

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON(JICA)

No. 42

REPUBLICA DE NICARAGUA

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE
AGUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

**ESTUDIO SOBRE EL PROYECTO
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
EN MANAGUA**

RESUMEN EJECUTIVO

SEPTIEMBRE 1993

Kokusai Kogyo Co., Ltd., Tokio

S S S
J R
93-117

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE
AGUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
REPUBLICA DE NICARAGUA

ESTUDIO SOBRE EL PROYECTO
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
EN MANAGUA

RESUMEN EJECUTIVO

SEPTIEMBRE

617

618

333

BRARY

JICA LIBRARY



1122447(4)

28448

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON(JICA)

REPUBLICA DE NICARAGUA

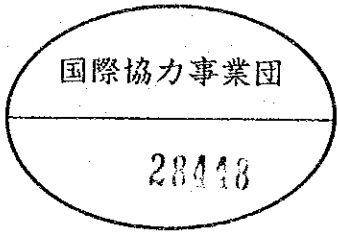
INSTITUTO NICARAGÜENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

**ESTUDIO SOBRE EL PROYECTO
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
EN MANAGUA**

RESUMEN EJECUTIVO

SEPTIEMBRE 1993

Kokusai Kogyo Co., Ltd., Tokio



RESUMEN

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO 1	INTRODUCCION	1
CAPITULO 2	ANTECEDENTES SOCIOECONOMICOS Y SECTORIALES .	10
CAPITULO 3	SUMINISTRO DE AGUA	43
CAPITULO 4	AGUA SUBTERRANEA	57
CAPITULO 5	EVALUACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS . . .	127
CAPITULO 6	EL PROYECTO	138
CAPITULO 7	PLAN DE MANEJO DEL AGUA SUBTERRANEA . . .	163
CAPITULO 8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	177

MAPA DE UBICACION



CAPITULO 1 INTRODUCCION

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1 General

Este Informe del Estudio fue preparado de acuerdo con el Alcance de Trabajo acordado entre el "Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados" (INAA) y "La Agencia de Cooperación Internacional del Japón" (JICA) para la realización del Estudio sobre el Proyecto de Abastecimiento de Agua en Managua.

El Area de Estudio comprende la cuenca hidrogeológica de Managua (aproximadamente 880 km²), de cuya superficie, casi 200 km² está ocupada en parte norte por el área urbana de la ciudad capital "Managua".

1.2 Perfil del Estudio

1.2.1 Antecedentes del Proyecto

La ciudad de Managua, Capital de la República de Nicaragua, tiene aproximadamente un tercio de población total del país con una tasa de crecimiento del 7%. En la década pasada, la población de la ciudad se duplicó de medio millón a más de 1 millón de habitantes.

Desde que se construyó inicialmente el sistema de abastecimiento de agua para beneficio de miles de personas, se ha requerido del mejoramiento o de la expansión frecuentes del mismo para responder con la creciente demanda de agua. Por tanto, el mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento es muy difícil.

El agua subterránea, incluyendo el agua de la laguna de Asososca, ha sido la única fuente del sistema de abastecimiento de agua. La sobre-explotación de ésta ha ocasionado el decrecimiento del nivel de agua, lo que podría causar el deterioro de la calidad si se da la contaminación directa por medio de las aguas contaminadas del lago de Managua.

Por tanto, la drástica rehabilitación del sistema de abastecimiento y el desarrollo de una nueva fuente de

abastecimiento de agua son temas de mucha importancia en Managua.

Para hacer frente a la situación antes mencionada, se formuló, en 1989 un programa de abastecimiento con meta para 1994, a través del estudio del diseño detallado con la colaboración del Banco Mundial y de la URSS.

Para la pronta puesta en marcha del programa y también para el establecimiento de un plan de desarrollo de una nueva fuente de agua para después de 1994, el Gobierno de Nicaragua solicitó ayuda técnica y económica al gobierno del Japón en Octubre de 1989.

En respuesta a ésta petición, la JICA formuló el plan de trabajo en septiembre de 1990 y después envió un equipo de trabajo preliminar en Marzo de 1991. El "Alcance de Trabajo" en lo que se refiere al estudio de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua y del desarrollo de agua subterránea se aprobó para esta fecha. Sin embargo, debido a que otra solicitud de préstamo, para la rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua fue aprobada por el BID, se tuvo que rectificar el "alcance de trabajo" en Octubre de 1991, centrandose especialmente en el desarrollo del agua subterránea.

1.2.2 Objetivos del estudio

Los tres objetivos principales del programa son:

- Calcular el potencial de agua subterránea en el Area de Estudio y formular un plan de desarrollo para el agua subterránea.
- Elaborar un plan concreto para la expansión y mejora del sistema de abastecimiento de agua incluyendo el diseño de instalaciones.
- Transferencia de tecnología para el personal de la contra parte durante la ejecución del estudio.

1.2.3 Area de Estudio

El Area de Estudio se amplió de 530 km² hasta aproximadamente 880 km² de conformidad con la petición de INAA e INETER y con el propósito de cubrir toda la cuenca hidrogeológica de

Managua.

1.2.4 Equipo de Estudio

El estudio prácticamente fue realizado conjuntamente por un equipo integrado por miembros de JICA, personal de INAA y de INETER. JICA organizó un Equipo de Estudio que consiste de un Coordinador y nueve expertos en los diferentes campos de estudio.

Para la buena marcha del estudio y la efectiva transferencia de tecnología, INAA proporcionó el personal contraparte de su propio equipo de trabajo e INETER también facilitó hidrólogos especialistas. Los integrantes del equipo de JICA y los miembros de la contraparte se muestran en la Fig.12.1 y se describen a continuación:

Equipo de Estudio de JICA

<i>Nombre</i>	<i>Especialidad</i>
FUJIWARA Kunio	Coordinador/Hidrogeólogo
KANDA Atsuo	Sub-Coordinador/Hidrogeólogo
YAMAGUCHI Masahiro	Hidrólogo/Lic. en Computación
TANAKA Masatoshi	Geofísico/Hidrólogo
AOYAMA Takashi	Geofísico
SUEMATSU Kakuji	Geólogo/Supervisor de perforación
NAOTSUKA Akira	Especialista en agua
ARAKAWA Shuji	Especialista en agua
KINA Masaharu	Planificador Urbano/Arquitecto
OBARA Masaru	Socioeconomista

INAA

MARTINEZ Gustavo	Vice Ministro de INAA/Jefe del Equipo de INAA/Hidrogeólogo
SAAVEDRA Francisco	Director de Operación y Mant. Ingeniero/Asesor
VALLE Carlos	Jefe de la Contraparte/Geólogo
MAYORGA Walter	Especialista en agua
CALDERA Mario	Especialista en agua
MARTINEZ Santos	Supervisor de perforaciones
VARGAS Fernando	Estadística y Socio-economía
VALLE Juan C.	Geofísico
UGARTE S. Donald R.	Ingeniero Asistente

INETER

FERNANDEZ William
RUIZ Luis

Hidrogeólogo
Hidrogeólogo

1.3 Descripción del Estudio

1.3.1 Componentes y Secuencia del Estudio

El proyecto de abastecimiento de agua de este estudio, básicamente está dirigido al desarrollo del agua subterránea como fuente de abastecimiento para satisfacer la creciente demanda de la ciudad capital. Por lo tanto, el principal objetivo de este estudio es calcular el potencial de agua subterránea de la ciudad de Managua y sus alrededores. Además se pretende saber por cuánto tiempo el agua subterránea de esta área puede satisfacer la demanda después de 1994 sin ocasionar problemas serios, tales como la drástica baja del nivel de agua o el deterioro de la calidad del agua debido a la sobre-explotación.

Por consiguiente, el estudio comprende de 3 importantes componentes:

1) El del desarrollo del agua subterránea incluye los siguientes sub-componentes:

- Hidrogeología
- Meteorología, hidrología y calidad del agua
- Evaluación del potencial de desarrollo del agua subterránea

2) El de la demanda de agua comprende los siguientes sub-componentes :

- Estado actual del uso del agua subterránea
- Políticas de abastecimiento de agua y criterios de diseños
- Proyección de la demanda de agua

3) El de abastecimiento de agua con los siguientes sub-componentes:

- Plan de desarrollo del agua subterránea (construcción de pozos)

- Diseño de instalaciones

Los estudios para cada uno de los componentes se realizaron en un período de 11 meses desde diciembre de 1991 seguido por un trabajo de análisis detallado y por la preparación del informe en Japón, hasta julio de 1993.

El cronograma del estudio y los items de trabajo aparecen en la Fig.1.3.1, y el programa de trabajo se muestra en la Fig.1.3.2. El perfil del estudio se describe brevemente a continuación:

Fase I : 3 meses y medio desde diciembre 1991 hasta marzo 1992.

Se realizó el primer estudio de campo para obtener un conocimiento básico sobre los componentes del estudio y se preparó el primer informe de avance en Managua.

Fase II : 9 meses y medio desde junio hasta noviembre de 1992.

Se efectuaron detallados estudios de campo sobre temas hidrológicos e hidrogeológicos incluyendo la construcción de pozos exploratorios. El estudio de campo complementario y el análisis comprehensivo de los componentes 2 y 3 que se mencionaron con anterioridad también se realizó en este período. Los datos que se obtuvieron hasta esa fecha se incluyeron en el Informe de Avance II.

Fase III : 5 meses desde noviembre 1992 hasta julio 1993.

El análisis general sobre la hidrología e hidrogeología del área se realizó como resultado de la evaluación del potencial de agua subterránea y de la preparación del mapa hidrogeológico preliminar. En combinación con los resultados de los componentes 2) y 3), también se preparó un borrador del plan de desarrollo del agua subterránea, el que fue presentado en el Informe Interino.

Después de la revisión del Informe Interino con las Instituciones involucradas en el Proyecto, se realizó un análisis adicional para finalizar el plan de desarrollo del agua subterránea y el plan de monitoreo. Ambos planes fueron preparados para enfrentar la demanda del año 2000 incluyendo el diseño preliminar de las instalaciones, como estudio de caso.

Con la incorporación de los comentarios realizados por el INAA al Borrador del Informe Final se preparó este Informe Final en el mes de septiembre de 1993.

La figura 1 muestra el cronograma del estudio.

1.3.2 Tecnología utilizada

Las siguientes tecnologías se utilizaron a lo largo de este estudio:

(a) Métodos de investigación hidrogeológica

(Fase I)

- Interpretación de fotografías aéreas (topografía y geología)
- Estudio de reconocimiento geológico
- Prospección geofísica (sondeo eléctrico)
- Revisión de los datos existentes sobre perforaciones (litología y caudal de bombeo)

(Fase II)

- Sondeo eléctrico
- Prueba de perforación y perfil geofísico (ambos para confirmar la formación geológica)
- Prueba de bombeo para determinar los parámetros hidráulicos de los acuíferos.

(b) Método del estudio hidrológico

(Fase I)

- Instalación del equipo de monitoreo (limnógrafo, limnómetro y pluviómetro) y comienzo del monitoreo
- Medida de descarga de los manantiales y ríos perennes
- Medición simultánea del nivel del agua subterránea durante la época seca
- Análisis de la calidad de agua

(Fase II)

- Monitoreo del nivel de agua subterránea, de los ríos y de

- la precipitación
 - Medida de descarga de los manantiales y ríos en la época lluviosa
 - Análisis de la calidad de agua incluyendo el método de muestreo del isótopo de tritio
- (c) Preparación del sistema de base de datos
- Recopilación y organización de los datos hidrológicos/hidrogeológicos
 - Diseño y codificación del programa de base de datos y el procesamiento de la información
- (d) Simulación en la computadora del flujo de agua subterránea y la formulación de un plan de desarrollo de agua subterránea
- (e) Revisión del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Managua.
- Recopilación y organización de datos sobre la posible demanda de agua tomando como base el Plan de la ciudad de Managua y el crecimiento poblacional
 - Estudio sobre el funcionamiento de las principales instalaciones de abastecimiento de agua
- (f) Determinación de la escala de desarrollo
- Discusión acerca de la prioridad que se le dará a las zonas de abastecimiento
 - Proyección de la población y la demanda de agua por zona
 - Estimación del rendimiento de seguridad del agua subterránea
- (g) Estudio sobre la expansión práctica del sistema de abastecimiento de agua
- Levantamiento topográfico para el sistema de conducción de agua de las áreas a ser beneficiadas y los sitios alternativos
 - Diseño de los pozos, tanques de almacenamiento y tubería de conducción para el depósito de reserva existente con funciones independientes para las bombas de aspiración y conducción
 - Estimación de costo para las construcciones arriba mencionadas

1.3.3 Programa del estudio

El estudio se realizó en un período de 22 meses a partir de diciembre de 1991 hasta septiembre de 1993.

Fig. 1.3.1 representa el programa de trabajo general y cubre todo el período del estudio, el que se dividió en las siguientes tres fases:

- Fase I: Período de recopilación de la información básica
(diciembre 1991 - marzo 1992)
- Fase II: Período para investigación más detallada
(junio 1992 - noviembre 1992)
- Fase III: Período de análisis y planificación
(noviembre 1992 - septiembre 1993)

