irrigables, los grandes agricultores ya instalaron instalaciones de riego y otras de ellas están siendo utilizadas para cría de ganado.

Además, aunque el área utilizable está localizada al lado oeste de la carretera nacional, a algunos kilómetros del Lago de Nicaragua, ella no es económica para un sistema de riego en tierras altas. La razón es porque en caso que el nivel de agua del Lago de Nicaragua sea de 30 m, la altura de bombeo total será de más de 60 m, incluyendo una gran perdida causada por la larga extensión de la tubería para alcanzar el área irrigable.

Por otro lado, el área de riego de Tisma, localizado en la parte norte de la Planicie Costera del Lago de Nicaragua, posee buenas condiciones topográficas, aunque el área irrigable esté cubierta con suelos no apropiados para agricultura.

Por lo tanto, sólo el área de riego de Malacatoya está disponible como área utilizable en la parte norte de la Planicie Costera del Lago de Nicaragua.

Proyectos de riego de larga escala están enumerados en la Tabla abajo.

| Proyectos de Riego           |  |                                  |                            |                         |
|------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Nombre del Proyecto          | Cuenca/Localización de las Obras de Toma | Área Irrigable (M <sup>2</sup> ) | Caudal (m <sup>3</sup> /s) | Tipo de Obra de Toma    |
| Proyecto de Riego EL SAUCE   | Río Grande                               |                                  |                            | Presa de Tierra         |
|                              | Aguas arriba de El Sauce                 | 1,857                            | 2.02                       | Bocatoma                |
| Proyecto de Riego CAYANLIPE  | Río Villanueva                           |                                  |                            | Presa de Tierra         |
|                              | Aguas arriba de Villanueva               | 1,714                            | 1.87                       | Bocatoma                |
| Proyecto de Riego ZARZALES   | Río Sinecapa                             |                                  |                            | Presa de Tierra         |
|                              | Aguas arriba de Zarzales                 | 1,714                            | 2.80                       | Bocatoma                |
| Proyecto de Riego TELICA     | Río Telica                               |                                  |                            |                         |
|                              | Aguas arriba de Quezalguaque             | 1,571                            | 0.78                       | Bocatoma                |
| Proyecto de Riego MALACATOYA | Lago de Nicaragua                        |                                  |                            | Instalaciones de Bombeo |
|                              | Malacatoya                               | 1,571                            | 1.71                       |                         |

#### b) Potencial para Riego

Los caudales mínimos para un período de retorno de 5 años fueron tabulados basados en los datos obtenidos durante la Etapa I del estudio (Ver Anexo B para detalles)

| Caudal Promedio Mensual en el Sitio de Toma (m <sup>3</sup> /s) |                   |                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|-------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nombre del Proyecto   | Nombre del Río    | Jan                 | Feb  | Mar  | Apr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
| Proyecto de Riego EL SAUCE                                      | Río Grande        | 0.47                | 0.51 | 0.49 | 0.24 | 1.82 | 2.70 | 1.00 | 1.39 | 9.21 | 13.8 | 5.02 | 0.82 |
| Proyecto de Riego CAYANLIPE                                     | Río Villanueva    | 1.61                | 0.83 | 0.49 | 0.46 | 4.71 | 11.9 | 5.88 | 6.73 | 33.7 | 30.2 | 15.8 | 3.48 |
| Proyecto de Riego ZARZALES                                      | Río Sinecapa      | 0.40                | 0.20 | 0.12 | 0.11 | 1.16 | 2.96 | 1.45 | 1.66 | 8.32 | 7.46 | 3.91 | 0.86 |
| Proyecto de Riego TELICA  | Río Telica        | 0.70                | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.00 |
| Proyecto de Riego MALACATOYA                                    | Lago de Nicaragua | Ninguna restricción |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

#### c) Caudal para Riego

El caudal necesario al riego es estimado, en términos mensuales, como sigue.

| Caudal Necesario Mensualmente (m <sup>3</sup> /s) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Localización                                      | Jan  | Feb  | Mar  | Apr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
| Área de EL SAUCE                                  | 1.64 | 1.59 | 1.70 | 0.33 | 0.95 | 1.40 | 2.01 | 1.75 | 0.00 | 0.08 | 0.29 | 2.02 |
| Área de CAYANLIPE                                 | 1.52 | 1.47 | 1.57 | 0.31 | 0.88 | 1.29 | 1.86 | 1.62 | 0.00 | 0.07 | 0.26 | 1.87 |
| Área de ZARZALES                                  | 2.28 | 2.20 | 2.35 | 0.46 | 1.32 | 1.94 | 2.79 | 2.43 | 0.00 | 0.11 | 0.40 | 2.80 |
| Área de TELICA                                    | 0.63 | 0.61 | 0.65 | 0.13 | 0.37 | 0.54 | 0.77 | 0.67 | 0.00 | 0.03 | 0.11 | 0.78 |
| Área de MALACATOYA                                | 1.39 | 1.34 | 1.44 | 0.28 | 0.80 | 1.19 | 1.70 | 1.48 | 0.00 | 0.07 | 0.24 | 1.71 |

Nota: Los detalles de la estimación son presentados en el Anexo I.

En el caso de las tres áreas de riego, El Sauce, Cayanlipe y Zarzales, es imposible obtener el caudal necesario (de diseño) para el área irrigable durante la estación seca. Existen dos contra-medidas posibles para este problema. Una es reducir el área irrigable de acuerdo con la disponibilidad de agua y la otra es instalar instalaciones de una presa, aguas arriba, posibilitando el riego del área irrigable durante el periodo seco.

En el caso de la reducción del área irrigable de acuerdo a los recursos hídricos, el área de cada proyecto se reduce a 400 ha. Por lo tanto, para utilizarse de manera eficiente y barata los recursos hídricos, en este plan son adoptadas las instalaciones de presa.

#### d) Consideraciones sobre Instalaciones de Presa

**Sitio:** Presa Chapetón: La presa Chapetón está localizada en la ciudad de Fila el Chapetón, a orillas del Río Grande y 45 km distante de la municipalidad de Villanueva. Puesto que la cuenca del Río Grande cubre el área irrigable de ambas áreas de riego de El Sauce y Cayanlpe, ambas son servidas por la presa de Chapetón.

Presa Pilar: La presa Pilar está localizada en la ciudad El Pilar, a orillas del Río Sinecapa y 15 km distante de la municipalidad de Los Zarzales.

**Geología:** La geología del sitio de la presa es del tipo andesítico en ambas áreas de riego, por lo tanto es adecuado para la construcción de la presa. Sin embargo, una investigación geológica mas profunda es necesaria para el diseño detallado.

#### Capacidad de la Presa:

La capacidad de la presa es calculada considerando el balance hídrico basándose en datos relevantes de caudales, demanda hídrica y flujo de mantenimiento del río. En caso de que el agua de riego (diseño) desemboque directamente en el río, 20% tienen que ser añadidos al volumen de agua de diseño debido a pérdidas tales como evaporación del agua de la superficie de la presa, infiltración y otros.

**Resultados:** El área irrigable que puede ser regada con la instalación de la presa es de 1,500 x 103m<sup>3</sup> y 1,300 x 103m<sup>3</sup> en las áreas de riego de El Sauce y Cayanlpe, respectivamente.

#### e) Instalaciones de Riego

**Obras de Toma:** Debido a la larga distancia entre el área irrigable y la presa, el agua de la presa tiene que correr a través del río. Obras de toma tienen que ser instaladas cerca del área irrigable. Además, el tipo de bocatoma adecuado es del tipo "Obras de Desviación de Corriente Montañosa", considerando las condiciones del río tales como dimensiones y topografía.

#### Instalaciones de Bombeo:

En el área de riego de Malacatoya, el agua de riego es bombeado desde el Lago de Nicaragua. Tres conjuntos de bombas son necesarios para mantener el servicio en todas las estaciones. La capacidad de la bomba es 31m<sup>3</sup>/min, 33m de altura total de bombeo y motor a diesel de 340Hp (250kW).