Fig. 1.3.1. FLUJO DE ACTIVIDADES

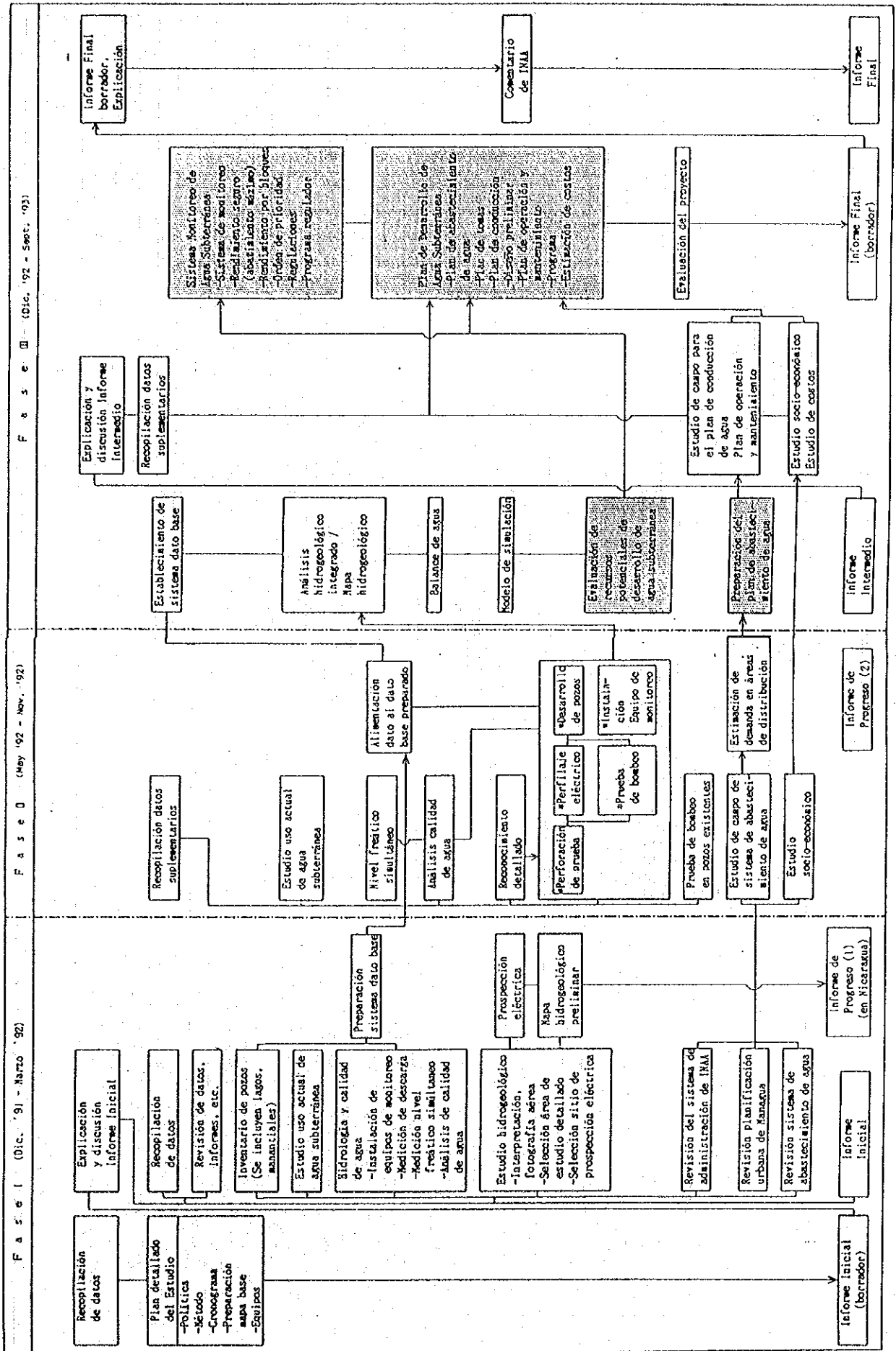
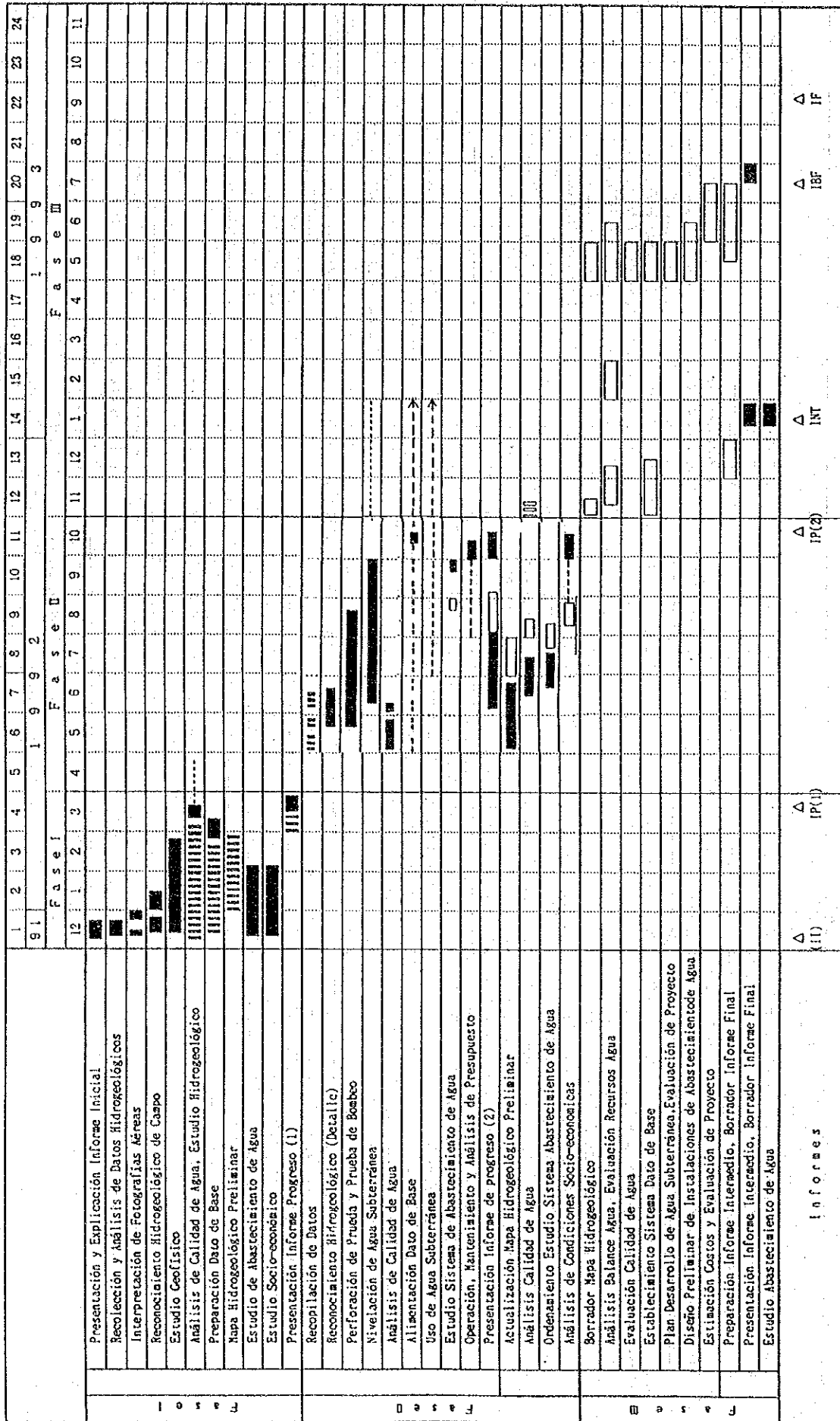


Fig. 1.3.2 Cronograma de Trabajo



■ en Japón □ en Nicaragua

CAPITULO 2 ANTECEDENTES SOCIOECONOMICOS Y SECTORIALES

CAPITULO 2 ANTECEDENTES SOCIOECONOMICOS Y SECTORIALES

2.1 Generalidades

La República de Nicaragua se encuentra ubicada en el istmo centroamericano, limitando con Honduras, Costa Rica, el Océano Atlántico y el Océano Pacífico. La superficie total es de 130.682 km², de los cuales 10.333 km² corresponden a superficies acuáticas que en su gran mayoría están constituidas por los dos grandes lagos de Managua (Xolotlán) y Nicaragua (Cocibolca).

El país se divide en tres Macro-regiones: la del Pacífico, la Central y la del Atlántico, con características climáticas que varían desde la sabana tropical a la selva húmeda tropical y el clima de altura. La temperatura media anual es de 27 °C y la precipitación media anual es de 1.300 mm.

Administrativamente, el país está dividido en Regiones, Departamentos y Municipios, siendo el Municipio la unidad política-administrativa básica. Las autoridades municipales gozan de autonomía del gobierno central, y son elegidos por el pueblo mediante el sufragio universal, igual, directo, libre y secreto por un período de seis años (Artículos 175, 176, 177 y 178 de la Constitución de 1987).

En la práctica, el país está dividido en 9 Regiones, 16 Departamentos y 142 Municipios. Dos de las nueve Regiones son consideradas autónomas debido a las singulares características étnicas y socioculturales: la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) y la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS).

La organización del Gobierno Central, de acuerdo al Artículo 129 de la Constitución de 1987, descansa en cuatro Poderes independientes: Legislativo, Judicial, Electoral, y Ejecutivo, los cuales son independientes entre sí y se coordinan armónicamente. El Poder Legislativo está constituido por la Asamblea Nacional de 90 Representantes con sus respectivos Suplentes, los cuales son elegidos por voto universal, igual, directo, libre y secreto por un período de seis años (Artículos 132 y 136 de la Constitución de 1987).

El Poder Judicial está integrado por los Tribunales de Justicia, cuyo órgano superior es la Corte Suprema de Justicia conformada por siete Magistrados como mínimo, los cuales son

elegidos por la Asamblea Nacional por un período de seis años. El Presidente de la República nombra uno de los Magistrados de la Corte Suprema de Justicia como su Presidente (Artículos 158, 159, 162 y 163 de la Constitución de 1987).

El Poder Electoral tiene jurisdicción exclusiva sobre la organización, dirección y vigilancia de las elecciones, plebiscitos y referendos. El Poder Electoral está integrado por el Consejo Supremo Electoral y demás organismos electorales subordinados. La Asamblea Nacional elige por un período de seis años los cinco Magistrados del Consejo Supremo Electoral, uno de los cuales es elegido como su Presidente (Artículos 168, 169, 170 y 172 de la Constitución de 1987).

El Poder Ejecutivo lo ejerce el Presidente de la República, quien es Jefe de Estado, Jefe de Gobierno y Jefe Supremo de las Fuerzas de Defensa y Seguridad de la Nación. La elección del Presidente y del Vicepresidente de la República se realiza mediante el sufragio universal, igual, directo, libre y secreto. Son elegidos quienes obtengan la mayoría relativa de votos (Artículos 144, 146 y 148 de la Constitución de 1987).

2.2 Características económicas

2.2.1 Nicaragua

La población económicamente activa (PEA) fue estimada en 1.331.200 en 1990, es decir, el 34% de la población total estimada de 3.858.900. Entre 1988 y 1990, mientras la población total creció a una tasa anual de 2,14%, la PEA creció anualmente a una tasa de 4,46% (Cuadro 2.2.1).

Como puede observarse en los Cuadros 2.2.1 y 2.2.2, el sector primario empleaba el 33% de la PEA, el sector secundario el 20%, y el sector terciario el 47%. En el sector secundario, la industria manufacturera empleaba el 16% de la PEA, mientras que en el sector terciario el comercio empleaba el 16% y otros servicios el 19%. En 1990 se registraron 160.000 desempleados (12% de la PEA) y 599.600 subempleados (45% de la PEA), lo que demuestra que más de la mitad de la PEA del país tenían serios problemas de empleo.

En Córdobas constantes de 1980, el producto interno bruto

(PIB) disminuyó de 17.936,2 Millones en 1988 a 16.666,9 Millones en 1990, equivalentes a una contracción anual del 2,4%. El PIB per capita se estimó en 4.319 Córdobas en 1990, habiendo disminuído a una tasa anual del 5,2% desde 1988. La composición aproximada del PIB fue de 50% sector terciario, 25% sector secundario y 25% sector primario (Cuadro 2.2.1).

(1) Sector Primario

Se reconoce que la agricultura en Nicaragua tiene una estructura dual que, por un lado, está compuesta de explotaciones de tipo comercial-exportador y, por el otro lado, de explotaciones de subsistencia o para consumo doméstico. En 1990, de un total de 770.000mz. de área cultivada, los productos de exportación por explotaciones de tipo comercial-exportador comprendieron 299.000mz. (38%), mientras que los granos básicos constituyeron 471.000mz. (62%).

Los principales cultivos de exportación fueron café 106.000mz., algodón 64.000mz., caña de azúcar 66.000mz., ajonjolí 51.000mz. y banana 3.000mz., los cuales generaron US\$170 Millones equivalentes al 59% de las exportaciones totales en 1990, cuando la agricultura constituyó el 15% del PIB. Por otro lado, los principales cultivos de consumo interno fueron maíz 223.000mz., frijoles 130.000mz. y arroz 54.000mz. en 1990 (Cuadro 2.2.3).

La principal actividad ganadera es la bovina, habiéndose estimado el hato ganadero en 1.600.000 cabezas en 1988. El ganado sacrificado ascendió a 210.900 cabezas en 1989, resultando en la producción de 66,8 millones de libras de carne vacuna, de las cuales se exportaron 37 millones de libras. La ganadería constituyó el 8% del PIB en 1989.

Los camarones y las langostas constituyeron dos productos promisorios en relación a exportaciones no tradicionales. Aunque la pesca y exportación de estos dos productos disminuyeron en 1990, la tasa de contracción fue menor que la de los pescados (Cuadro 2.2.4). Los valores de exportación de estos dos productos oscilaron entre US\$9 Millones y US\$12 Millones entre 1988 y 1990.

Considerando que los camarones y las langostas gozan de alta demanda en el mercado internacional, la exportación de estos dos productos tiene posibilidades de grandes aumentos en el futuro.

(2) Sector Secundario

La industria manufacturera fue seriamente perjudicada por el conflicto armado, que destruyó plantas industriales, materia prima y productos finales, además de causar pérdida de mercados y drástica reducción de inversiones. La industria manufacturera constituyó alrededor del 20% del PIB en 1990.

Se considera que 37 firmas manufactureras ubicadas en Managua constituían causas principales de la contaminación del Lago Managua. Medidos en términos de valores de producción, los tipos industriales de importancia en 1990 fueron productos alimenticios 20%, industria química 18%, bebidas 13%, productos metálicos 10%, e industria del tabaco 8% (Cuadro 2.2.5).

(3) Sector Terciario

El sector terciario de Nicaragua en 1990 empleaba alrededor de la mitad de la PEA y constituía la mitad del PIB (Cuadros 2.2.1 y 2.2.2). En relación a la distribución del empleo, el comercio ocupaba el 16% de la PEA, el Gobierno Central el 6%, transportes y comunicaciones el 4%, finanzas el 2%, y otros servicios el 19%.

La importancia relativa del sector terciario en el empleo y en el PIB parece ser exagerada para la presente etapa de desarrollo de la economía nicaragüense. Las altas tasas de empleo en el comercio y otros servicios sugieren que en realidad pueden tratarse de casos adicionales de sub-empleos de personas que no pudieron encontrar empleos más apropiados en los sectores primario y secundario.

(4) Comercio Internacional

Las exportaciones de Nicaragua aumentaron, en términos monetarios, de US\$235,7 Millones en 1988 a US\$321,3 Millones en 1990, equivalentes a un crecimiento anual del 10,9%. Durante el mismo período, las exportaciones de productos tradicionales disminuyeron del 85% al 81% del total, con el correspondiente aumento en las exportaciones de productos no tradicionales.

Los productos tradicionales de exportación fueron café, algodón, azúcar, carne vacuna, banana y oro. Entre 1988 y 1990, las exportaciones de café y algodón disminuyeron en términos

absolutos y relativos, mientras que las exportaciones de azúcar aumentaron seis veces y las de la carne vacuna se triplicaron. El café, el azúcar, el algodón y la carne vacuna constituyeron el 63% del valor de exportaciones totales de 1990 (Cuadro 2.2.6).

Por otra parte, las importaciones disminuyeron de US\$807,1 Millones en 1988 a US\$664,7 Millones en 1990, causando una reducción en el déficit de la balanza comercial de US\$571 Millones a US\$343 Millones. Las importaciones se clasifican en artículos de consumo, petróleo, bienes intermedios, y bienes de capital, que constituyeron el 28%, 19%, 24% y 28%, respectivamente, del valor de importaciones totales en 1990 (Cuadro 2.2.7).

(5) Deuda Externa

La deuda externa nicaraguense aumentó de US\$7,200 Millones en 1988 a US\$8,700 Millones en 1990, equivalentes a un crecimiento anual del 6,2%. La composición de la deuda externa consistió de 93% de deuda a mediano y largo plazos y 7% de deuda a corto plazo. Alrededor de dos tercios de la deuda total fueron incurridos por el Gobierno Central, alrededor de un quinto por el Banco Central, y el resto por otros sectores públicos y el sistema financiero (Cuadro 2.2.8).

Los acreedores fueron en su mayoría organizaciones bilaterales a las cuales se les debía alrededor del 65% de la deuda total, mientras que a las instituciones multinacionales se les debía el 15%, a los bancos comerciales alrededor del 15%, y el resto a los proveedores y algunos acreedores de deudas a corto plazo (Cuadro 2.2.8).

(6) Finanzas del Gobierno Central

El Gobierno Central incurrió déficits fiscales de más de 300 Millones de Córdoba Oro en 1988 y 1990, y de alrededor de 30 Millones de Córdoba Oro en 1989. Durante estos tres años, los ingresos tributarios ascendieron a más del 90% de los ingresos del Gobierno Central, mientras que los ingresos de capital constituyeron menos del 2% de los ingresos totales (Cuadro 2.2.9).

Los gastos corrientes superaron los ingresos totales y constituyeron entre el 92% y el 95% de los gastos totales.

Dentro de los gastos corrientes, los bienes y servicios constituían del 60% al 70%, sueldos y salarios del 13% al 20%, y el resto estaba constituido por transferencias e intereses. Los sueldos y salarios y las transferencias tenían tendencias ascendentes, mientras que las otras categorías de ingresos y gastos mostraban tendencias decrecientes (Cuadro 2.2.9).

El Cuadro 2.2.10 presenta una clasificación más detallada de los ingresos del Gobierno Central durante el período 1988-1990. Los ingresos tributarios ascendieron a más del 90%, clasificados en impuestos directos 20%-25%, impuestos sobre bienes y servicios 50%-60%, e impuestos a las importaciones 7%-14%. El impuesto directo más importante fue el impuesto sobre el ingreso y las ganancias, con alrededor del 20%, mientras que entre los impuestos a los bienes y servicios, los impuestos selectivos al consumo constituyeron el 34%-36%, y los impuestos a las ventas el 10%-12% de los ingresos tributarios.

2.2.2 El Area de Estudio

Las ciudades principales dentro del Area del Estudio son Managua y Masaya, cuya población combinada excede con creces el millón de habitantes. Como se trata del area más urbanizada del país, la distribución del empleo muestra el sector terciario con el 65%, el sector secundario con el 31% y el sector primario con el 4%. En el area urbana de Managua en 1989, las tres principales ocupaciones fueron servicios 39%, comercio 24% y manufacturas 21%.

La industria manufacturera es especialmente fuerte en el Area de Estudio, que concentra aproximadamente el 80% de las firmas industriales del país. Las plantas manufactureras de todos los tamaños están ubicadas en las siguientes zonas.

- | | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| 1. Carretera Norte | Textiles |
| 2. Acahualinca | Alimentos |
| 3. Carretera Sur | Industria química,
textiles |
| 4. Cuesta Héroes y Mártires | Industria química,
petróleo |
| 5. Carretera Nueva a León | Metal mecánica,
alimentos |
| 6. Carretera a Masaya | Industria química,
farmacéutica |

Además, las plantas manufactureras pequeñas se encuentran distribuidas en todas las áreas residenciales de la ciudad.

Típicamente, el 90% de las industrias emplean menos de 4 personas, por lo que se clasifican como pequeñas industrias, las cuales emplean el 13% de la fuerza laboral empleada en actividades manufactureras. Por otro lado, aquellas plantas con más de 25 empleados comprenden menos del 10% de las firmas. Los tipos de industrias predominantes son procesamiento de alimentos 49% y confección de vestidos 25%.

2.3 Condiciones Sociales

En 1985, se estimaba que existían 533.446 familias, con un promedio de 6,2 personas por familia, que vivían en 507.984 viviendas, con un promedio de 6,5 personas por vivienda. El 53% de las viviendas estaban ubicadas en áreas urbanas y el 47% en áreas rurales. En el Departamento de Managua existían 146.012 viviendas, o sea el 29% del país, de las cuales el 86% estaban ubicadas en áreas urbanas y el 14% en áreas rurales. El déficit habitacional en Nicaragua se estima en 400.000 viviendas, y se estima que crece a razón de 20.000 unidades por año.

En la ciudad de Managua, se estimaba que existían 118.000 viviendas en 1987, y 157.607 en 1991 sin incluir viviendas del Distrito 7 que se estimaban en 7.000 unidades. El déficit habitacional es especialmente grave en Managua, debido a la alta tasa de migración desde áreas rurales hacia la ciudad capital.

La alta tasa de migración rural-urbana a Managua ha originado los asentamientos "progresivos" y "espontáneos", con todas sus implicaciones en la demanda de servicios básicos, especialmente abastecimiento de agua. Mientras los asentamientos progresivos han estado recibiendo algún tipo de asistencia, como por ejemplo suministro de agua por puestos públicos, los asentamientos espontáneos consisten de ocupaciones ilegales de la tierra en áreas generalmente consideradas como inapropiadas para urbanizaciones. La población en 1991 se estimaba en 126.942 personas en los asentamientos progresivos, y 139.148 personas en los asentamientos espontáneos.

Con respecto al suministro de aguas, el 49% de las viviendas tenía conexiones domiciliarias, el 9% por puestos públicos, el 20% por pozos, y el 22% por otros sistemas. En el Departamento de

Managua, el 69% de las viviendas tenía conexiones domiciliarias, el 19% por puestos públicos, el 4% por pozos, y el 8% por otros sistemas. Las cifras correspondientes para el área urbana de Managua fueron 74% por conexiones domiciliarias, 20% por puestos públicos, 1% por pozos, y 5% por otros sistemas (Cuadro 2.3.1).

En relación a las instalaciones de saneamiento para la disposición de excretas, el 52% de las viviendas en Nicaragua tenían inodoros, el 23% tenían letrinas y el 25% no tenían tales instalaciones. En áreas urbanas, las viviendas con inodoros aumentaban al 55%, aquellas con letrinas al 41%, mientras que las viviendas sin medios de disposición sanitaria de excretas disminuían al 4% (Cuadro 2.3.1).

En cuanto al suministro de la energía eléctrica, las viviendas con suministro eléctrico en el país constituían el 63% del total y el 92% de las viviendas en áreas urbanas. En el Departamento de Managua, el 88% de las viviendas tenían suministro eléctrico, porcentaje que aumentaba al 95% en áreas urbanas (Cuadro 2.3.1).

De la descripción precedente se puede colegir que la deficiencia en la calidad y cobertura de abastecimiento de agua potable y saneamiento afecta adversamente la salud pública. Esta situación se manifiesta en la alta incidencia de desórdenes intestinales como la diarrea aguda, que fue la primera causa de mortalidad infantil en 1989. La tasa de mortalidad infantil por mil nacimientos vivos aumentó de 61,0 en 1986 a 71,8 en 1989. Del total de mortalidad infantil, el 80% ocurría dentro del primer año de nacimiento (Informe Nacional de Nicaragua a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo UNCED, Brasil 1992).

2.4 Plan Nacional de Desarrollo

Estrategia de Desarrollo de Mediano Plazo 1992-1996

El Gobierno electo en febrero de 1990 ha formulado recientemente la "Estrategia de Desarrollo de Mediano Plazo 1992-1996", con el fin de consolidar los logros de los primeros dos años. Estos logros incluyen la pacificación del país, el control de la hiperinflación, la estabilización de la tasa cambiaria, la desregulación y la liberalización del sector privado, y la reprogramación de la deuda externa.

2.4.1 Objetivos

La Estrategia de Desarrollo 1992-1996 clasificó los objetivos en aquellos para el corto plazo y para el mediano plazo.

(1) Objetivos de corto plazo 1992-1993

- 1) Consolidación de la estabilidad macroeconómica y política
- 2) Transición de la estabilización hacia el desarrollo sostenido
- 3) Generación de empleos de emergencia
- 4) Establecimiento de un marco regulador para el uso y conservación racional de los recursos naturales
- 5) Inicio de reformas institucionales en el sector público
- 6) Conclusión de las negociaciones de la deuda externa

(2) Objetivos de mediano plazo 1994-1996

- 1) Consolidación de los marcos legales e institucionales que definan el entorno del sector privado
- 2) Crecimiento basado en exportaciones y mejoramiento de la tecnología
- 3) Formación de capital humano
- 4) Reformas institucionales en el sector público
- 5) Promoción del ahorro y la inversión de largo plazo
- 6) Consolidación de instituciones democráticas

2.4.2 Metas de Crecimiento y Estrategia General

Se presenta a continuación las metas de crecimiento del PIB durante los cuatro años de la Estrategia de Desarrollo.

<u>Año</u>	<u>Meta de Crecimiento (%)</u>
1992	4,0
1993	4,5
1994	5,0
1995	5,0

La estrategia general de desarrollo de mediano plazo se basa

en la convicción de que la condición más importante para el desarrollo sostenido y equitativo es devolver al sector privado, a nivel de individuos, familias, empresas y asociaciones voluntarias, la libertad y responsabilidad de trabajar por la seguridad y prosperidad económica de sus miembros.

La estrategia descrita arriba requiere el establecimiento de un marco que favorezca el desarrollo de la autoayuda, la transición de una economía controlada por el Estado a la economía de mercado, la transición de una sociedad militarizada a una sociedad civil pacífica, la reducción de una burocracia sobredimensionada, la restricción de la intervención gubernamental a áreas estrictamente indispensables, y la estabilidad monetaria. Todos estos requisitos son necesarios como base para promocionar el ahorro y las inversiones a largo plazo.

2.4.3 Estrategia Sectorial

Las altas tasas de mortalidad en Nicaragua resultan de enfermedades asociadas con agua contaminada, especialmente entre niños de áreas rurales. Los problemas principales relacionados con el abastecimiento de agua y el saneamiento son infraestructuras obsoletas, contaminación de cuerpos de agua y del habitat humano, insuficiente suministro de agua en especial en Managua, y altos coeficientes de pérdidas de agua en el sistema de distribución, las que se estiman en alrededor del 50% en la ciudad capital.

La estrategia gubernamental para el sector de abastecimiento de agua y saneamiento consiste en lo siguiente.

- (1) Expansión de la cobertura de abastecimiento de agua en zonas rurales
- (2) Rehabilitación y optimización con el fin de minimizar la contaminación y la fuga de aguas
- (3) Fortalecimiento de la capacidad administrativa para lograr la autosuficiencia financiera
- (4) Reducción de las conexiones ilegales y mejoramiento de la cobertura de medidores instalados
- (5) Protección ambiental a través de reglamentaciones estrictas y sistemas mejorados de alcantarillado
- (6) Movilización de recursos locales para agua y saneamiento rural
- (7) Provisión de instalaciones seguras de eliminación

- sanitaria de residuos de la población rural
- (8) Expansión de la educación sobre higiene personal y salud pública

2.5 Sector Abastecimiento de Agua y Saneamiento

2.5.1 Cobertura de Servicio

El Cuadro 2.5.1 presenta la cobertura de abastecimiento de agua por Macro-Región y por áreas urbanas y rurales de Nicaragua en 1989. La cobertura de abastecimiento de agua en Nicaragua en 1989 se estimaba en 2.024.111 personas, lo cual significaba que el 53% de la población total tenía servicio de agua, clasificado en 39% por conexiones domiciliarias y 14% por puestos públicos. La cobertura en áreas urbanas alcanzaba el 78%, de los cuales el 64% por conexiones domiciliarias y el 14% por puestos públicos. La Macro-Región del Pacífico, que incluye Managua, tenía la cobertura más alta entre las Macro-Regiones con el 67%, subdividido en 52% por conexiones domiciliarias y 15% por puestos públicos.

El Cuadro 2.5.2 presenta las coberturas de abastecimiento de agua y servicios de alcantarillado sanitario por Regiones del país en 1987. La Región III, Managua, tenía una población estimada de 949.920 habitantes, de los cuales se estimaba que 836.325, o el 88%, tenía servicios de suministro de agua. Este porcentaje de cobertura de servicios de suministro de agua se estimaba en 98% en áreas urbanas. Por otra parte, se estimaba que los servicios de alcantarillado sanitario cubrían el 61% de la población urbana de la Región III en 1987.

2.5.2 La Institución de Servicio: INAA

(1) Bases Legales y Funciones

La institución oficial que tiene jurisdicción nacional sobre el abastecimiento de agua y saneamiento es el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), creado por Decreto Ejecutivo No. 20 del 25 de julio de 1979, que le confiere autonomía, personería jurídica, patrimonio propio, duración indefinida y plena capacidad para adquirir derechos y contraer

obligaciones.

INAA heredó las funciones anteriormente desempeñadas por el Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillados (DENACAL) y por la Empresa Aguadora de Managua (EAM). El Decreto Ejecutivo No. 123 del 23 de octubre de 1979 definió las funciones de INAA como las de planificación, ejecución, operación, mantenimiento y control de los sistemas municipales y locales del país, tanto de abastecimiento de agua potable como de alcantarillado sanitario.

Más específicamente, los deberes y atribuciones de INAA incluyen los siguientes.

- 1) Resolver los problemas de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario del país
- 2) Dictar las normas y especificaciones que regirán el diseño, construcción, operación, mantenimiento y administración de las obras de acueductos y alcantarillados sanitarios urbanos y rurales
- 3) Comprobar y verificar que las obras se ejecuten conforme a estas normas, y exigir en caso de violaciones las adiciones o modificaciones necesarias
- 4) Revisar y aprobar los proyectos de abastecimiento de agua potable, evacuación de aguas negras o desechos industriales, y explotación de aguas subterráneas o superficiales que efectúen otras dependencias oficiales y personas jurídicas o naturales
- 5) Determinar las normas nacionales sobre tarifas de los servicios públicos de acueductos y alcantarillados, tanto aquellos administrados por INAA como los que funcionan temporalmente bajo otras autoridades
- 6) Colaborar con el Ministerio de Salud en la elaboración del Código Sanitario Nacional y, una vez promulgado, participar en el control de la calidad del agua para uso humano o industrial
- 7) Prestar asistencia técnica y económica a las comunidades y poblaciones dispersas para solucionar el déficit de abastecimiento de aguas y eliminación de excretas

- 8) Concertar empréstitos y emitir bonos y otros títulos o valores que se estimen convenientes o necesarios para la ejecución de proyectos, previa aprobación por las dependencias correspondientes

(2) Organización

INAA tiene una organización piramidal en cinco niveles principales, los cuales de superior a inferior son: a) nivel decisional-determinativo; b) nivel asesor y de apoyo; c) nivel normativo-ejecutivo; d) nivel ejecutivo-operativo; y e) nivel operativo. Los tres niveles superiores constituyen el Sistema Central, mientras que los dos niveles inferiores constituyen ocho Sub-sistemas Regionales y numerosos sub-sistemas locales, como se observa en la Fig. 2.5.1.

Las funciones en el nivel decisional-determinativo son desempeñadas por la Dirección Superior que está a cargo de un Director y un Vice-Director, los cuales tienen rango de Ministro y Vice-Ministro, respectivamente, y son asistidos por cuatro Comités, a saber, Desarrollo Institucional, Presupuesto, Licitaciones, y el Comité Superior de Coordinación. Las funciones principales de este nivel son las de establecer objetivos y políticas concernientes a todas las actividades desplegadas por el INAA, así como también tomar decisiones y formular recomendaciones.

El nivel asesor y de apoyo comprende nueve unidades organizativas en tres sub-niveles: cinco Divisiones Generales, dos Divisiones específicas y dos unidades con categoría de Oficinas. Las cinco Divisiones Generales son las de Organización y Sistemas, Planificación, Recursos Humanos, Auditoría Interna, y Servicios Administrativos. Las dos Divisiones Específicas son las de Trabajo Comunitario y Asesoría Legal. Finalmente, las dos Oficinas son las de Asuntos Externos y Divulgación.

El nivel normativo-ejecutivo constituye las unidades sustantivas del INAA y está integrado por siete Direcciones Generales: Dirección General Financiera, Dirección General Comercial, Dirección General de Acueductos Rurales, Dirección General de Control de Regionales, Dirección General de Estudios y Construcciones, Dirección General de Operación y Mantenimiento, y Dirección General Región III.

El nivel ejecutivo-operativo corresponde a Sub-sistemas

Regionales y está constituido por ocho Delegaciones Regionales del INAA, las cuales tienen como responsabilidad el apoyo técnico pertinentes a las actividades administrativas, comerciales, y de operación y mantenimiento, desplegadas por las empresas o filiales locales del INAA.

El nivel operativo corresponde a Sub-sistemas Locales y está constituido por todas las empresas o filiales locales del INAA en todo el país, debiendo desempeñar actividades comerciales, administrativas y de operación y mantenimiento, con o sin el apoyo técnico de la Delegación Regional del INAA.

(3) Recursos Humanos

Al 30 de junio de 1992, el personal de INAA ascendía a 2.606 empleados, lo que constituía 364 menos que el máximo de 2.970 empleados registrados en 1990. La clasificación por categoría es como sigue.

Categoría	Número	Porcentaje
Administrativo	364	14
Profesional	113	4
Mando medio	781	30
Obreros	1.348	52
Total	2.606	100

El Sistema Central ocupaba 936 empleados (36%) y los Sub-sistemas Regionales 1.670 (64%). La Región III fue la más grande con 561 empleados, o el 22%, seguida por la Región IV con 345 empleados, o el 13%. Los empleados permanentes ascendían a 2.207, o el 85%, mientras que se empleaban 399 temporales, o el 15%.

(4) Características Operativas

1) Abastecimiento de Agua

INAA es responsable por la operación, mantenimiento y administración de 148 sistemas que suministran agua a 170 ciudades y localidades de todo el país. Las fuentes de agua de los 148 sistemas son 107 pozos perforados, 15 galerías de

infiltración, 18 sistemas dependientes de aguas superficiales, y 8 sistemas mixtos. La ciudad capital Managua depende de un sistema mixto compuesto de 83 pozos perforados y la Laguna de Asososca.

La alta incidencia de conexiones ilícitas en la Ciudad de Managua, estimadas en 30.000, causa daños a la tubería, aumentando como consecuencia las fugas de agua, disminuyendo los ingresos y aumentando los riesgos de contaminación del agua en el sistema de distribución. Se considera que la calidad de agua es pobre en 38 (26%) de los 148 sistemas.

2) Alcantarillado Sanitario

INAA es también responsable por la operación, mantenimiento y administración de 20 sistemas de alcantarillado sanitario, pero la cobertura de servicio está restringida a áreas urbanas, y está básicamente concentrada en la Región III. Las principales ciudades que disponen del servicio de alcantarillado sanitario son Managua, León, Granada, Masaya, Rivas, Chinandega, Corinto, San Juan del Sur, Somoto y Estelí. En los restantes sistemas de alcantarillado sanitario, la cobertura del servicio se limita a las principales calles y avenidas de las ciudades.

De los 20 sistemas de alcantarillado sanitario, solamente 8 están equipados con plantas de tratamiento de aguas residuales, mientras que los restantes 12 sistemas descargan directamente los efluentes sin tratamiento a los cuerpos de agua. En general, el mantenimiento deficiente hace que sea urgente el mejoramiento de las redes colectoras, además de la reparación y expansión de las tuberías de alcantarillado sanitario.