**Red del Riego:** La red de riego es compuesta de canales cubiertos con mampostería de manera a asegurar eficiencia y economía de riego. Ella comprende

canales de conducción, principal y secundarios. Sin embargo, en el área de Malacatoya, es utilizado un canal de conducción e tipo "Caja de Atarjea" para la instalación del sistema de riego por bombeo. Las dimensiones de la caja de atarjea son 1.0m x 1.0m. Esta caja sufrirá una presión de agua de cerca de 7kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto hay que cuidar que los empalmes sean construidos apropiadamente.

#### f) Obras de consolidación

Aunque obras de consolidación no estén incluidas en este plan, caminos rurales serán instalados como obras de preparación para a las obras de riego.

Los caminos rurales serán instalados según una disposición con espacios de 200 m entre los caminos secundarios (branch roads) y 1000 m entre los caminos principales (trunk roads). La densidad vial es 35m/Mz y 7m/Mz para los caminos secundarios y principales, respectivamente. Además, un camino será instalado a lo largo del canal, un camino sin pavimentación considerando los aspectos económicos y de suelo.

#### g) Operación y Mantenimiento

Deberá ser creada por los beneficiarios, una Asociación de Usuarios de Agua (A.U.A.), de modo a que la operación y el mantenimiento de las instalaciones de riego sean realizados por ella. Los costos anuales de O&M deberán ser repartidos de acuerdo con el área individual de cada beneficiario.

Resumo de los Planes de Riego de Larga Escala

|                                      | Plan de EL SAUCE                       | Plan de CAYANLIPE        | Plan de ZARZALES                       | Plan de TELICA       | Plan de MALACATOYA      |
|--------------------------------------|--|--------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| Area Irrigable (Mz)                  | 1,857                                  | 1,714                    | 1,714                                  | 1,571                | 1,571                   |
| (ha)                                 | 1,300                                  | 1,200                    | 1,200                                  | 1,100                | 1,100                   |
| Recurso Hídrico                      | Río Villanueva                         | Río Grande               | Río Sinecapa                           | Río Telica           | Lago de Nicaragua       |
| Obras de Toma                        | Presa Chapeton /Bocatoma               | Presa Chapeton /Bocatoma | Presa Pilar /Bocatoma                  | Bocatoma             | Instalaciones de Bombeo |
| Capacidad de la Presa                | 1,500 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> |                          | 1,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> | -                    | -                       |
| Altura de la Presa                   | 21                                     | <                        | 21                                     | -                    | -                       |
| Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s) | 2.0                                    | 1.9                      | 2.8                                    | 0.7                  | 1.5                     |
| Canal de Conducción                  | 7.5                                    | 7.0                      | 5.5                                    | 3.5                  | 4.0                     |
| Canal Principal (km)                 | 10.0                                   | 12.8                     | 6.5                                    | 3.0                  | 4.0                     |
| Canal Secundario (km)                | 16.0                                   | 15.0                     | 15                                     | 5.5                  | 5.0                     |
| Canal Terciario                      | 3 km/km <sup>2</sup>                   | 3 km/km <sup>2</sup>     | 3 km/km <sup>2</sup>                   | 3 km/km <sup>2</sup> | 3 km/km <sup>2</sup>    |

## 2) Aguas Subterráneas para fines de Riego

En caso que las áreas irrigables estén cercas unas de otras y estén esparcidas en una área extensa, y no sea utilizada el agua superficial, es apropiado que se adopte el sistema de riego de aguas subterráneas, el cual cubre una extensa área irrigable. Debido a la capacidad de los pozos, el sistema de larga escala transformase en varios sistemas de pequeña escala. Si en toda la área propuesta se va a promover el riego, el plan debe ser realizado colectivamente considerando los requisitos necesarios en términos de habilidad y manejo.

#### a) Area Propuesta (Area Irrigable)

Sirviendo como modelo de un plan de riego de larga escala, el área propuesta fue

considerada debido a los siguientes aspectos; 1) existencia de abundante potencial de aguas subterráneas, 2) atraso del desarrollo agrícola debido a insuficiente agua de lluvia para fines de riego, 3) los agricultores están motivados a mejorar el manejo agrícola.

Existen cerca de 700Mz de área irrigable en el área de El Espino en la Región II, por lo tanto esta área es apropiada para el modelo de riego de larga escala utilizando aguas subterráneas.

#### b) Conceptos Básicos para el Sistema de Riego con Aguas Subterráneas

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Patrón de Cultivo:</b>        | Granos básicos y vegetales son cultivables dependiendo del sistema de cultivo adoptado.  |
| <b>Demanda Hídrica:</b>          | La demanda hídrica es estimada basándose en un patrón de cultivo adecuado.   |
| <b>Capacidad del Pozo:</b>       | 2,000 m <sup>3</sup> /día  |
| <b>Dimensiones del Pozo:</b>     | Aunque las dimensiones del pozo puedan variar según las condiciones topográficas y geológicas, será adoptado un tamaño estándar adecuado al riego. Las dimensiones son 80m de profundidad y 300mm de diámetro. |
| <b>Conjunto de bomba:</b>        | Bomba con motor sumergible<br>Diámetro; 125mm, Caudal de diseño; 1.8m <sup>3</sup> /min, Altura total de bombeo; 90m, Potencia; 55Kw   |
| <b>Area irrigable:</b>           | El área irrigable es cerca de 60Mz considerando el caudal del pozo existente. Sin embargo, pruebas tales como bombeo continuo y en etapas son necesarias para la ejecución del diseño detallado.               |
| <b>Número de Pozos:</b>          | 15 unidades  |
| <b>Red del Sistema de Riego:</b> | La red del sistema de riego es construida de mampostería y será instalada hasta el último bloque de 14Mz (10ha) en el extremo de la red.   |
| <b>Estructuras relacionadas:</b> | Obras de desviación e instalaciones de medición para el manejo del agua y camino para el mantenimiento del canal principal.  |
| <b>Operación y Manutención:</b>  | Asociación de Usuarios de Agua compuesta por los beneficiarios.  |

#### 3) Plan de Riego de Pequeña Escala

En el presente, aunque existan 150Mz de área irrigable en la Planicie Costera del Lago de Nicaragua, el área utilizable utilizándose aguas subterráneas no está definida. Los conceptos para el plan de riego de pequeña escala son descriptos uno a uno, teniendo como modelo el plan de riego de larga escala.

a) Lago de Nicaragua como Recurso Hídrico

En el caso de la utilización del Lago de Nicaragua como recurso hídrico, es necesaria la instalación de un conjunto de bombas en el sistema de riego. El área utilizable con este sistema es estimado en cerca de 6,500Mz. La disposición debe ser similar al plan de larga escala, pero en escala reducida.

b) Ríos Pequeños y Medianos como Recurso Hídrico

En el caso de la utilización de ríos pequeños y medianos como recurso hídrico, existen dos sistemas de riego posibles de acuerdo a las condiciones topográficas. Uno de ellos es el sistema por gravedad y el otro es el sistema por bombeo. El primero puede conducir el agua necesaria utilizando obras de toma en el río, pero el segundo no lo puede. Básicamente, después de la caja de desagüe, ambos sistemas utilizan el riego por gravedad. El área utilizable es estimada en cerca de 5,430Mz. La disposición debe ser similar al plan de larga escala, pero en escala reducida.

c) Aguas Subterráneas como Recurso Hídrico

Debido a que las áreas irrigables están dispersas en el área propuesta para el plan, los pozos deberán de ser instalados para cada 10 familias de agricultores. Basándose en los datos sobre los pozos existentes, la profundidad estandar de un pozo sería de 80m. Por lo tanto, el área explotable se estima que sería de alrededor de 201,300 Mz. La disposición de los mismo sería similar al plan de riego de gran escala pero a una escala menor.