(5) Finanzas

Se presentan los estados financieros, constituidos por el balance general y el estado de pérdidas y ganancias, correspondientes a los años 1990 y 1991, en los Cuadros 2.5.3, 2.5.4 y 2.5.5. A pesar de que las cifras correspondientes a los dos años se presentan lado a lado, las comparaciones entre los dos años y los análisis financieros son difíciles de efectuar debido a los siguientes factores.

Al 31 de diciembre de 1990, existían dos unidades monetarias en circulación: (1) Córdoba Oro (1US\$=1C\$O) que comenzó a circular en agosto de 1990, y (2) Córdoba Corriente

(1US\$=3.000.000C\$C). El Córdoba Corriente permanecería en circulación hasta el 30 de abril de 1991.

Al 31 de diciembre de 1990, INAA efectuó la revaluación del inventario por el método de costos de sustitución, debido a que los costos históricos estaban gravemente distorsionados por la hiperinflación. Esto originó, en el lado de los Activos, beneficios de revaluación, pero la otra cara de la moneda fueron las pérdidas, en el lado de los Pasivos, por devaluación de la moneda.

La Ley de Ajuste Monetario fue promulgada el 3 de marzo de 1991, estableciendo la obligación de efectuar ajustes en los registros contables por medio de la aplicación de una serie de factores de corrección, incluyendo las siguientes tasas de cambio de divisas: 1US\$=5C\$O y 1C\$O=5.000.000C\$C. Al 31 de diciembre de 1991, las pérdidas de INAA provenientes de los ajustes ascendieron a C\$60.145.633.

En una carta del Ministerio de Finanzas con fecha 3 de setiembre de 1991, el Gobierno de Nicaragua decidió asumir el pago de la deuda externa de INAA, que al 31 de mayo de 1991 ascendía a C\$95.265.946 (US\$19.053.182) en amortizaciones y C\$23.503.645 (US\$4.700.729) en intereses. Como resultado, los Activos de INAA tuvieron un aumento de C\$118.769.591 (US\$23.753.911) por esta decisión política que nada tiene que ver con la efectividad operativa de INAA.

Los factores arriba mencionados dificultan el análisis financiero y la comparación de los estados financieros correspondientes a los años 1990 y 1991. Sin embargo, se pueden mencionar las siguientes características financieras.

Las tarifas de agua fueron incrementadas en 240%-340% en mayo-junio de 1990, luego en noviembre de 1991 con ajuste parcial en febrero de 1992, y finalmente en enero de 1993. Estos cambios frecuentes en la tarifa implican que INAA tiene la flexibilidad necesaria para alterar la tarifa de agua, de tal manera a reflejar los cambios en los costos operativos. El agua vendida ascendió a 79.006.425 m³ en 1990 y 76.151.000 m³ en 1991. Las tarifas de alcantarillado sanitario fueron incrementadas del 17% de los cargos por suministro de agua en 1990 al 30% en 1991.

Las tarifas de agua difieren de acuerdo a las siguientes categorías de usuarios: domiciliar, comercial, industrial, multifamiliar, puestos públicos, y gobierno. Cada categoría

tiene su propia estructura de bloques, y las tarifas de agua aumentan a medida que aumentan los bloques consumidos. Por lo tanto, las tarifas están estructuradas de tal manera a inducir el uso racional del agua.

Las Cuentas por Cobrar empeoraron entre 1990 y 1991, no solamente en el creciente monto total sino también en la composición de las cuentas vencidas, ya que las Cuentas por Cobrar con vencimientos mayores de tres meses aumentaron de 41% en 1990 a 67% en 1991. Las Cuentas Incobrables se estiman en base a Cuentas por Cobrar con vencimientos mayores de 180 días.

<u>Cuentas Vencidas</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
1 mes	33%	28%
2 meses	26%	5%
3 meses	41%	67%

A pesar de que no se cuenta con informaciones financieras detalladas correspondientes a 1992, se tiene la seguridad de que hubo un mejoramiento dramático en 1992, ya que las cobranzas en Managua aumentaron al 86% de la facturación.

En cuanto a la composición de los gastos de operación en 1990, la electricidad constituyó alrededor de un tercio, y sueldos y salarios alrededor de un quinto, como se muestra a continuación.

Electricidad	32,3%
Sueldos y Salarios	19,2%
Mantenimiento y Reparaciones	16,0%
Combustibles y Lubricantes	5,5%

2.5.3 Perspectivas Sectoriales

(1) Objetivos y Estrategia del INAA

El marco general para la estrategia sectorial de suministro de agua y saneamiento está dado por "Salud para todos en el año 2000" de las Naciones Unidas, que busca abastecer de agua y saneamiento a la totalidad de la población en el año 2000. Considerando la situación existente en Nicaragua en que el 47% de la población tiene problemas con el suministro seguro de agua, y el 81% de la población tiene problemas para la disposición

adecuada de aguas residuales, la meta para la década de 1990 consiste en sobrepasar el 80% de cobertura de agua potable y 50% de alcantarillado sanitario.

Consecuentemente, los objetivos sectoriales establecidos por INAA son los siguientes.

1) Area urbana

- a) Reducción del agua no contabilizada a niveles razonables
- b) Legalización de 24.000 conexiones ilícitas en 62 asentamientos progresivos
- c) Rehabilitación de los sistemas existentes de suministro de agua con el fin de mejorar la calidad del servicio
- d) Expansión del sistema de agua y alcantarillado sanitario con el fin de mejorar la cobertura del servicio

2) Area urbana marginal y rural concentrada

- a) Reducción del agua no contabilizada a niveles razonables
- b) Rehabilitación de los sistemas existentes de suministro de agua con el fin de mejorar la calidad del servicio
- c) Expansión de sistemas de agua y alcantarillado o letrinización con el fin de mejorar la cobertura del servicio

3) Area rural dispersa

Expansión de sistemas de agua y letrinización, preferentemente como componentes de proyectos de desarrollo rural integrado

(2) Proyectos Específicos de INAA

Con el fin de lograr los objetivos enunciados, INAA tiene un número de proyectos específicos en todas las regiones del país, incluyendo los siguientes.

- 1) Agua Potable en 27 Comunidades Rurales: construcción de 16 miniacueductos por bombeo y 3 por gravedad

- 2) Agua Potable Rural Región I: construcción de 53 miniacueductos, 101 pozos excavados y 3.430 letrinas
- 3) Agua Potable Rural Matagalpa: construcción de 230 sistemas de abastecimiento de agua y 6.519 letrinas
- 4) Programa Quinquenal de Desarrollo Rural Integrado (PQDRI): construcción de 25 miniacueductos, 350 pozos perforados, 150 pozos excavados y 7.000 letrinas
- 5) Programa Nacional para Control de Calidad del Agua (PRONCAGUA): desinfección permanente del agua en acueductos con problemas de contaminación bacterial
- 6) Agua Potable en 17 Localidades: ampliación y mejoramiento de 17 sistemas de agua potable
- 7) Programa de Sosténimiento de la Capacidad Instalada en Acueductos de 6 Ciudades: mejoramiento de los acueductos de Masaya, Granada, Diriamba, León, Chinandega y Estelí
- 8) Programa de Mejoramiento Operativo y de Rehabilitación de Sistemas de Agua y Alcantarillado: rehabilitación de 20 sistemas de agua potable y 7 sistemas de alcantarillado sanitario, incluyendo Managua y comunidades rurales
- 9) Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Masatepe: mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Masatepe
- 10) Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Ocotal: construcción del alcantarillado sanitario de la ciudad de Ocotal
- 11) Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Bluefields: construcción de embalses, estaciones de bombeo, planta de tratamiento, líneas de conducción y redes de distribución
- 12) Programa de Reforzamiento de Fuentes: construcción de 40 pozos perforados por año
- 13) IV Etapa del Plan de Mejoramiento y Ampliación del Acueducto de Managua: perforación de 47 pozos,

instalación de 50 km de líneas de conducción, 6 tanques de almacenamiento, 2 estaciones de bombeo y reforzamiento de la red de distribución

- 14) Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario de Managua: construcción de 170 km de alcantarillado sanitario, 9,2 km de interceptores secundarios, 6 estaciones de bombeo, 3 km de tuberías de impulsión y sistemas de tratamiento

La ayuda internacional es esencial para ejecutar estos proyectos y ha estado en incremento en los últimos años. La ayuda bilateral proviene de países tales como Canadá, Italia, Francia, Suiza y Japón, con tipos de asistencia que varían desde la realización de estudios a la donación de equipos y ejecución de proyectos.

La ayuda de instituciones multilaterales, que se suspendió en la primera mitad de la década pasada, se ha reiniciado, en especial de parte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). En efecto, el 27 de febrero y el 7 de abril de 1992, INAA firmó un convenio de préstamo con el BID por 53,5 millones de dólares americanos, que junto con 5 millones de dólares de OPEP y 5,7 millones de dólares de fondos nicaragüenses, constituye un proyecto de 64,2 millones de dólares americanos. El Presidente del BID, durante su visita oficial a Nicaragua en junio de 1992, reiteró formalmente el compromiso del BID con este proyecto, que actualmente se encuentra en la etapa de implementación.

Cuadro 2.2.1 Indicadores Economicos Seleccionados

Indicadores	Unidad	1988	1989	1990
Poblacion Total	Mil Pers	3,621.6	3,746.5	3,858.9
Pobl. Econom. Activa	"	1,168.0	1,276.9	1,331.2
Producto Interno Bruto Total	Millones C\$1980	17,936.2	17,433.5	16,666.9
Sector Primario	"	4,092.8	4,203.6	4,060.0
Sector Secundario	"	4,762.8	4,420.9	4,208.2
Sector Terciario	"	9,080.6	8,809.0	8,398.7
P. I. B per capita	"	4,952.6	4,653.3	4,319.1
Exportaciones	Millones US\$	235.7	290.1	321.3
Importaciones	"	807.1	614.3	664.7
Reservas Internacionales	"	75.0	83.6	102.6

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro 2.2.2 Poblacion y Empleo

Conceptos	Unidad	1988	1989	1990
Poblacion Total	Mil Pers.	3,621.6	3,746.5	3,858.9
Pop. Econ. Activa	"	1,168.0	1,276.9	1,331.2
Empleo	"	864.0	1,169.8	1,171.2
Sector Primario	"	358.5	387.5	387.5
Sector Secundario	"	113.8	229.5	229.5
Manufactura	"	90.3	188.7	188.7
Construccion	"	20.2	31.2	31.2
Mineria	"	3.3	9.6	9.6
Sector Terciario	"	391.7	552.8	554.2
Comercio	"	99.3	182.3	182.3
Gobierno Central	"	81.7	71.3	72.7
Transporte y Comun.	"	22.8	42.6	42.6
Finanzas	"	16.4	24.7	24.7
Electricidad y Agua	"	8.5	10.3	10.3
Servicios	"	163.0	221.6	221.6
Desempleo	"	304.0	107.1	160.0
Sub-Empleo	"	-	509.0	599.6
Tasa de Desempleo	%	26.0	8.4	12.0
Tasa de Sub-Empleo	"	-	39.9	45.0

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro 2.2.3 Produccion Agricola

Tipo de Producto	Area(1,000 Mz)			Produccion(1,000 qq)		
	1988	1989	1990	1988	1989	1990
Mercado de Exportacion	230.8	275.3	299.2			
Cafe	102.1	105.0	106.0	944.5	932.2	837.4
Algodon	57.6	49.0	64.1			
Fibra				567.1	490.0	641.0
Semilla				935.7	808.5	899.0
Ajonjoli	13.8	45.0	51.2	71.9	315.0	456.1
Cana de Azucar	46.4	56.3	65.6			
Cana				38,500.6	47,832.5	65,600.0
Azucar				3,850.0	4,360.6	5,469.3
Banano	3.2	3.2	3.2	4,990.0	5,290.6	5,681.3
Tabaco	1.8	1.7	2.0	35.9	45.1	53.9
Mani	2.0	6.5	7.1	76.3	260.0	248.0
Soya	3.9	8.6	-	96.5	195.2	-
Mercado Local	627.2	606.8	471.0			
Arroz	55.3	58.0	53.6	1,402.0	1,493.6	1,579.6
Con Riego	-	22.0	26.9	-	743.8	968.6
Sin Riego	-	36.0	26.7	-	748.8	611.0
Maiz	315.7	326.4	223.3	6,471.9	6,364.8	3,629.6
Frijoles	156.8	150.9	130.0	1,332.8	1,360.2	1,209.0
Sorgo	99.4	71.5	64.1	2,244.9	1,697.1	1,844.0
Total	858.0	882.1	770.2			

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro # 2.2.4 Produccion Pesquera

Producto	Unidades	1988	1989	1990
Camarones				
Vol. Capturado	1,000 lb	2,137.2	2,100.4	1,349.8
Vol. Exportado	1,000 lb	1,621.0	1,769.1	1,438.3
Valor Export.	1,000 US\$	5,689.5	5,156.4	4,137.7
Langosta				
Vol. Capturado	1,000 lb	467.4	908.0	562.6
Vol Export.	1,000 lb	388.3	850.8	483.8
Valor Export.	1,000 US\$	3,650.6	6,708.7	4,572.8
Pescado				
Vol. Capturado	1,000 lb	735.7	2,520.7	1,176.1
Vol. Exportado	1,000 lb	167.9	625.0	192.0
Valor Export.	1,000 US\$	177.9	474.6	116.2
Total				
Vol. Capturado	1,000 lb	3,340.3	5,529.1	3,088.5
Vol. Export	1,000 lb	2,177.2	3,244.9	2,114.1
Valor Export.	1,000 US\$	9,518.0	12,339.7	8,826.7

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro # 2.2.5 Manufactura : Estructura basada en el Valor
Unidad : % del Valor de la Produccion.

Actividad Manufacturera	1988	1989	1990
Alimentos	21.275	19.807	20.245
Bebidas	10.440	11.754	13.123
Tabaco	8.314	8.782	8.083
Textiles	6.049	7.182	6.010
Vestuario	1.582	0.917	0.385
Cuero	0.965	1.616	1.502
Calzado	1.745	1.588	1.099
Muebles	0.715	0.422	0.522
Papel y subproductos	2.064	2.302	2.183
Impresiones	2.224	2.168	1.917
Quimicos	13.181	18.417	17.856
Caucho	0.340	0.410	0.517
Minerales No Metalicos	8.153	7.597	7.713
Productos Metalicos	15.988	10.655	10.255
Artefactos	1.744	1.126	1.857
Transportes	0.324	0.202	0.120
Miscelaneos	4.898	5.045	6.613
Total	100.000	100.000	100.000

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro 2.2.6 Principales Productos de Exportacion

Unidad : 1,000 US\$

Productos	1988	1989	1990
Tradicionales	201,408	233,338	260,322
Cafe	84,582	89,648	67,607
Algodon	53,067	27,892	36,597
Azucar	5,421	17,190	34,611
Carne	19,320	40,645	64,598
Mariscos	8,547	12,009	9,838
Banano	14,681	20,968	23,037
Ajonjoli	2,380	3,189	8,342
Oro	13,271	20,846	14,265
Plata	139	- 237	202
No-Tradicionales	34,337	56,783	61,010
Agricola	3,685	10,783	12,053
Manufacturera	30,652	46,000	48,957
Total	235,746	290,121	321,332

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro 2.2.7 Principales Productos de Importacion

Unidad : 1,000 US\$

Productos	1988	1989	1990
Bienes de Consumo	133,889	107,777	187,488
No-Duraderos	107,111	90,157	154,508
Duraderos	26,778	17,620	32,980
Petroleo	121,000	94,285	128,472
Crudo	73,540	80,803	109,028
Comb. y Lub.	47,460	13,482	19,444
Bienes Intermedios	284,905	212,763	160,277
Agricultura	100,101	64,915	24,715
Manufactura	162,063	125,046	108,772
Construccion	22,741	22,802	26,790
Bienes de Capital	259,797	199,870	188,420
Agricultura	34,605	12,132	12,047
Manufactura	113,692	95,029	79,306
Construccion	111,500	92,709	97,067
Miscelaneos	7,547	20	4
Total	807,139	614,716	664,661

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro 2.2.8 Deuda Externa Pendiente