4) Orientación sobre las Instalaciones de Riego de Pequeña Escala

Tal como se mencionó anteriormente, en el caso de utilizar aguas superficiales como recurso hídrico, el área explotable sería restringida por la descarga del río en los sistemas de riego de gran escala. Más aún, en el caso de la utilización del Lago de Nicaragua, el área explotable está también restringida debido a la localización del área irrigable que está a unos cuantos kilómetros del Lago de Nicaragua, y a la diferencia de altitudes entre el área y el nivel del lago.

Consecuentemente, se promoverán las instalaciones de riego de pequeña escala que utilizan abundante aguas subterráneas como el principal sistema de riego. El pozo es la unidad de riego y será instalado para un grupo de unas cuantas familias de agricultores. Además, es necesario brindar guía a los agricultores sobre la operación y administración del sistema por medio de organizaciones tales como MAG e INTA.

A pesar de que el volumen de agua superficial es restringida, éste tiene un excelente potencial como recurso hídrico para el futuro. Consecuentemente, se recomienda promover un plan de desarrollo que maximice la utilización de dicho potencial.

Es difícil estimar las condiciones del río con propósito de riego (inclinación del techo, descarga, ruta del agua, y otros aspectos) debido a que algunos ríos frecuentemente fluyen hacia las capas subterráneas convirtiéndose en aguas subterráneas; en otros casos los ríos obtienen recursos de manantiales cercanos a los cauces. Fue imposible estimar las condiciones de los ríos en el Area del Estudio durante la Fase I del Estudio. Desde el punto

de vista de la utilización del potencial de aguas superficiales, se deberá de poner énfasis en la importancia de tener datos de medición de los ríos para evaluar sus condiciones. A pesar de que en el presente los ríos pueden ser juzgados como no aptos para su explotación como fuente de recursos hídricos debido a la falta de información, esta opinión puede cambiar dependiendo de la información que pueda ser obtenida en el futuro.

#### 5) Operación y Mantenimiento

Para asegurar una eficiente operación de las instalaciones de riego durante un largo período, la Asociación de Usuarios de Agua, consistente en los beneficiarios del riego, llevarán a cabo una adecuada administración del sistema de riego. Para este propósito, la transferencia técnica de las técnicas de riego deberá de ejecutarse a través de las organizaciones de extensión agrícola cuando sea necesaria.

#### (2) Responsabilidad por los Proyectos de Riego

Para poder realizar una eficiente operación de las instalaciones de riego, se requiere de la participación de asociaciones de usuarios del agua o agrupaciones de agricultores. También es necesario que las actividades agrícolas sean realizadas en forma organizada para poder aumentar la producción agrícola.

Tal como se mencionó anteriormente, el área irrigable que sería servida por el sistema de riego con aguas superficiales representa 19,643 Mz y el área servida por el sistema de aguas subterráneas sería de 201,300 Mz en el Área del Estudio. En esta situación, cinco áreas de riego son seleccionadas como áreas explotables basándose en factores tales como la existencia de organizaciones campesinas y el grado de habilidad técnica de los agricultores.

| Area       | Número de Agricultores | Número de Organizaciones Campesinas | Area Irrigable (Mz/ha) | Recurso Hídrico     |
|------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------|
| El Sauce   | 103                    | 2                                   | 1,857/1,300            | Aguas Superficiales |
| Cayanlipe  | 254                    | 2*                                  | 1,714/1,200            | - idem -            |
| Zarzales   | 77                     | 2                                   | 1,714/1,200            | - idem -            |
| Telica     | 74                     | 2                                   | 1,571/1,100            | - idem -            |
| Malacatoya | 36                     | 1*                                  | 1,571/1,100            | - idem -            |
| El Espino  | 47                     | 1*                                  | 1,000/700              | Aguas Subterráneas  |

En el sistema de riego que utiliza las aguas superficiales como es el caso de Telica y Malacatoya, este sistema es simple y utiliza bocatomas y un sistema de red de riego debido a las condiciones topográficas y de los recursos hídricos. Sin embargo, otros proyectos de riego requieren de instalaciones de almacenamiento de agua para la estación seca. Dichas instalaciones son las de una represa debido al balance entre los recursos hídricos disponibles en cada estación y el tamaño del área irrigable, como es el caso de El Sauce, Cayanlipe, y Zarzales.

En relación al sistema de riego que utiliza aguas subterráneas, el potencial de riego será decidido por medio de la medición del potencial de los pozos; se considerarán factores tales como descarga y localización de los mismos. Los objetivos del plan serán de desarrollar una agricultura en áreas de cultivo dispersas y explotar al máximo el potencial de los recursos hídricos disponibles. Este sistema no tendría muchas dificultades de ser implementado en el Área del Estudio.

Por lo tanto los proyectos de riego se han formulado teniendo en cuenta los recursos hídricos disponibles y potenciales y las condiciones para el desarrollo agrícola. Telica y El Espino se



consideran como las áreas prototipo para la implementación de cada sistema de riego arriba mencionados.

La descripción de los proyectos y los mapas de localización se muestran en las Figuras I-4 al I-9.

## ***ANEXO I RIEGO Y DRENAJE***

### **INDICE DE TABLAS**

|                  |  | <b>Pag.</b> |
|------------------|--|-------------|
| <b>TABLA I-1</b> | <b>Instalaciones de Riego Actual.....</b>        | <b>II-1</b> |
| <b>TABLA I-2</b> | <b>Ejemplos de Costos de Agua de Riego .....</b> | <b>II-2</b> |

TABLA I - 1 Instalaciones de Riego Actual

**Región II**

| Departamento | Área de irrigación |          | Pozo excavado para irrigación | Pozo profundo para irrigación | Presa |
|--------------|--------------------|----------|-------------------------------|-------------------------------|-------|
|              | Pozos (Mz)         | Río (Mz) |                               |                               |       |
| CHINANDEGA   | 19,000.0           | 8,634.0  | 79                            | 213                           | 5     |
| LEON         | 13,704.0           | 2,878.0  | 99                            | 224                           | 1     |
| Total        | 32,704.0           | 11,512.0 | 178                           | 437                           | 6     |

**Región IV**

| Departamento | Área de irrigación |          | Pozo excavado para irrigación | Pozo profundo para irrigación | Presa | Embalse | Bombeo con Sistema Eléctrico | Bombeo con Motor |
|--------------|--------------------|----------|-------------------------------|-------------------------------|-------|---------|------------------------------|------------------|
|              | Pozos (ha)         | Río (ha) |                               |                               |       |         |                              |                  |
| MASAYA       | 73.5               | 0.0      | 0                             | 12                            | 0     | 0       | 11                           | 0                |
| GRANADA      | 8,800.0            | 3,000.0  | 26                            | 98                            | 22    | 0       | 78                           | 50               |
| CARAZO       | 0.0                | 700.0    | 0                             | 0                             | 2     | 0       | 0                            | 0                |
| RIVAS        | 6,167.0            | 1,195.0  | 45                            | 6                             | 11    | 1       | 56                           | 103              |
| Total        | 15,041.0           | 4,895.0  | 71                            | 116                           | 35    | 1       | 145                          | 153              |

TABLA I - 2 Ejemplos de Costos de Agua de Riego

|   | Lugar                         | Escala de Finca   | Fuente                   | Aparato de Boca Toma                | Especificación | Area de Riego       | Mediano de Riego    | Consumo | Horas de Operación | Costo de Agua (Una Plantación) CS/Mz | CS/Ha |
|---|-------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------|--------------------|--------------------------------------|-------|
| 1 | Región II, Cercanías de León  | Pequeño Productor | Rio Galatio              | Bomba con motor                     | Bombeo 50mm    | Tabaco 6Mz          | Riego de surcos     | 5G/hr   | Max. 24 hr         | 1,333                                | 1,905 |
| 2 | Región II, Cercanías de León  | Cooperativa       | Pozo, 85m                | Bomba con motor eléctrico baja agua | -              | Cereal 70ha         | Aspersor            | -       | Max. 24 hr         | 3,673                                | 2,571 |
| 3 | Región IV, Cercanías de Rivas | Mediano Productor | Compra de gran productor | -                                   | -              | Plátano etc. 30Mz   | Riego de surcos     | -       | -                  | 400                                  | 571   |
| 4 | Región IV, Buenos Aires       | Pequeño Productor | Pozo                     | Bomba con motor eléctrico baja agua | -              | Plátano etc. 10.5Mz | Riego de surcos     | -       | -                  | 2,381                                | 3,401 |
| 5 | Región IV, Buenos Aires       | Gran Productor    | Pozo                     | Bomba con motor eléctrico baja agua | -              | maiz 30Mz           | Pivot central       | -       | -                  | 3,000                                | 4,286 |
| 6 | Región II, Cayamlipe          | Mediano Productor | Pozo, 40m                | Bomba con motor eléctrico           | Bomba 60Hp     | Arroz 50Mz          | Riego de inundación | -       | Max. 24 hr         | 1,680                                | 2,400 |

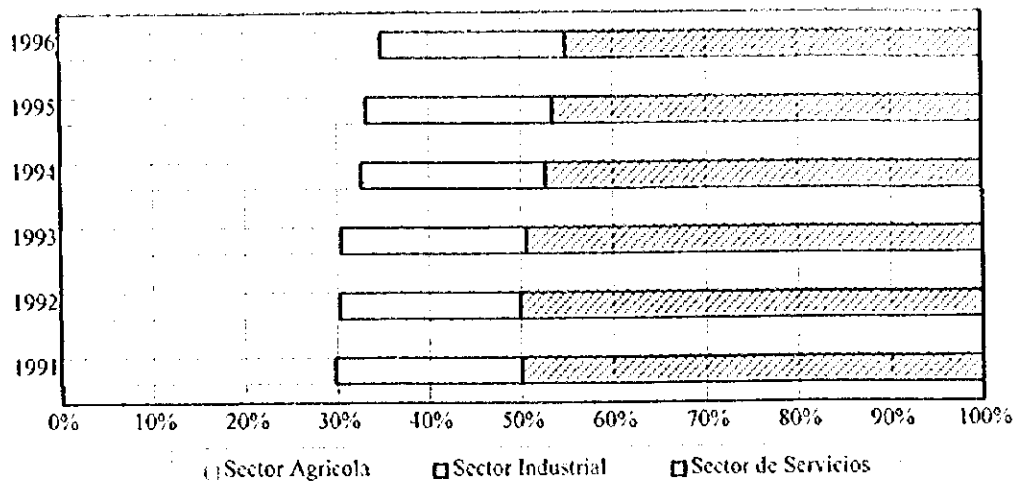
## *ANEXO I RIEGO Y DRENAJE*

### INDICE DE FIGURA

|              | Pag.  |
|--------------|---|
| FIGURA I - 1 | Importancia del Sector Agrícola..... IF-1                 |
| FIGURA I - 2 | Fuentes de Aguas Superficiales en la Región II ..... IF-2 |
| FIGURA I - 3 | Fuentes de Aguas Superficiales en la Región IV..... IF-3  |
| FIGURA I - 4 | Proyecto de Riego en el Area de EL SAUCE..... IF-4        |
| FIGURA I - 5 | Proyecto de Riego en el Area de CAYANLIPE..... IF-5       |
| FIGURA I - 6 | Proyecto de Riego en el Area de ZARZALES ..... IF-6       |
| FIGURA I - 7 | Proyecto de Riego en el Area de TELICA..... IF-7          |
| FIGURA I - 8 | Proyecto de Riego en el Area de MALACATOYA ..... IF-8     |
| FIGURA I - 9 | Proyecto de Riego en el Area de EL ESPINO..... IF-9       |



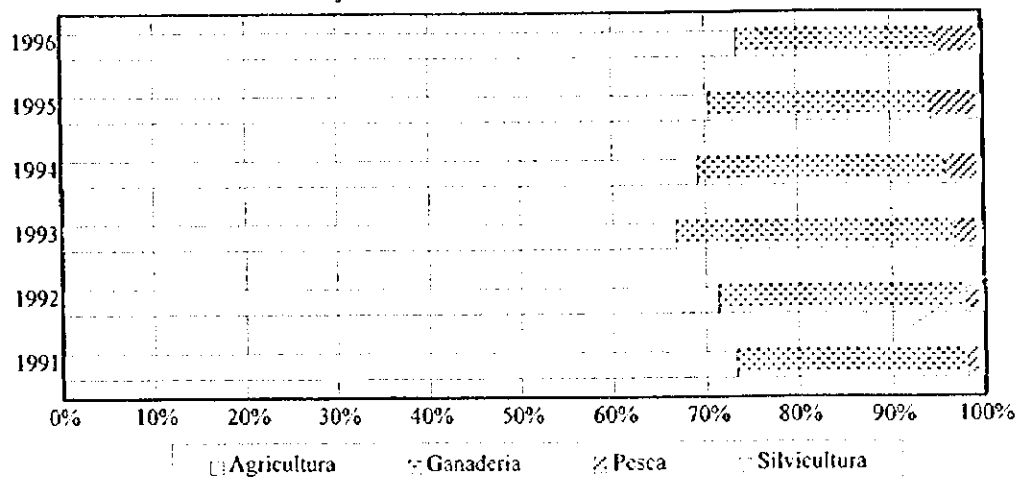
Porcentaje de Distribución en el GNP



Unit: C\$ Million

|                    | 1991     | 1992     | 1993     | 1994     | 1995     | 1996     |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Sector Agrícola    | 2214.3   | 2794.4   | 3372.1   | 4074.5   | 4813.6   | 5981.2   |
| (Primario)         | (29.8%)  | (30.3%)  | (30.5%)  | (32.7%)  | (33.3%)  | (34.9%)  |
| Sector Industrial  | 1507.8   | 1804.5   | 2224.2   | 2487     | 2923.2   | 3423.8   |
| (Secundario)       | (20.3%)  | (19.5%)  | (20.1%)  | (20.0%)  | (20.2%)  | (20.0%)  |
| Sector de Servicio | 3714.9   | 4631.3   | 5471     | 5883.9   | 6718.6   | 7721     |
| (Terciario)        | (50.0%)  | (50.2%)  | (49.4%)  | (47.3%)  | (46.5%)  | (45.1%)  |
| Total              | 7437     | 9230.2   | 11067.3  | 12445.4  | 14455.4  | 17126    |
|                    | (100.0%) | (100.0%) | (100.0%) | (100.0%) | (100.0%) | (100.0%) |

Porcentaje de Distribución en el Sector Agrícola



Unit: C\$ Million

|              | 1991    | 1992    | 1993    | 1994    | 1995    | 1996   |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Agricultura  | 1622.4  | 1995.8  | 2253.6  | 2820.4  | 3391.4  | 4395.7 |
| (73.3%)      | (71.4%) | (66.8%) | (69.2%) | (70.5%) | (73.5%) |        |
| Ganadería    | 550.4   | 740.1   | 1011    | 1084.7  | 1154.8  | 1278.6 |
| (24.9%)      | (26.5%) | (30.0%) | (26.6%) | (24.0%) | (21.4%) |        |
| Pesca        | 28.9    | 42.8    | 88.4    | 148.5   | 243.5   | 279.3  |
| (1.3%)       | (1.5%)  | (2.6%)  | (3.6%)  | (5.1%)  | (4.7%)  |        |
| Silvicultura | 12.6    | 15.7    | 19.1    | 20.9    | 23.9    | 27.6   |
| (0.6%)       | (0.6%)  | (0.6%)  | (0.5%)  | (0.5%)  | (0.5%)  |        |