Unidad : 1.000 US\$

Aspecto	1988	1989	1990
DEUDORES			
A)Mediano y Largo Plazo	6.773.124.0	7.543.908.4	8.064.095.0
Gobierno Central	4.879.959.1	5.249.402.4	5.680.143.3
Banco Central(BCN)	1.537.175.5	1.905.268.0	1.970.528.5
Resto del Sistema Financiero	143.927.9	143.233.6	147.692.9
Resto del Sector Publico	212.061.5	246.004.4	265.730.3
B)A Corto Plazo	447.005.9	524.687.5	588.610.2
Total	7.220.129.9	8.068.595.9	8.652.705.2
ACREEDORES			
A)Mediano y Largo Plazo	6.773.124.0	7.543.908.4	8.064.095.0
Organismos Oficiales	4.489.444.5	5.153.807.1	5.586.871.0
Organismos Multilaterales	880.805.1	975.697.3	1.045.044.0
Bancos Comerciales	1.304.535.1	1.306.392.7	1.306.046.3
Proveedores y Otros	98.339.3	108.011.3	126.133.7
B)Corto Plazo	447.005.9	524.687.5	588.610.2
Total	7.220.129.9	8.068.595.9	8.652.705.2

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro 2.2.9 Finanzas del Gobierno Central

Aspecto	Millones Cordobas "Oro"			Procentaje		
	1988	1989	1990	1988	1989	1990
INGRESOS TOTALES	285.10	200.00	236.30	100.00	100.00	100.00
Ingresos Corrientes	281.50	199.70	236.30	98.74	99.85	100.00
Tributarios	266.90	188.70	212.80	93.62	94.35	90.06
No-Tributarios	10.50	4.10	6.60	3.68	2.05	2.79
Transf. del INSSBI	3.00	0.10	2.90	1.05	0.05	1.23
Otras	1.10	6.80	14.00	0.39	3.40	5.92
Transferencias						
Ingresos de Capital	3.60	0.30	0.00	1.26	0.15	0.00
GASTOS TOTALES	644.80	230.30	552.10	100.00	100.00	100.00
Gastos Corrientes	594.50	213.60	526.00	92.20	92.75	95.27
Salarios	89.60	31.40	115.30	13.90	13.63	20.88
Bienes y Servicios	438.50	165.30	340.00	68.01	71.78	61.58
Intereses	0.40	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
Transferencias	66.00	16.90	70.60	10.24	7.34	12.79
Formacion de Capital	30.90	12.00	17.50	4.79	5.21	3.17
Transf. de Capital	19.30	4.60	8.50	2.99	2.00	1.54
Deficit en Cuenta Corriente	(313.0)	(14.0)	(289.9)			
Deficit Total sin Donaciones	(359.7)	(30.3)	(315.8)			
Donaciones	5.30	22.60	22.60	0.82	9.81	4.09

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN . Managua . 1991

Cuadro 2.2.10 Ingresos del Gobierno Central

Aspecto	Millones Cordobas Oro			Porcentaje		
	1988	1989	1990	1988	1989	1990
INGRESOS TOTALES	285.10	200.00	236.30	100.00	100.00	100.00
INGRESOS CORRIENTES	281.50	199.70	236.30	98.74	99.85	100.00
INGRESOS TRIBUTARIOS	266.90	188.70	212.80	93.62	94.35	90.06
Impuestos Directos	59.20	43.90	57.20	20.76	21.95	24.21
Sobre Ingreso y Ganancias	54.80	40.60	45.90	19.22	20.30	19.42
Sobre Propiedad	2.70	2.10	8.70	0.95	1.05	3.68
Adic. sobre Ing. y Prop.	1.80	1.20	2.70	0.63	0.60	1.14
Imp. Sobre Bienes y Servicios	174.60	113.70	115.90	61.24	56.85	49.05
Sobre Ventas	35.20	21.00	26.90	12.35	10.50	11.38
Sobre Consumo	132.10	86.60	80.30	46.33	43.30	33.98
Estampillas	7.20	6.20	8.60	2.53	3.10	3.64
Comercio Internacional	22.10	19.50	32.50	7.75	9.75	13.75
Sobre Importaciones	22.00	19.40	32.40	7.72	9.70	13.71
Sobre Exportaciones	0.10	0.10	0.10	0.04	0.05	0.04
Imp. Especificos	11.00	11.50	7.20	3.86	5.75	3.05
INGRESOS NO TRIBUTARIOS	14.60	11.00	23.50	5.12	5.50	9.95
INGRESOS DE CAPITAL	3.60	0.30	0.00	1.26	0.15	0.00
INGRESOS TOTALES + DONACIONES	290.40	222.50	258.90	101.86	111.25	109.56

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro 2.3.1 Vivienda y Servicios Basicos en 1985

Aspecto	Nicaragua			Region III			Dept. Managua		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Numero de Viviendas	507,984	270,133	237,851	149,857	127,081	22,775	146,012	126,297	19,715
Numero de Familias	533,446	289,253	244,193	159,981	136,462	23,518	155,966	135,558	20,407
Residentes por Vivienda	6.5	6.5	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.4
Familia	6.2	6.0	6.3	5.9	5.8	6.1	5.9	5.8	6.2
Viviendas con Abast. de agua									
Sistema Pub.	249,367	212,287	37,080	102,472	94,244	8,229	100,043	93,506	6,537
Puestos Pub.	44,299	29,091	15,209	28,811	25,510	3,371	27,976	25,510	2,466
Pozos	102,487	13,200	89,287	6,558	1,546	5,012	6,406	1,546	4,860
Otros	111,831	15,555	96,276	11,945	5,781	6,164	11,586	5,734	5,852
Viviendas y Serv. San.									
W.C	264,875	149,656	115,219	69,770	54,555	15,215	66,829	53,937	12,892
Letrinas	115,597	109,847	5,750	69,681	68,111	1,570	69,032	67,944	1,087
Carentes	127,512	10,630	116,882	10,405	4,415	5,990	10,151	4,415	5,736
Viviendas con Serv. Elec.	319,607	249,325	70,282	131,286	120,387	10,900	128,861	119,602	9,259

Fuente : ESDNIC 85 , Vol . IV , UN/INEC , Managua , 1989

Cuadro 2.5.1 Poblacion con Servicio de Agua por Macro-Region en 1989

Pais y Macro Regiones	Regiones (2)	Poblacion (3)	Poblacion con Servicio de Agua						
			Total (4)	% (4/3)	Conexion Domicil. (5/3)	% (5/3)	Puesto Publico (6/3)	% (6/3)	
Nicaragua	I~IX	3,807,925	2,024,111	53	1,503,311	39	520,800	14	
Pacifico	II, III, IV	2,340,814	1,561,356	67	1,214,406	52	346,950	15	
Central	I, V, VI	1,247,898	431,682	35	259,932	21	171,750	14	
Atlantico	VII, VIII, IX	219,213	31,073	14	28,973	13	2,100	1	
URBANA									
Nicaragua	I~IX	2,217,895	1,730,082	78	1,413,882	14	316,200	14	
Pacifico	II, III, IV	1,694,323	1,428,258	84	1,164,258	69	264,000	15	
Central	I, V, VI	412,357	284,820	69	234,720	57	50,100	12	
Atlantico	VII, VIII, IX	111,215	17,004	15	14,904	13	2,100	2	
RURAL									
Nicaragua	I~IX	1,590,030	294,029	18	89,429	5	204,600	13	
Pacifico	II, III, IV	646,491	133,098	21	50,148	8	82,950	13	
Central	I, V, VI	835,541	146,862	18	25,212	3	121,650	15	
Atlantico	VII, VIII, IX	107,998	14,069	13	14,069	13	-	-	

Fuente : Informe Sectorial Sector de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, INAA/OPS/OXS, 1990

Cuadro 2.5.2 Poblacion con Servicio de Agua y de Alcantarillado por Region 1987

Pais y Regiones	Total (2)	%	Urbana (3)	%	Rural (4)	%
Poblacion Total						
Nicaragua	3,501,176	100	2,058,223	100	1,442,953	100
I	343,261	100	139,539	100	203,722	100
II	608,543	100	355,402	100	253,141	100
III	949,920	100	835,800	100	114,120	100
IV	624,973	100	397,935	100	227,038	100
V	321,972	100	98,750	100	223,222	100
VI	440,298	100	124,849	100	315,449	100
VII	114,250	100	45,700	100	68,550	100
VIII	58,553	100	46,842	100	11,711	100
IX	39,406	100	13,406	100	26,000	100
Con Servicio de Agua						
Nicaragua	1,834,720	52	1,581,087	77	253,633	18
I	158,080	46	108,000	77	50,080	25
II	232,553	38	214,302	60	18,251	7
III	836,325	88	819,165	98	17,160	15
IV	361,949	58	273,198	69	88,751	39
V	84,147	26	64,536	65	19,611	9
VI	131,043	30	85,332	68	45,711	14
VII	8,808	8	8,808	19		
VIII	2,589	4	1,722	4	867	7
IX	19,226	49	6,024	45	13,202	51
Con Servicio de Alcantar.						
Nicaragua	673,624	19	673,624	33		
I	27,936	8	27,936	20		
II	84,336	14	84,336	24		
III	512,302	54	512,302	61		
IV	48,120	8	48,120	12		
V	930	-	930	1		

Fuente : Informe Sectorial Sector de Abastecimiento de
Agua y Saneamiento , INAA/OPS/OMS , 1990

Cuadro 2.5.3 Balance General de INAA : ACTIVO

ACTIVO	1991	1990
PROPIEDADES Y EQUIPOS		
Acueductos	71,090,922	1,465,033
Alcantarillados	1,655,850	393,442
Propiedad de Uso General	198,840,833	1,665,747
	271,587,605	3,524,222
Depreciacion Acumulada	148,120,898	1,171,432
	123,466,707	2,352,790
Construcciones en Proceso	19,556,050	1,883,853
TOTAL DE EQUIPOS Y PROPIEDADES	143,022,757	4,236,643
ACTIVO CIRCULANTE		
Caja y Bancos	23,181,873	5,595,097
Cuentas por Cobrar		
Servicio de Agua	42,829,553	6,668,336
Alcantarillado	2,916,685	1,485,299
Servicios por Cobrar	45,746,238	8,153,635
Otros	12,610,023	2,587,292
Total de Cuentas por Cobrar	58,356,261	10,740,927
Cuentas Incobrables	2,014,739	278,718
Neto por Cobrar	56,341,522	10,462,209
Inventario		
Materiales y Abastecimientos	23,812,016	1,357,741
Materiales en Transito	2,384,149	675,259
Inventario Total	26,196,165	2,033,000
Obsolescencia	175,814	-
Inventario Neto	26,020,351	2,033,000
TOTAL DE ACTIVO CIRCULANTE	105,543,746	18,090,306
OTROS ACTIVOS	363,253	2,863,411
TOTAL ACTIVO	248,929,756	25,190,360

Fuente : Informes Financieros Anuales de INAA 1990 y 1991

Cuadro 2.5.4 Balance General de INAA : Pasivo

PASIVO	1991	1990
CAPITAL		
Aportes del Gobierno		
Capital Inicial	10,256,770	2,772,100
Subvenciones	136,369,680	2,156,697
Superavit por Revalorizacion	106,014,160	2,666,856
Donaciones	12,675,280	861,143
Deficit Acumulado	(24,170,448)	(7,140,193)
Capital Neto	241,145,442	1,316,603
Deposito de Consumidores	4,182,688	54,519
Deuda a Largo Plazo	-	9,528,795
PASIVO CIRCULANTE		
Porcion Circulante de la Deuda a Largo Plazo	-	8,110,003
Cuentas por Pagar	3,232,988	1,163,104
Otros Pasivos	368,638	565,336
Intereses por Pagar	-	4,452,000
Total Pasivo Circulante	3,601,626	14,290,443
Total Pasivo	248,929,756	25,190,360

Fuente : Informes Financieros Anuales de INAA 1990 y 1991

Cuadro 2.5.5 Estado de Resultados de INAA

INGRESOS	1991	1990
Acueductos	107,689,217	23,283,632
Alcantarillados	26,108,930	4,197,661
Derecho de Serv. y Recon.	11,291,484	233,920
Ingresos por Servicios	145,089,631	27,815,213
Descuentos	2,825,759	665,449
Ingresas Netos	142,263,872	27,149,764
Otros Ingresos	-	-
INGRESOS TOTALES	142,263,872	27,549,478
GASTOS OPERATIVOS Y GENERALES		
Operacion		
O & M	44,653,004	4,985,300
Depreciacion	2,874,083	282,181
Generales		
Registro y Cobro	7,188,040	1,032,171
Transporte y Talleres	1,298,071	535,952
Administrativos	13,550,315	1,460,082
Otros Gastos	-	309,207
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS Y GENERALES	22,036,426	3,337,412
Utilidad antes de los Intereses s/Deuda	69,563,513	8,604,893
INTERESES SOBRE DEUDA A LARGO PLAZO	9,407,841	716,351
Utilidad de Operacion	63,292,518	18,228,234
OTROS GASTOS	898,619	-
Utilidad antes de Correccion Monetaria	62,393,899	-
CORRECCION MONETARIA	(60,145,633)	(23,254,873)
Utilidad Neta	2,248,266	(5,026,639)

Fuente : Informes Financieros Anuales de INAA 1990 y 1991

CAPITULO 3 SUMINISTRO DE AGUA

CAPITULO 3 SUMINISTRO DE AGUA

3.1 Condiciones Generales del Suministro de Agua en Managua

La ciudad de Managua, con un área de 200 Km² y una población total estimada de 1,2 millones de habitantes, tuvo una producción de agua aproximada de 268.000 m³/día (71 MGD) en 1991. El suministro medio por habitante y la tasa de consumo media fueron aproximadamente de 230 l/c/d (61 g/c/d) y 170 l/c/d (44,6 g/c/d), respectivamente.

El área depende por completo del agua subterránea como fuente de suministro de agua. Un cuarto de la producción total se obtiene de la laguna de Asososca que está recargada principalmente por aguas subterráneas. Los otros tres cuartos de la producción se extraen de los 65 pozos artesianos localizados dentro del área de la ciudad (un total de 90 pozos han sido perforados en el área de la ciudad, algunos de los cuales están en proceso de rehabilitación y otros han sido abandonados).

La calidad del agua de la laguna de Asososca y los pozos artesianos es razonablemente buena por lo cual el agua extraída se distribuye sin ningún tipo de tratamiento exceptuando la cloración. Recientemente se ha comenzado a controlar la calidad del agua extraída de la laguna de Asososca por temor a que el agua contaminada del lago Managua pudiera pasar a la laguna si el nivel del agua de ésta disminuyera en demasía, como consecuencia de una sobreextracción. Un control más severo de la calidad del agua se requerirá en un futuro cercano.

Como consecuencia del rápido incremento de la población, el desarrollo de las fuentes de abastecimiento de agua no han alcanzado a la demanda. La escasez absoluta del suministro trae como consecuencia el corte periódico de éste dos días a la semana. Por tanto, el desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento es un tema de máxima urgencia.

Las instalaciones que fueron dañadas en el terremoto de 1972 junto con las instalaciones de distribución no utilizadas por su antigüedad produjeron la pérdida de prácticamente un cuarto de la producción total. También es un problema importante que una gran parte de la producción total de agua (el 53,5%) en 1991 corresponda a agua cuyo importe no es cubierto. En 1992, las instalaciones fueron mejoradas con el propósito de reducir la

cantidad de agua no pagada hasta un 14% .

3.2 Area con Servicio y Población

El sistema de suministro de la ciudad de Managua cubre por completo el área de la ciudad, abasteciendo agua de uso doméstico a una población total aproximada de 1.164.000 habitantes. El área suministrada comprende 7 Distritos entre los cuales el Distrito 1 es la zona con mayor suministro independiente. Los Distritos del 2 al 7 están divididos en zonas de manera progresiva según su elevación.

El servicio de abastecimiento de agua en el área urbana cubre los Distritos del 1 al 6, mientras el Distrito 7 que comprende el área montañosa está ubicado en el nivel de servicio semi-urbano por la dificultad para extender las tuberías de distribución al área montañosa. La distribución de los "Distritos" y de las "Zonas" aparece en la Figura 3.1.

La población para cada distrito ha sido estimada tomando como base censo del último censo del Consejo Supremo Electoral (C.S.E) de la ciudad de Managua cuyos datos fueron preparados en el año 1991. La población estimada para cada Distrito/zona se muestra en la Tabla 3.1.

3.3 Fuentes de Suministro y cantidad Extraída

Las fuentes de suministro de agua para la ciudad de Managua en 1992 son la laguna de Asososca y 65 pozos artesianos en funcionamiento, de entre los más de 90 pozos que hay perforados dentro del área de la ciudad.