FIGURA I-1 Importancia del Sector Agrícola

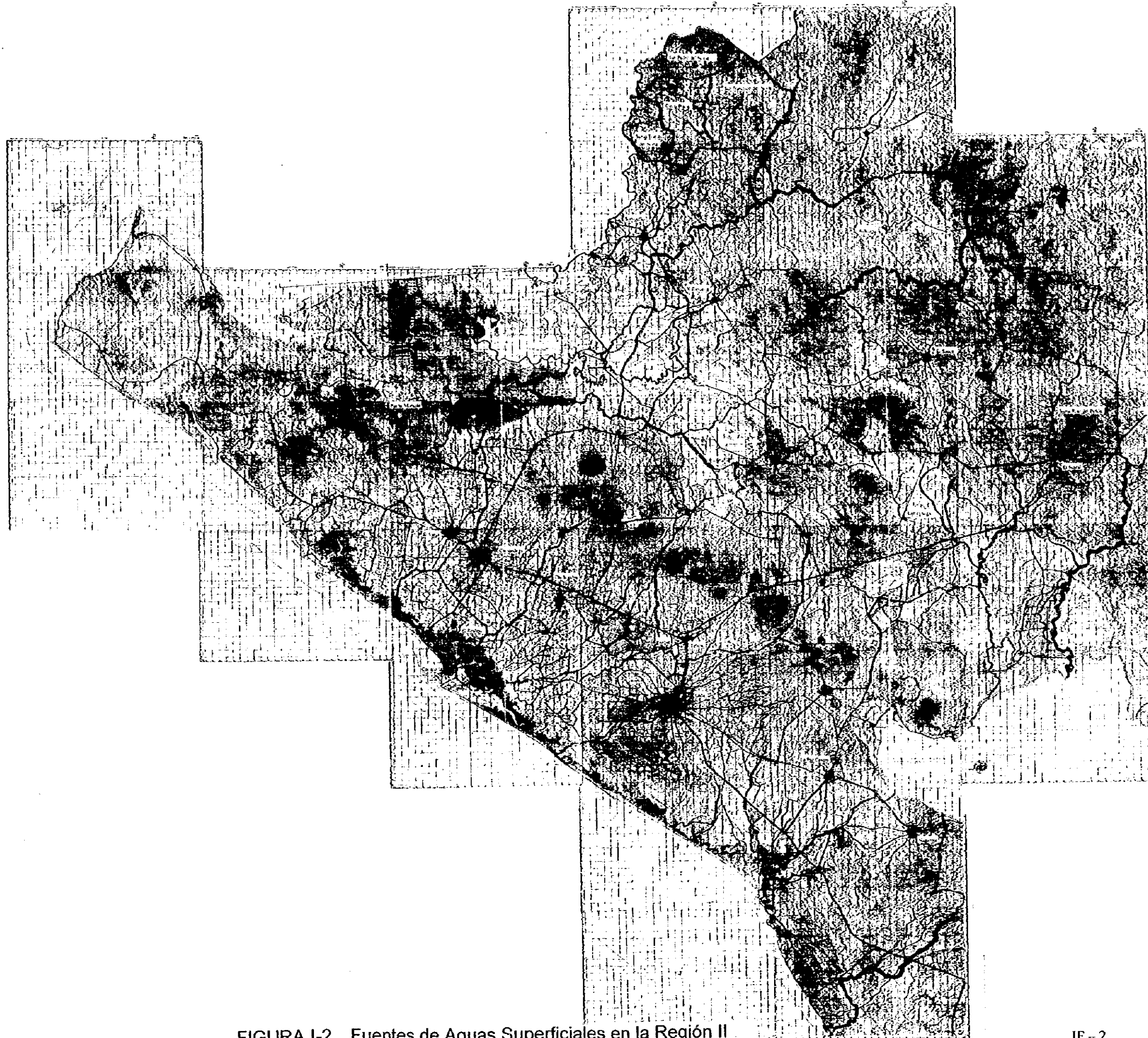


FIGURA I-2 Fuentes de Aguas Superficiales en la Región II



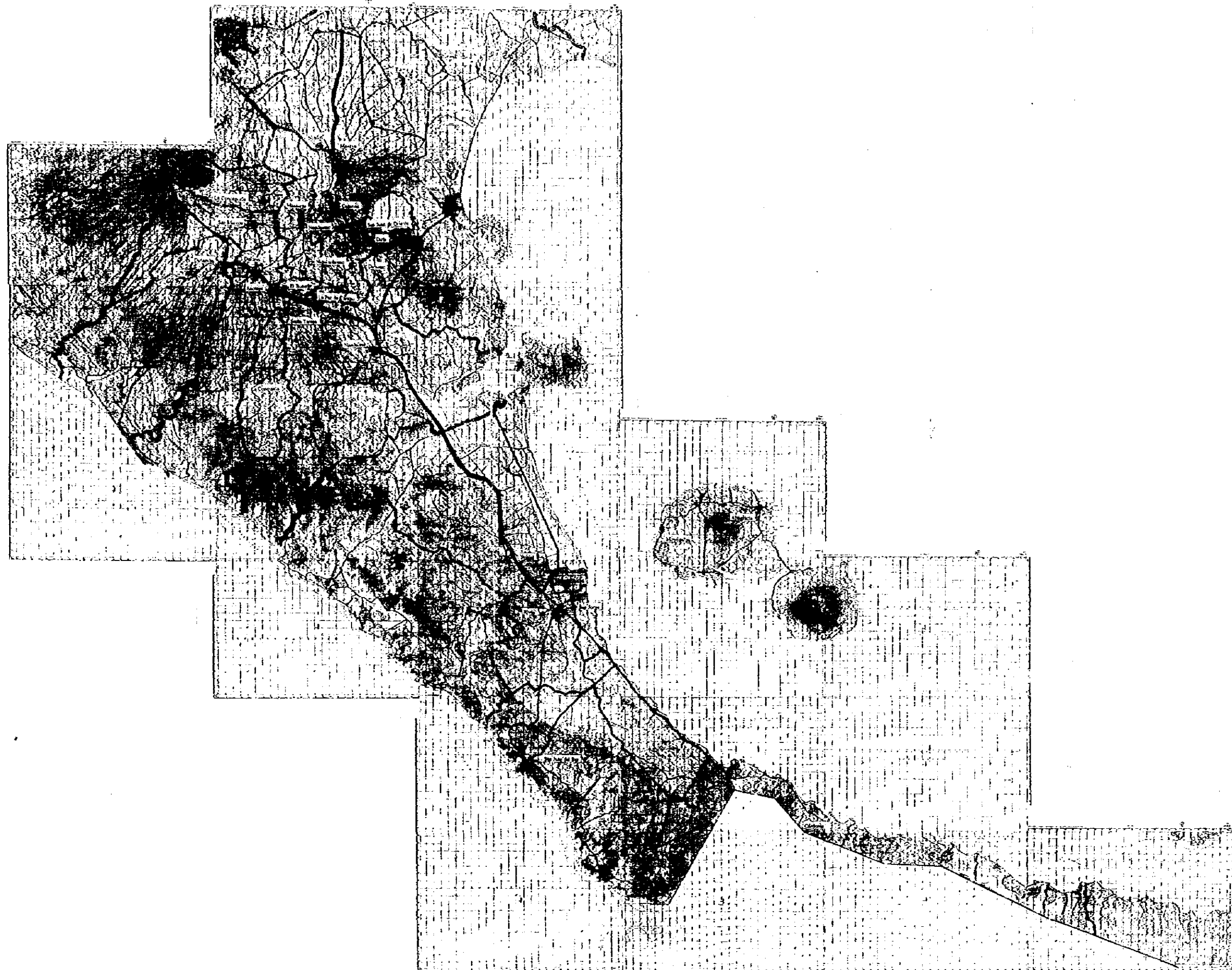
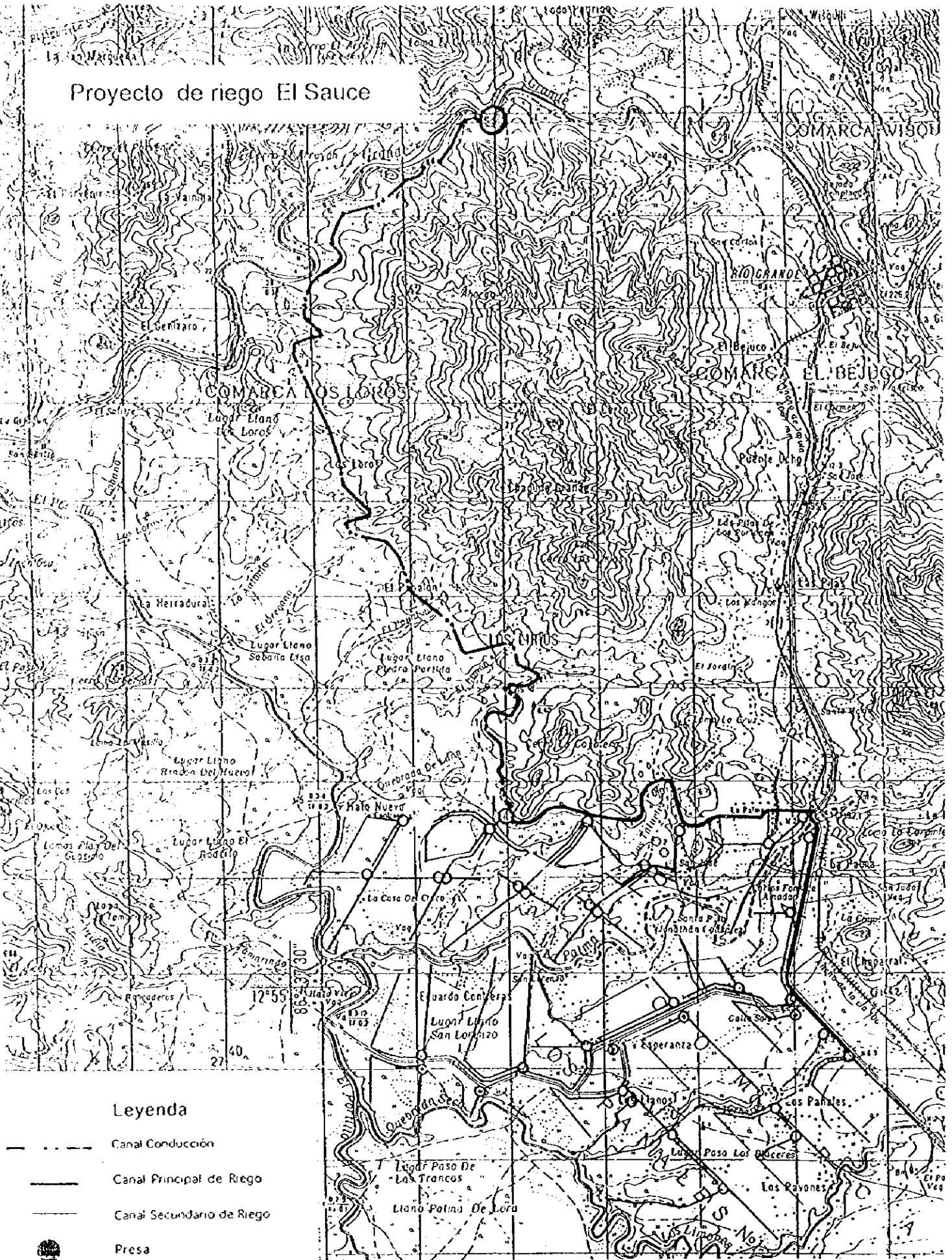