Aproximadamente un cuarto de la producción total de agua para Managua se extrae de esta laguna. La tasa de extracción media para el año 1991 fue aproximadamente de 65.700 m³/día (17,36 MGD). En el año 1992 la tasa de extracción de la laguna de Asososca se redujo aproximadamente 38.000 m³/día (10,06 MGD), lo que significa menos del 15% de su producción total.

La Figura 3.2 muestra la localización de los pozos y la 3.3 representa los sistemas existentes para el suministro de agua. La producción total media diaria de 65 pozos en Managua para 1991

fue de 202.800 m³/día (53,577 MGD).

La producción total media diaria para todas las fuentes en Managua en 1991 fue de 268.525 m³/día (70,937 MGD). La producción para cada fuente se muestra en la Tabla 3.2.

A pesar de la reducción en la producción de la laguna de Asososca se observó un aumento en la producción de los pozos en 1992 siendo la producción total de ese año casi igual con la de 1991.

3.4 Suministro por Zonas

El agua extraída de la laguna de Asososca y de los pozos artesianos se conduce a unos tanques de reserva, y se distribuye a los hogares después de la cloración.

La Tabla 3.2. resume la cantidad distribuida para cada zona sobre el total producido de 268.500 m³/día (70,973 MGD).

- * Zona Baja: 103.095 m³/día (27,235 MGD) 287 ℓ/c/d.
- * Zona Media: 84.668 m³/día (22,367 MGD) 233 ℓ/c/d.
- * Zona Media-Alta: 65.306 m³/día (17,252 MGD) 184 ℓ/c/d.
- * Zona Independiente: 15.456 m³/día (4,083 MGD) 178 ℓ/c/d.

La cantidad para cada zona también se muestra en la Figura 3.3 que representa de una manera esquemática el flujo del agua de suministro en la ciudad de Managua.

La cantidad media per cápita suministrada para todo Managua es aproximadamente de 230 ℓ/c/d/ (60,7 g/c/d), variando según las zonas de 287 ℓ/c/d (valor máximo) en la Zona Baja 180 ℓ/c/d/ (valor mínimo) en la Zona Media y la Zona Independiente.

3.5 Consumo Real de Agua y Pérdidas

Con el objetivo de formular el plan de abastecimiento de agua se estudió el consumo doméstico actual por medio de dos

métodos:

- 1) Estimación por medio de los datos de recaudación del pago de agua, la tasa estimada fue de 170 ℓ/c/día.
- 2) Medición real de los contadores de agua en 28 casas, durante 3 días. La tasa promedio de consumo en las casa de clase media fue de 174 ℓ/c/día.

Por tanto, la tasa de consumo medio diario per cápita se determinó en 45 galones (170 litros).

El agua usada de manera no efectiva o sea las pérdidas también se estimaron por medio de los datos de recaudación del importe y se observó que éstas cubren el 27% de la producción total estimada.

3.6 Clasificación del Consumo por Tipos de Uso

De acuerdo con los datos sobre agua con importe cubierto que se muestran en la tabla 3.5, los usos dados al agua se pueden clasificar en 4 grupos con su respectivo volumen de consumo total:

- | | |
|---|-------|
| 1. Uso Doméstico (Conexiones en el hogar).. | 80,0% |
| (Grifos Comunales)..... | 2,9% |
| 2. Uso Gubernamental o Municipal..... | 10,9% |
| 3. Uso Comercial..... | 5,8% |
| 4. Uso Industrial..... | 0,5% |

3.7 Agua con Importe Cubierto y agua con Importe no Cubierto

De acuerdo a los datos de recaudación de pago de agua para 1991, la cantidad de agua pagada fue de 46,3%, lo que corresponde a 33,88 MGD de una producción total de 70,97 MGD.

La efectividad del consumo de agua se calcula en un 73,3% (52 MGD) de la producción total y la cantidad de agua pagada en 1991 fue de casi el 65% del consumo efectivo.

El porcentaje de agua pagada incrementó hasta un 86% en 1992, de 71 MGD de producción total, 45 MGD fueron pagados.

3.8 Distribución e Instalaciones para el Suministro

El sistema de suministro de agua en Managua comprende las siguientes instalaciones para la distribución: 54 tanques de reserva, 96 pozos con bombas de extracción, 21 bombas de repuesto, y una red de tuberías de aproximadamente 1.500 Km.

Los tanques de reserva están fabricados con hormigón armado y chapa de acero con un volumen total de 84.700 m³ (22,38 MG).

Las tuberías de distribución son de hierro fundido (de 16 o más pulgadas de diámetro), cemento amiantado (de 2 a 12 pulgadas de diámetro) y PVC (menos de 2 pulgadas de diámetro). Aproximadamente 5.000 válvulas de control (válvulas de cierre) se encuentran dispersas por la red de tuberías, éstas son manejadas manualmente por los operarios para el corte o la apertura del suministro.

Algunas de las instalaciones descritas anteriormente han sido retiradas del funcionamiento por su antigüedad y también se considera que en la mayoría se deben realizar urgentemente trabajos de rehabilitación.

3.9 Tasa de Extracción de los Pozos

Algunos de los pozos están conectados directamente con las tuberías de distribución, es decir el agua no es almacenada previamente en tanque de reserva. Especialmente durante la noche la eficiencia de la bomba disminuye debido a la sobre carga de trabajo, para confirmar la tasa de extracción se midió la tasa de flujo en 24 pozos durante una semana.

La figura 3.5 indica que la presión es mayor durante la noche que durante el día, lo que indica que la tasa de bombeo es menor durante la noche aunque la bomba opere constantemente.

3.10 Función del Tanque de Reserva

Para evaluar la función de los tanques de reserva de controlar la hora pico, se midió el nivel de agua de los 3 principales tanques de reserva en junio y en febrero de 1993, por medio de la lectura del nivel de agua de los tanques y de los registros mensuales durante una semana consecutiva. Los gráficos de la variación del nivel de agua se muestran en la Fig.3.5 y los resultados graficados son los siguientes:

Tanque	Registro de 1 semana/ Junio 1992	Registro de 1 semana/feb.1993
Altamira	variación muy extraña del nivel de agua debida probablemente al control complicado de las válvulas. Es difícil analizar la salida/entrada de flujo del tanque.	Similar al izq.
Santo Domingo		Recupera su función esencial, pero es obvia la falta de capacidad del tanque.
Las Américas No.4	El nivel es constante, lo que significa que no realiza su función esencial.	Igual al anterior

El gráfico de variación del tanque de reserva de las Américas 4 muestra la curva ideal de la variación día-noche y a pesar de la suspensión de agua alternada por área, el tanque queda vacío frecuentemente lo que indica insuficiencia de capacidad del tanque.

3.11 Operación y Mantenimiento

La oficina de Operación y Mantenimiento de INAA cuenta con 18 ingenieros especialistas, 4 talleres de mantenimiento, además de 1 laboratorio para el control de calidad de agua.

El costo total de operación y mantenimiento en 1992 fue de 28.771.000 Córdobas (aproximadamente 6,46 millones US Dólares), de los cuales el costo de la electricidad es particularmente alto como se muestra en el siguiente desglose:

Electricidad	21.600.000 Córdobas	56%
Mantenimiento/reparración	11.238.000	28%
Salario	4.944.000	12%
Combustible/lubricante	476.000	2%
Cloro	508.000	2%
Total	38.771.000	100%

El costo total del agua por metro cúbico fue de 0,4 Córdobas en 1992 (38.771.000 Córdobas / Producción total: 97.909.000 m³ = 0,4).

3.12 Programa de Rehabilitación

Como parte del programa de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Managua se planeó el aumento de la producción de agua en 1992, por medio del programa de rehabilitación de los pozos artesianos. El plan consiste en aumentar la producción de agua en 9,0 MGD con la rehabilitación de 11 pozos como se muestra en la Tabla 3.5.

Sin embargo, 8 de los 11 pozos a ser rehabilitados se encuentran emplazados en la sub-área Central, que es el área donde hay sobre-extracción de agua, por tanto este programa de rehabilitación no es recomendable, pero si se realiza debe ser implementado lentamente, si el volumen total de agua extraída de la sub-área Oriental se puede mantener en 50,27 MGD (sobre-extracción 20,16 MGD).

Tabla 3.1. Población estimada de los datos del CSE para el año 1991

Distrito	Zona Baja		Zona Media		Zona Alta		Distrito 1		Total	
	CSE	Población	CSE	Población	CSE	Población	CSE	Población	CSE	Población
1	0	0	0	0	0	0	23,448	70,986	23,448	70,986
2	34,972	105,678	15,007	45,348	0	0	0	0	49,979	151,026
3	0	0	20,159	60,916	35,909	108,510	0	0	56,068	169,426
4	52,387	158,303	23,398	70,704	0	0	0	0	75,785	229,007
5	0	0	14,202	42,916	52,265	157,934	0	0	66,467	200,850
6	31,416	94,933	48,698	147,156	1,367	4,131	0	0	81,481	246,220
7	0	0	0	0	31,904	96,588	0	0	31,904	96,588
Total	118,775	358,914	121,464	367,040	121,445	367,163	23,448	70,986	385,132	1,164,103

CSE: Número de electores mayores de 16 años

	Zona Baja	Zona Media	Zona Alta	Zona Alta Superior	áreas con Sistema de Abastecimiento Independiente		Total
					Distrito 1	Incluida la Zona Alta y la Zona Media	
1	0	0	0	0	70,986	0	70,986
2	105,678	45,348	0	0	0	0	151,026
3	0	60,916	54,859	53,651	0	0	169,426
4	158,303	70,704	0	0	0	0	229,007
5	0	42,916	136,201	14,800	0	6,933	200,850
6	94,933	143,328	0	0	0	7,959	246,220
7	0	0	0	95,461	0	1,127	96,588
Total	358,914	363,212	191,060	163,912	70,986	16,019	1,164,103

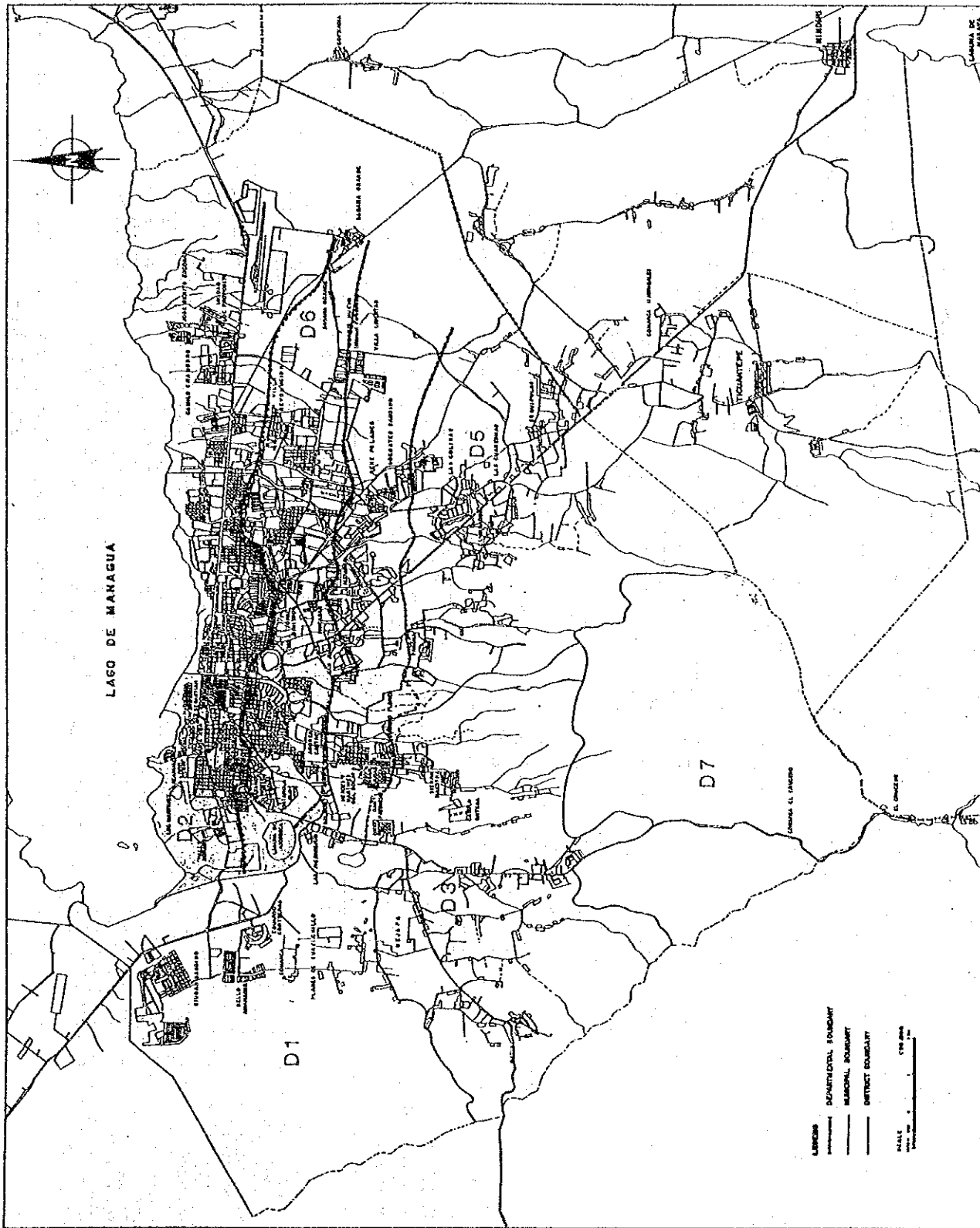
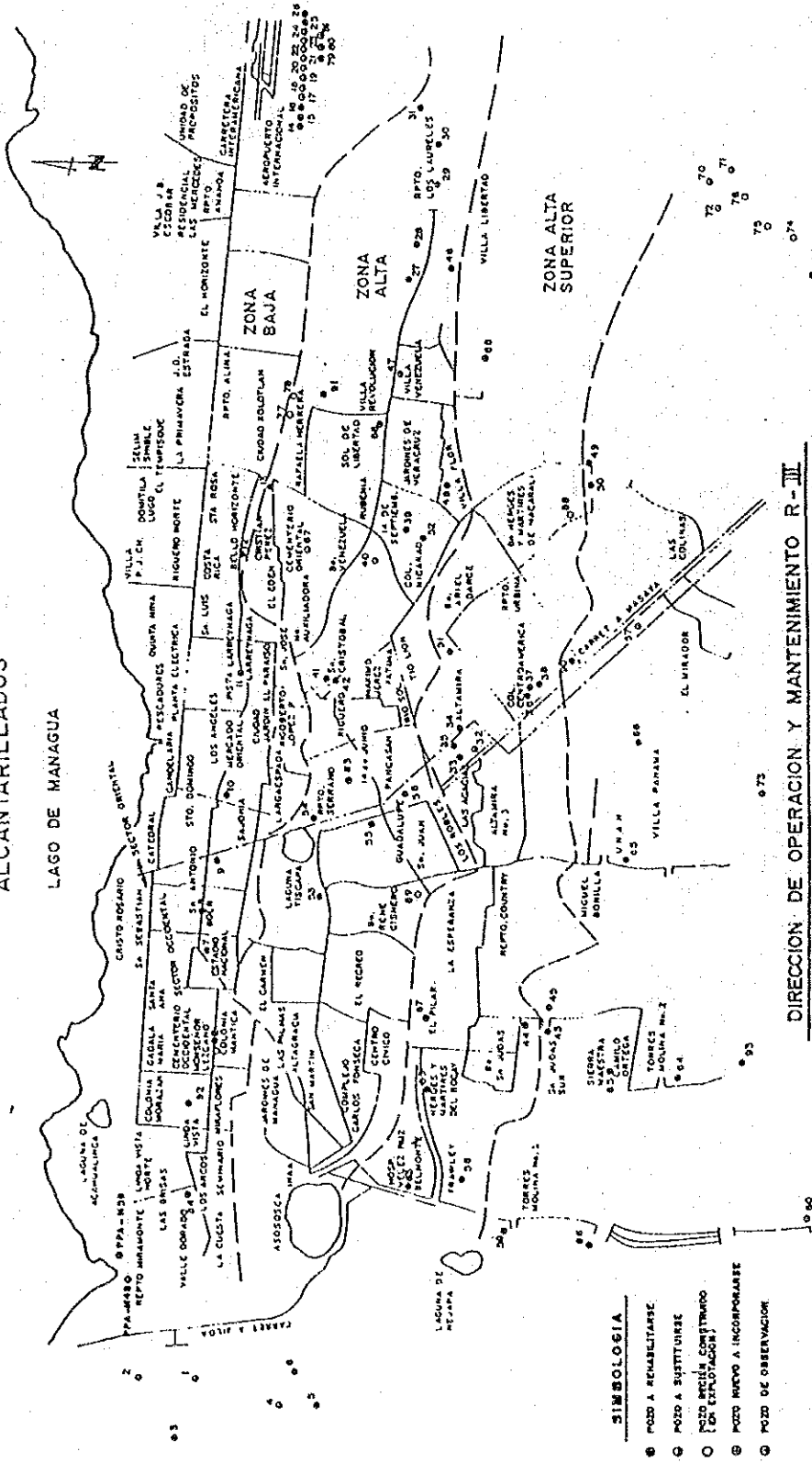