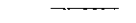





FIGURA I-3 Fuentes de Aguas Superficiales en la Región IV

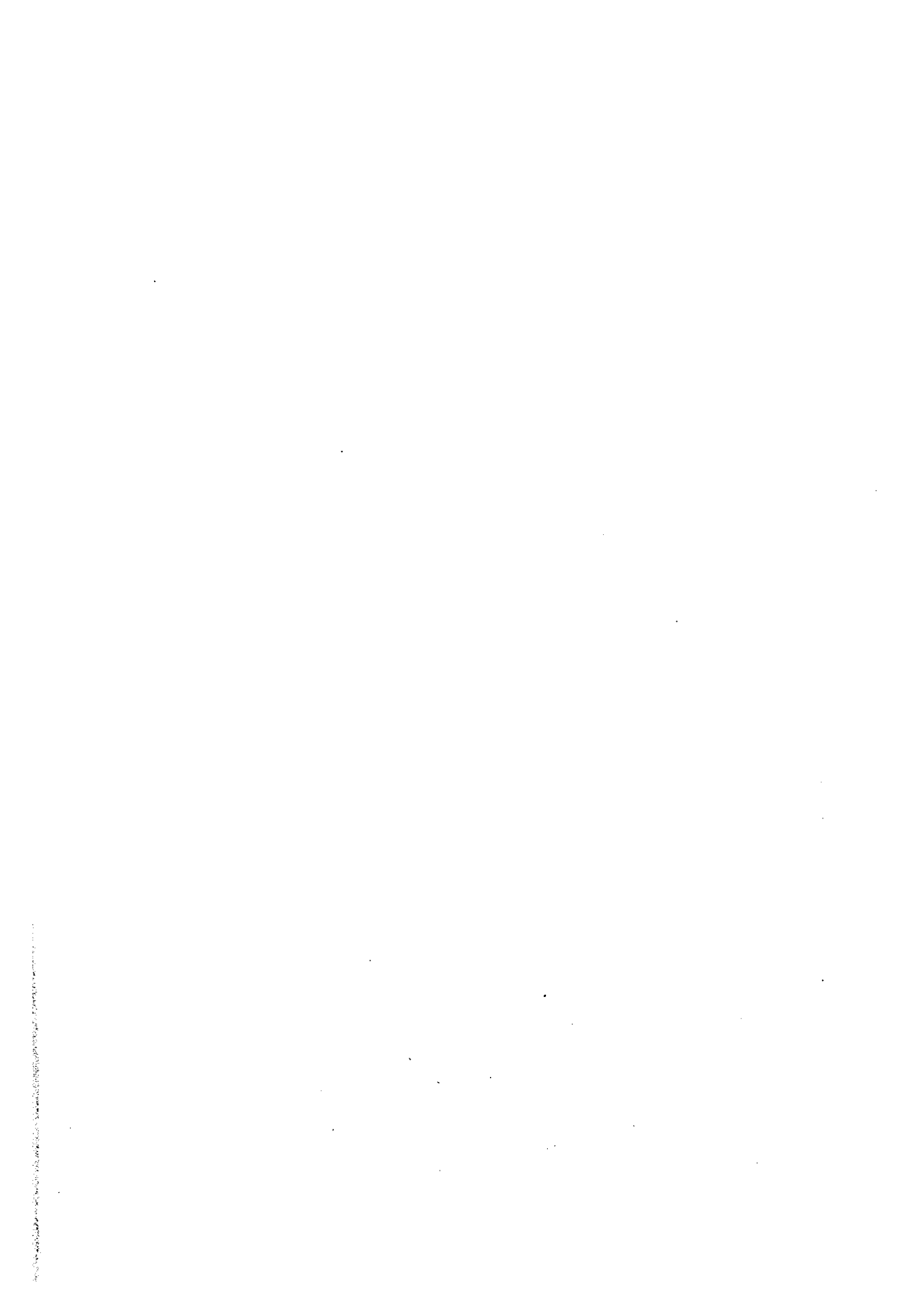
# Proyecto de riego El Sauce



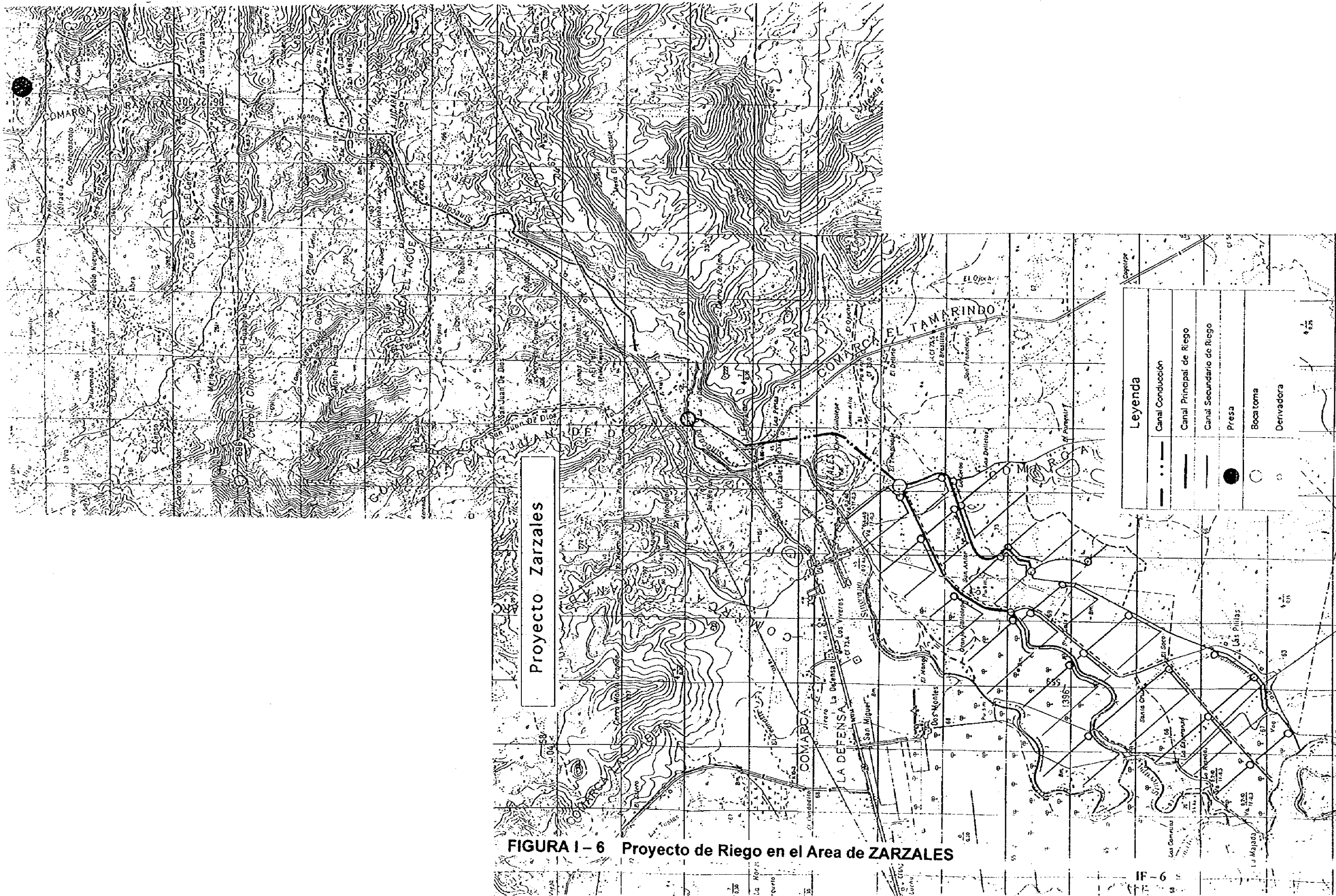
## Leyenda

-  Canal Conducción
-  Canal Principal de Riego
-  Canal Secundario de Riego
-  Presa
-  Bocatoma
-  Derivadora

**FIGURA I - 4 Proyecto de Riego en el Area de EL SAUCE**







Proyecto Zarzales

FIGURA I - 6 Proyecto de Riego en el Area de ZARZALES

| Leyenda |                           |
|---------|---------------------------|
|         | Canal Conducción          |
|         | Canal Principal de Riego  |
|         | Canal Secundario de Riego |
|         | Presas                    |
|         | Bocatomas                 |
|         | Derivadora                |