Figura 3.1. División del área de suministro por distritos y zonas

THE STUDY ON WATER SUPPLY PROJECT IN MANAGUA
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS

LAGO DE MANAGUA



DIRECCION DE OPERACION Y MANTENIMIENTO R-III

SECCION DE OPERACION DE POZOS
Y ESTACIONES DE BOMBEO

- | | | | | | | | |
|----|-------------------------|----|----------------------|----|--------------------------|----|-----------------------|
| 1 | CIUDAD SANDINO No. 1 | 33 | ALTAMIRA No. 3 | 65 | UNIVERSIDAD | 81 | CARLOS FONSECA No. 10 |
| 2 | CIUDAD SANDINO No. 2 | 34 | ALTAMIRA No. 4 | 66 | VILLA PANAMA | 82 | MONSEÑOR LEZCAHO |
| 3 | CIUDAD SANDINO No. 3 | 35 | ALTAMIRA No. 5 | 67 | PEPARTO SCICHI | 83 | PLAZA EL SOL |
| 4 | EDUARDO CONTRERAS No. 1 | 36 | CENTRO AMERICA No. 1 | 68 | HOSPITAL MANGO MORALES | 84 | LAS BRISAS |
| 5 | EDUARDO CONTRERAS No. 2 | 37 | CENTRO AMERICA No. 2 | 69 | HOSPITAL LA MASCOITA | 85 | SIERRA MAESTRA |
| 6 | EDUARDO CONTRERAS No. 3 | 38 | CENTRO AMERICA No. 3 | 70 | PARK LAS MADRES | 86 | EM. 11 C. SUR |
| 7 | EL ESTADIO | 39 | CENTRO AMERICA No. 4 | 71 | VILLA GOTEIL No. 2 | 87 | JULIO MARTINEZ |
| 8 | SAN ANTONIO | 40 | CENTRO AMERICA No. 5 | 72 | VILLA GOTEIL No. 3 | 88 | REPARTO SCICHI 3 |
| 9 | BANCO AMERICA | 41 | NICARAO No. 1 | 73 | VILLA GOTEIL No. 1 | 89 | INE CENTRAL |
| 10 | MERCADO ORIENTAL | 42 | NICARAO No. 2 | 74 | SM ISIDRO DE LA C. VENDE | 90 | EM. 7 C.A. MASAYA |
| 11 | TENDERI | 43 | SAN CRISTOBAL No. 1 | 75 | VERACRUZ No. 4 | 91 | LAUREANO MAIREMA |
| 12 | CINE AMERICA | 44 | SAN CRISTOBAL No. 2 | 76 | VERACRUZ No. 5 | 92 | REPARTO ESPAÑA |
| 13 | RAFAELA BERBERA | 45 | SAN JUDAS No. 1 | 77 | VERACRUZ No. 6 | 93 | PADEE FABBETTO |
| 14 | CARLOS FONSECA No. 9 | 46 | SAN JUDAS No. 2 | 78 | EM. 14.5 C. SUR | | |
| 15 | CARLOS FONSECA No. 12 | 47 | SAN JUDAS No. 3 | 79 | EM. 14.5 C. LEON | | |
| 16 | CARLOS FONSECA No. 13 | 48 | VILLA LIBERTAD | 80 | HOSPITAL VELEZ PAIZ | | |
| | | 49 | VILLA LIBERTAD | | HOSPITAL BEBIDA CALDERO | | |
| | | 50 | TORRES MOLINA No. 2 | | CARLOS FONSECA No. 15 | | |
| | | 51 | TORRES MOLINA No. 3 | | CARLOS FONSECA No. 17 | | |
| | | 52 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 53 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 54 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 55 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 56 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 57 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 58 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 59 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 60 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 61 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 62 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 63 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 64 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 65 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 66 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 67 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 68 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 69 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 70 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 71 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 72 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 73 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 74 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 75 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 76 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 77 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 78 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 79 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 80 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 81 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 82 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 83 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 84 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 85 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 86 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 87 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 88 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 89 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 90 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 91 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 92 | SIERRA BONILLA | | | | |
| | | 93 | SIERRA BONILLA | | | | |

Figura 3.2. Mapa de localización de los pozos existentes

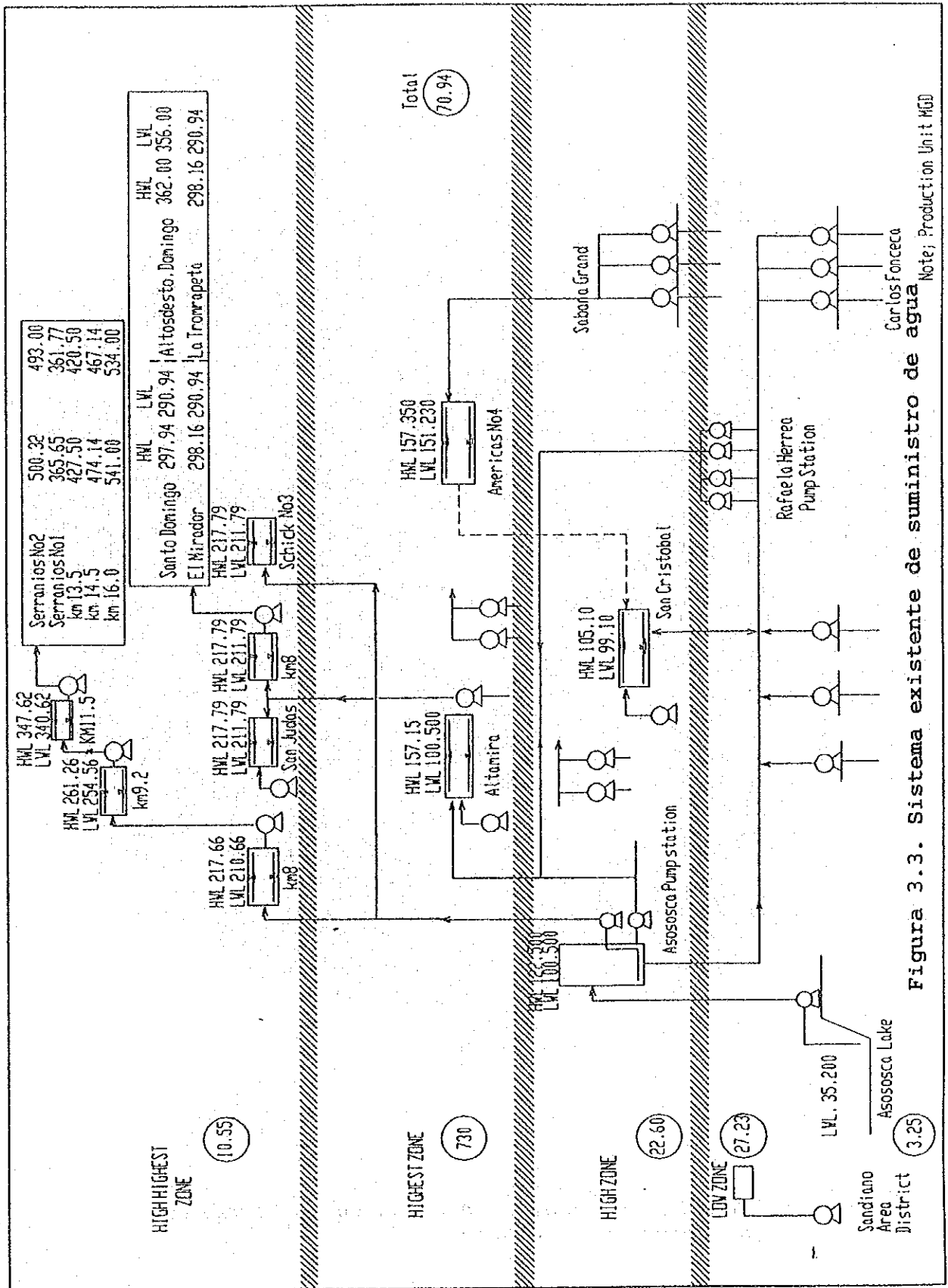


Figura 3.3. Sistema existente de suministro de agua

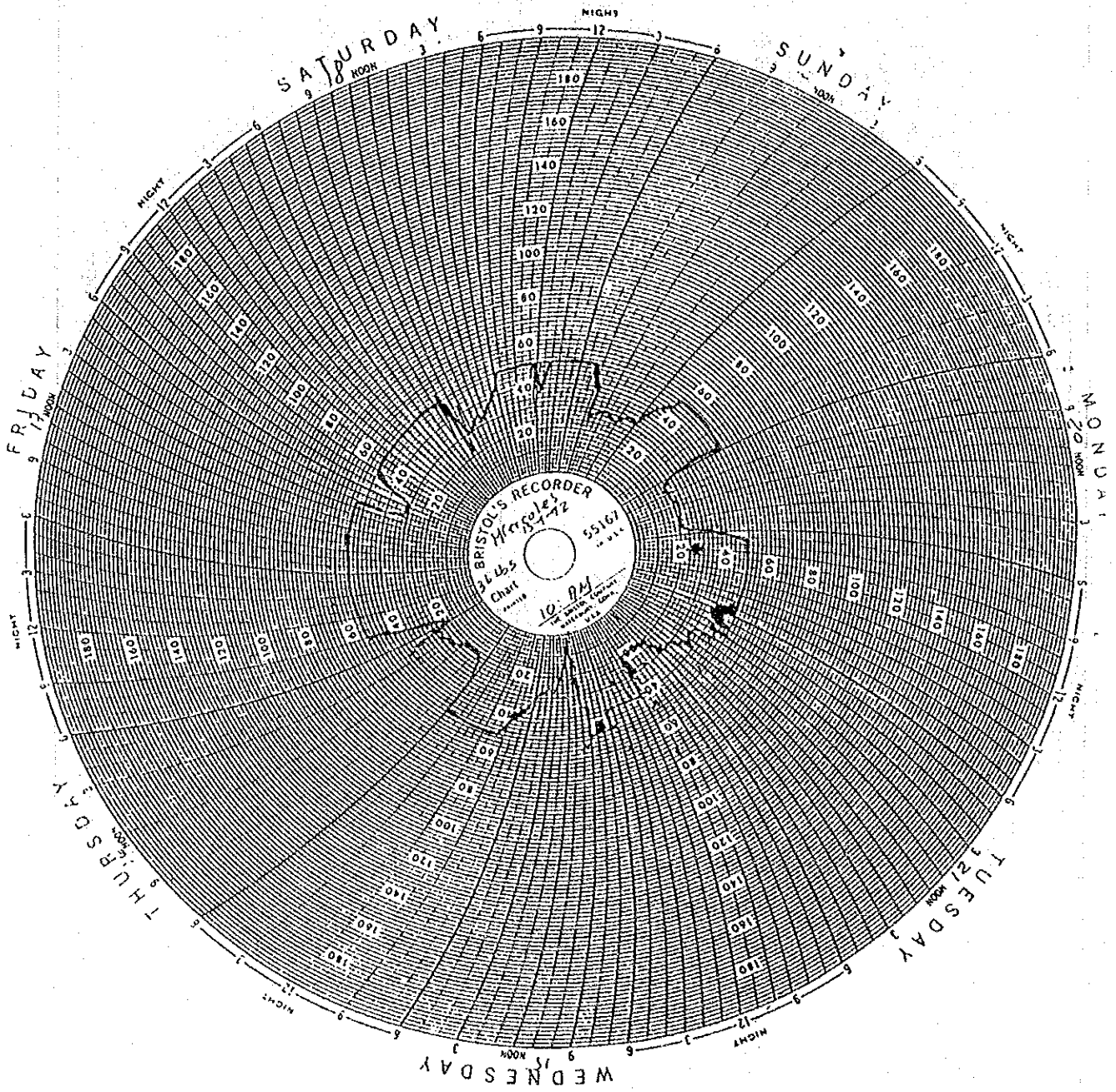


Fig. 3.5 Medición Semanal de Presión en la Estación de Bombeo San Antonio

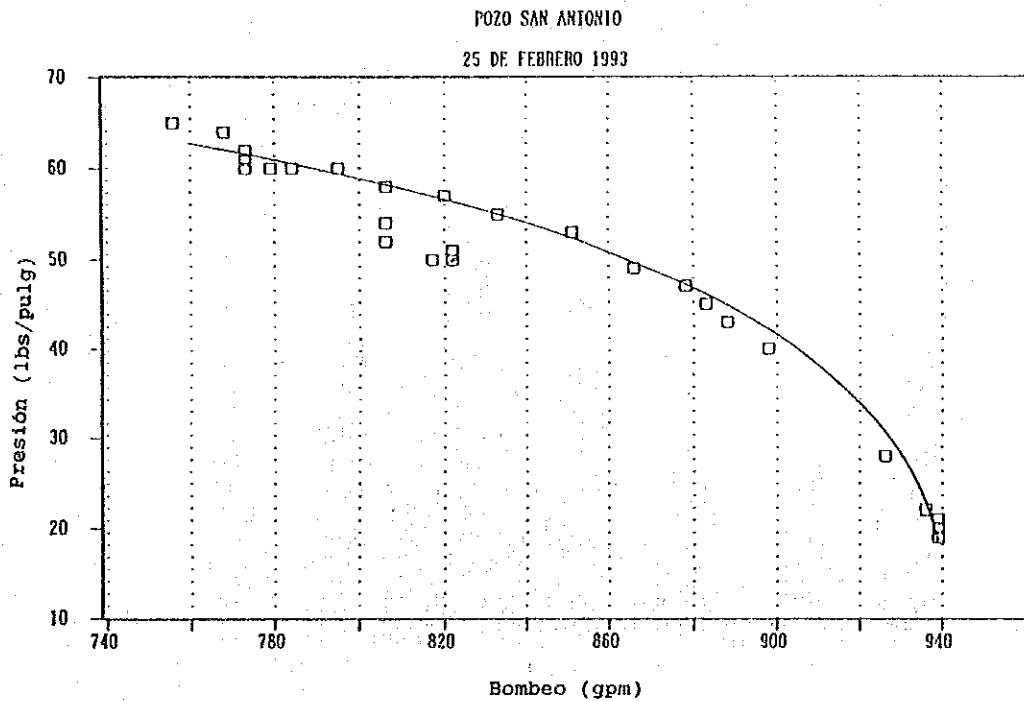
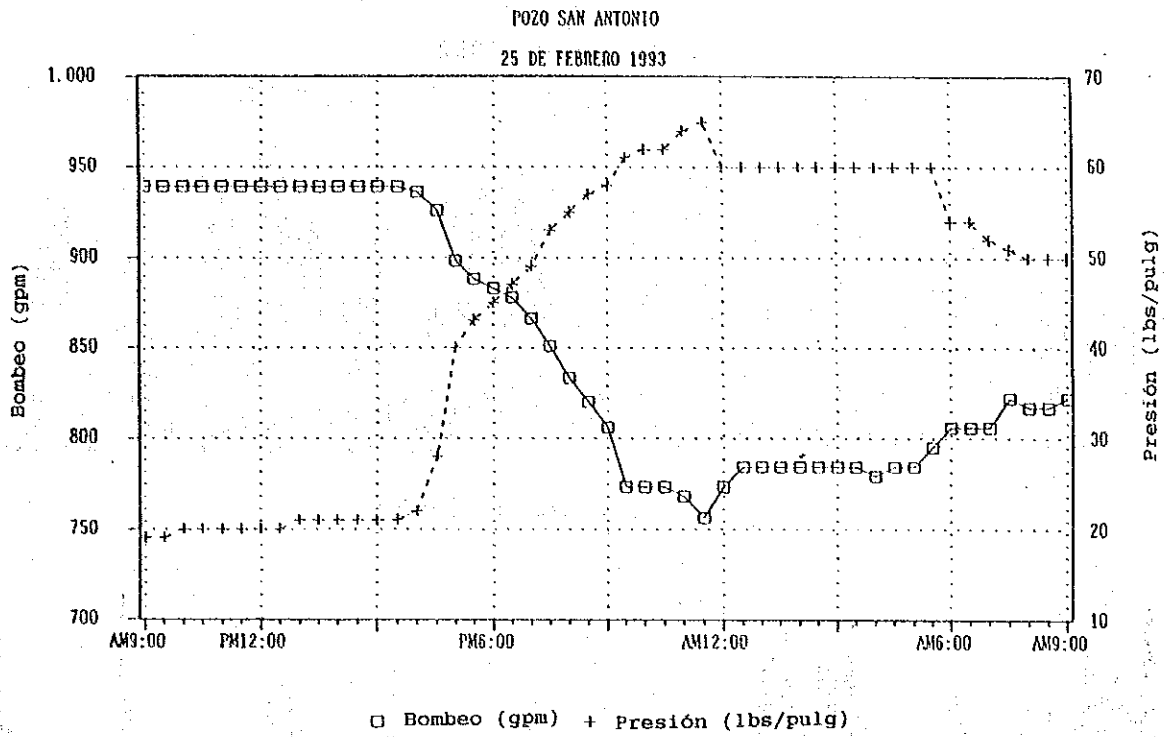
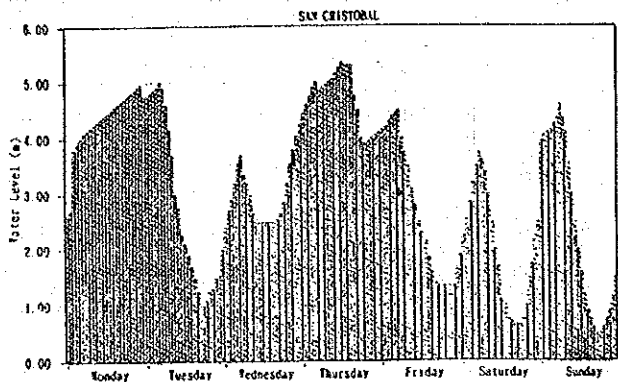
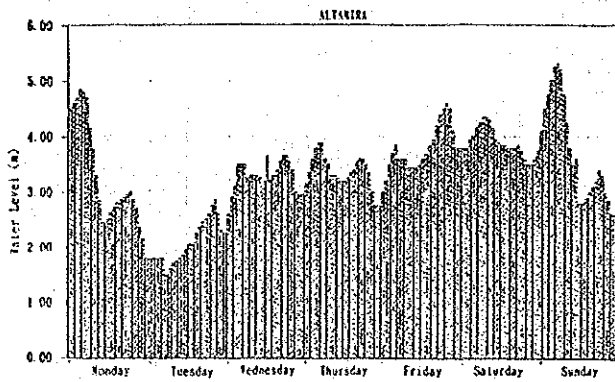