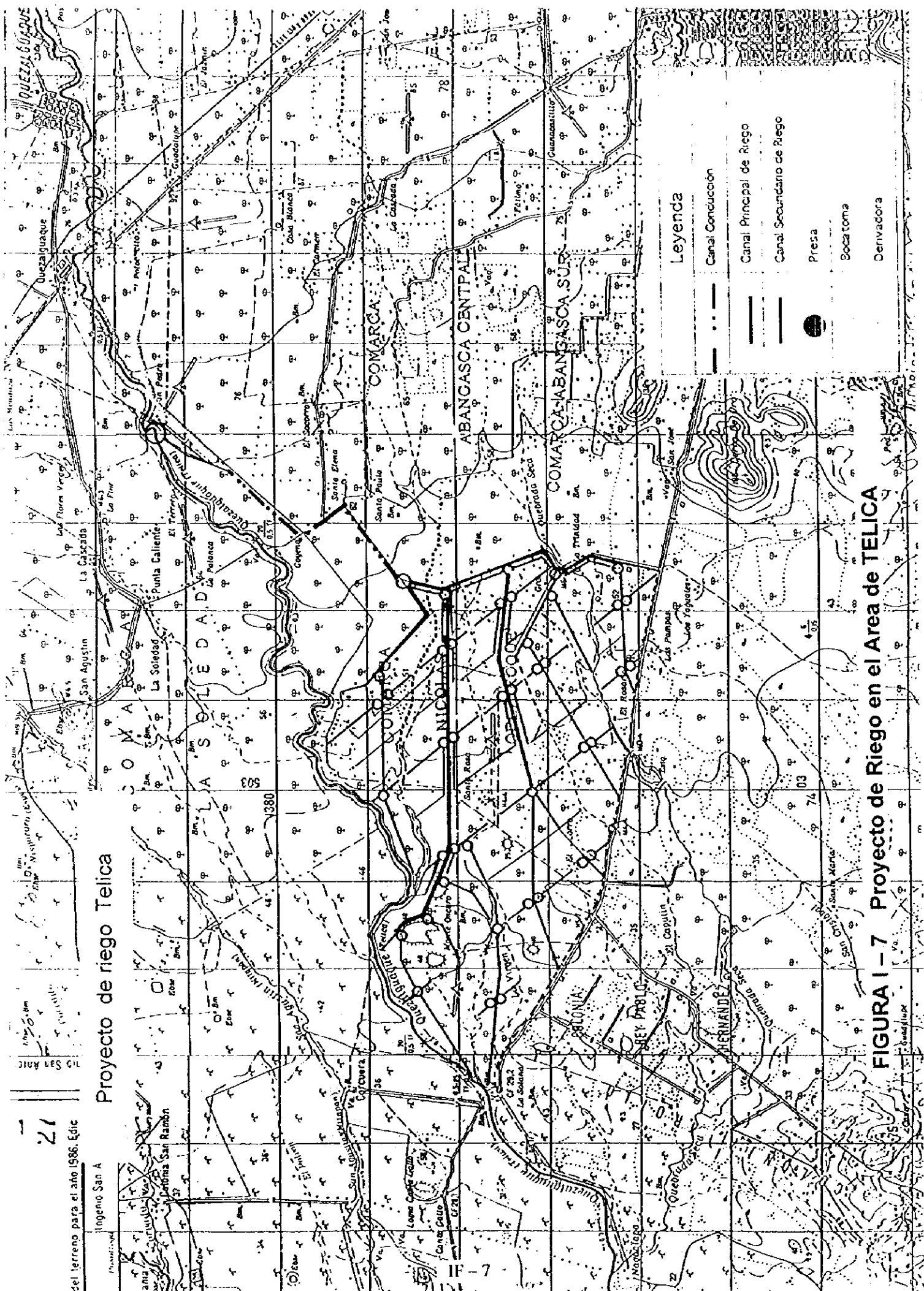


FIGURA I - 7 Proyecto de Riego en el Area de TELICA

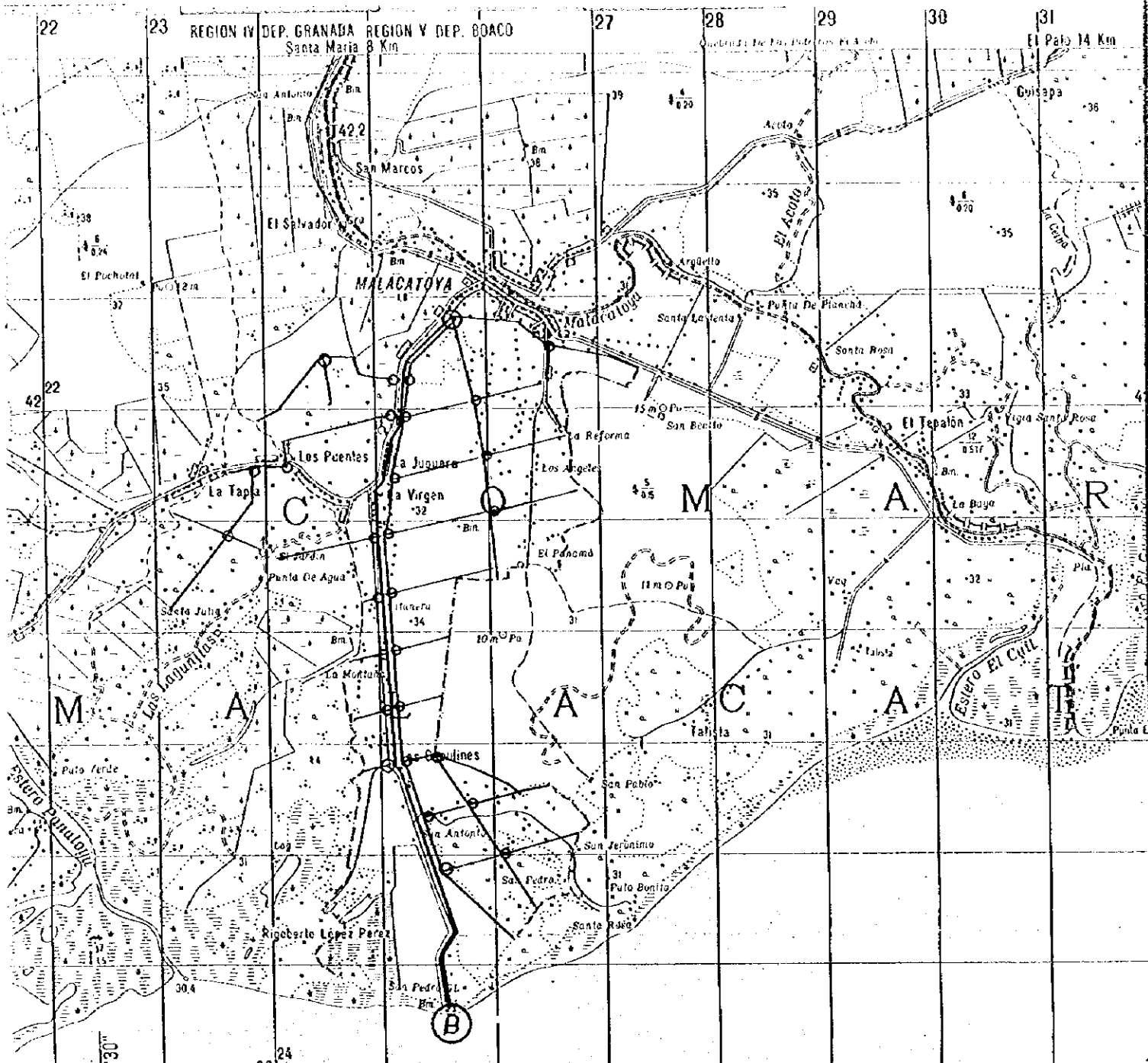
del terreno para el año 1986. Edic

Proyecto de riego Telica

Ingenio San A

Legenda

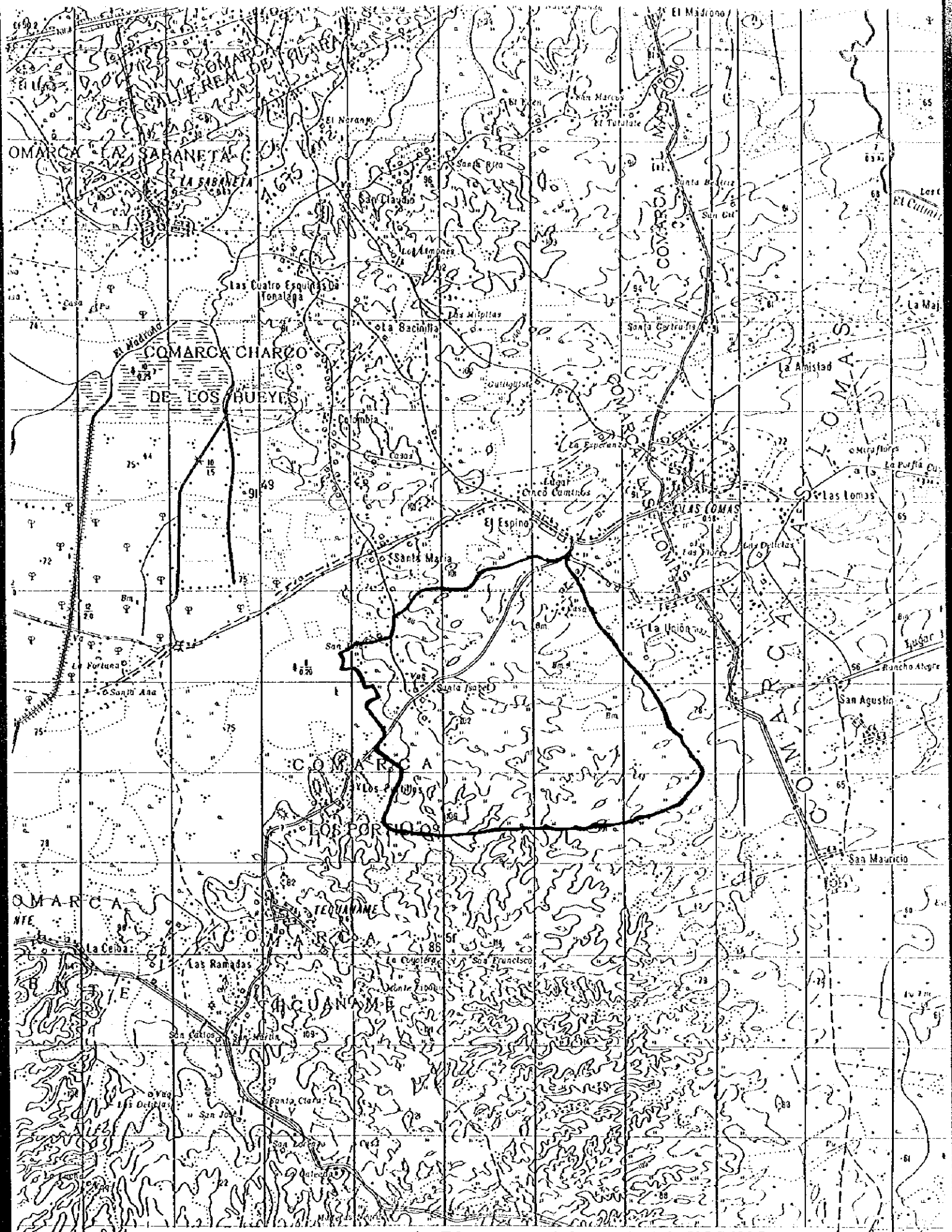
- Canal Conducción
- Canal Principal de Riego
- Canal Secundario de Riego
- Presa
- Boca toma
- Derivadora



N I C A R A G U A ( C O C I B O )

FIGURA I - 8 Proyecto de Riego en el Area de MALACATOYA





**FIGURA I - 9 Proyecto de Riego en el Area de EL ESPINO**