Fig. 3.6 Relación entre Presión y Bombeo en la Estación de Bombeo San Antonio

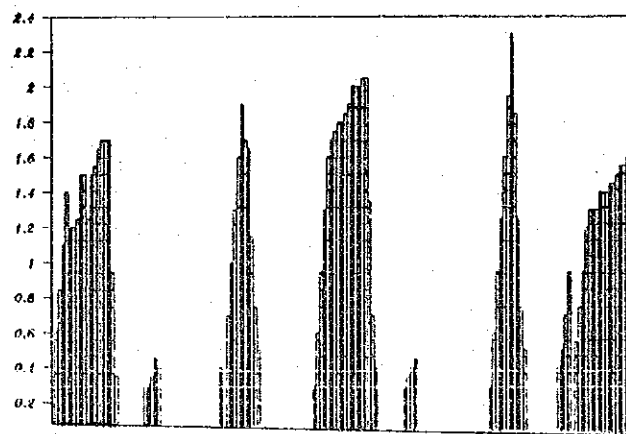
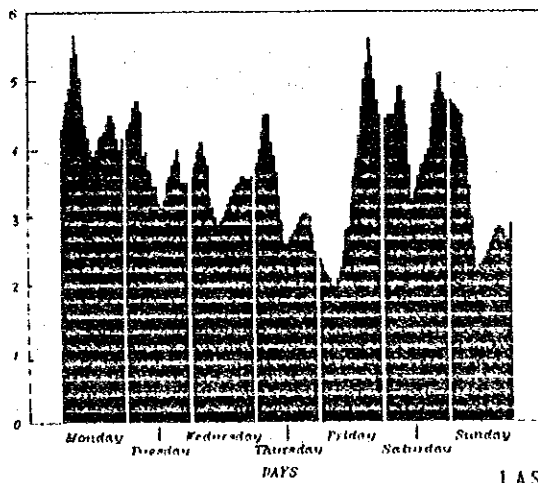
ALTANIRA

SAN CRISTOBAL

8 a 16 de junio, 1992



16 a 21 de febrero, 1993



LAS AMERICAS NO. 4

22 a 28 de febrero, 1993

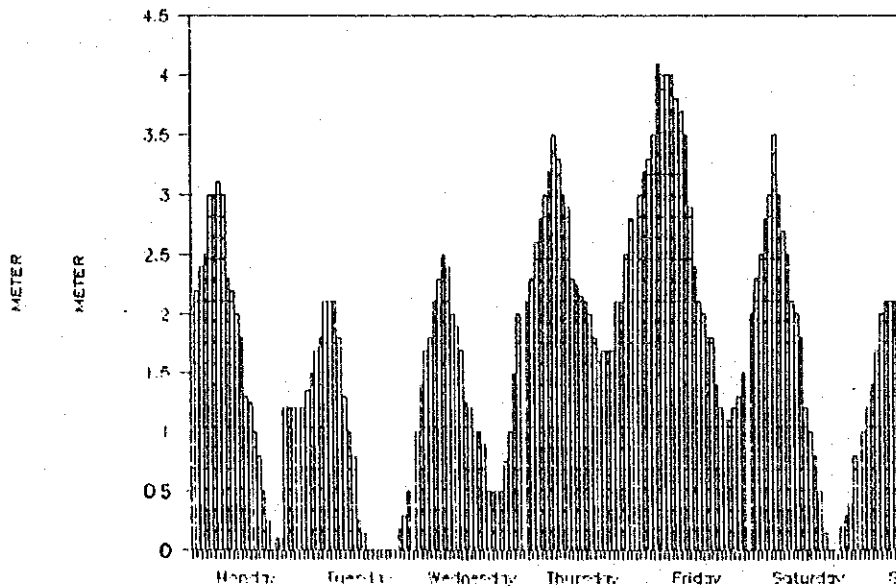


Fig. 3.7 Variación del Nivel de Agua en los Tanques Reservorios

CAPITULO 4 AGUA SUBTERRANEA

CAPITULO 4 AGUA SUBTERRANEA

4.1 Topografía y Geología

4.1.1 Topografía

La parte del Occidente de Nicaragua está dividida en tres provincias geológicas y geográficas las cuales son (Figuras 4.1.1 y 4.1.2):

- La Planicie Costera del Pacifico
- La Depresión Nicaragüense
- Las Tierras Altas del Interior

El Area de Estudio está localizada en parte de la Depresión Nicaragüense.

La depresión Nicaragüense es de relieve tectónico bajo y se extiende en dirección noroccidental - suroriental y se encuentra rodeada por la Planicie Costera del Pacifico y por las Tierras altas del Interior. Casi la mitad del área de la Depresión está ocupada por los Lagos de Managua y de Nicaragua.

A lo largo de el margen suroeste de la zona de Depresión se extiende la cadena de volcanes jóvenes desde la parte noroeste hasta el sureste. Entre los numerosos volcanes de ésta cadena volcánica, muchos de ellos son conos compuestos, muchos de escoria o de cenizas y algunos calderas y cráteres que no mantienen la forma original. Algunos de ellos alojan lagunas dentro de sus cráteres, muchos tienen una ligera actividad fumarólica y otros han hecho erupciones violentas de época en época en el pasado.

El Area de Estudio está ubicada en el borde suroeste de la Depresión Nicaraguense y cubre un área de 880 kilómetros cuadrados al sur del lago de Managua (Fig. 4.1.13).

El área se encuentra limitada por las Serranías de las Sierras de Mateare y de Managua en el suroeste; por una divisoria de las Sierras de Carazo en el sur y por una divisoria de agua subterránea que pasa cerca de la carretera nacional (No.11) que

conecta Tipitapa y Masaya hacia el este.

El Area de Estudio está dividida en tres sub-áreas hidrológicas e hidrogeológicas (Fig.4.1.3):

- Sub-área Occidental
- Sub-área Central de Managua
- Sub-área Oriental.

(1) Sub-Area Occidental

Esta sub-área está limitada hidrogeológicamente al sureste por la Escarpa de Falla de Mateare. El lado este de la Escarpa consiste de Pleniplanicie Cuaternaria con un gradiente de 1/40 (1,4 grados). No existen corrientes perennes, pero hay muchas estacionales que corren solamente en época lluviosa; su área cubierta es de 54 kilómetros cuadrados.

(2) Sub-Area Central de Managua

Esta sub-área está limitada, en el norte, por la costa sur del Lago de Managua y una divisoria de agua subterránea, las cuales son controladas principalmente, por estructuras geológicas tales como Fallas, Escarpa de Falla, y por la forma de una superficie superior de capa basal impermeable en el oeste, en el suroeste, y en el sureste.

La parte principal de la ciudad de Managua está sobre la meseta baja y plana con un gradiente de 1/27 (2,2 grados). Hay muchos conos y cráteres de volcanes jóvenes; muchos de los cuales son cráteres de colapso compuesto y algunos tienen lagunas dentro de ellos. La Laguna de Asososca es una de las fuentes de agua más importante para el sistema de abastecimiento de INAA en la ciudad de Managua.

La pendiente norte de las Sierras de Managua tiene un gradiente de 1/16 (3,6 grados) en el área montañosa detrás de la ciudad de Managua. Su elevación máxima es aproximadamente de 940 metros en las Sierras de Managua proyectadas dentro del área de la Depresión Nicaragüense. En esta pendiente hay muchos valles profundamente erosionados con flancos empinados, los cuales yacen sobre una capa de ceniza volcánica (rica en escoria) y están cubiertos por un bosque denso tropical y vegetación cultivada. Desde el punto de vista anteriormente mencionado esta área tiene hidrogeológicamente buenas condiciones de recarga.

(3) Sub-Area Oriental

Como nos muestran las Figuras 4.1.3, esta sub-área puede ser dividida en dos distritos hidrológicos:

- El distrito de recarga de agua subterráneas incluyendo la caldera de Masaya.
- El distrito de almacenaje de aguas subterráneas y escorrentía.

El Distrito de Recarga de Aguas Subterráneas comprende el área montañosa de las Sierras de Managua, las Sierras de Carazo y el área del volcán Masaya con la caldera grande.

En el flanco que va hacia el sur de las Sierras de Managua existen cañones profundos de paredes verticales, y las erosiones fuertes todavía continúan por todas partes. Sin embargo, la mayor parte de las Sierras se encuentra cultivada y la mayoría de las paredes de los cañones están profusamente cubiertos de vegetación selvática.

La cordillera divisoria de las Sierras de Carazo se extiende casi a lo largo de la carretera nacional (No 18). Su área norte está ocupada por las Tierras Altas Planas con más de 400 metros de elevación, y cubierta por un denso bosque húmedo tropical y vegetación cultivada.

La Caldera de Masaya cubre un área de 47,5 kilómetros cuadrados y el nivel del agua de su caldera-lago es de 135 metros de elevación. No todos los cañones de éste distrito de recarga de agua subterránea son corrientes perennes. Una parte de el agua de lluvia que cae sobre las Sierras de Managua se infiltra a través del suelo cerca de la parte norte de Ticuantepe y la mayor parte del agua de lluvia proveniente de la Meseta de Carazo fluye hacia la laguna de Masaya.

El distrito de Almacenamiento de Agua Subterránea y Escorrentía Superficia consiste de una planicie con un gradiente de 1/62 (1,0 grados) comprendida entre la pared norte de la caldera de Masaya y el lago de Managua. Existen muchas corrientes estacionales, pero la mayor parte de sus cauces desaparecen al llegar a las partes bajas y planas de la Planicie en la estación lluviosa. En ésta área de elevación baja hay muchos manantiales alimentados por agua subterránea. Las elevaciones topográficas de los manantiales están entre 50 y 60 metros. Estas aguas de manantial forman muchas corrientes pequeñas perennes que fluyen hacia el lago de Managua. Dentro de éste existen muchas cadenas de volcanes con dirección norte-sur y muchos de ellos consisten de pequeños conos y cráteres de hundimiento.

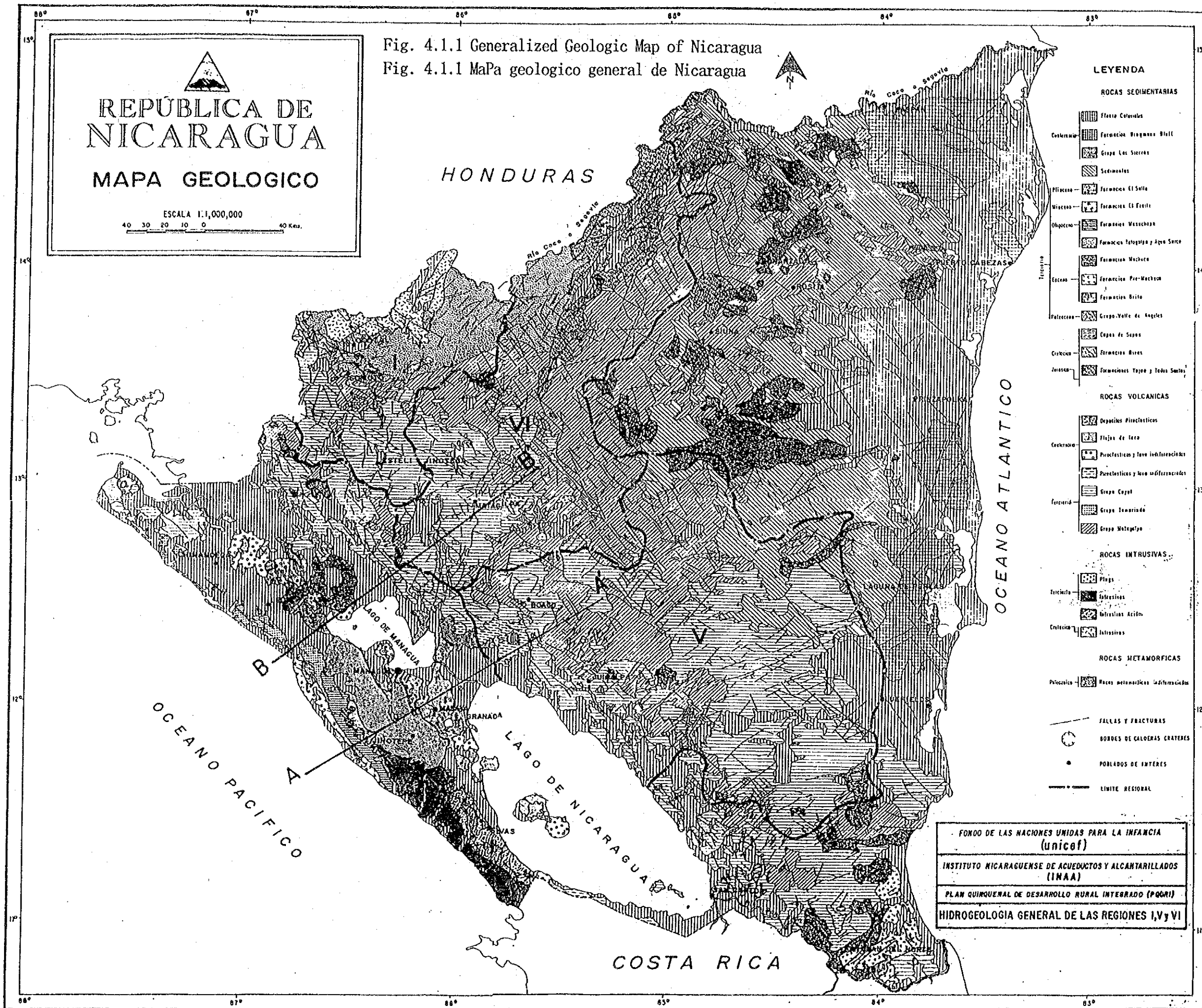


Fig. 4.1.1 Generalized Geologic Map of Nicaragua
 Fig. 4.1.1 Mapa geológico general de Nicaragua


REPUBLICA DE NICARAGUA
MAPA GEOLOGICO
 ESCALA 1:1,000,000
 40 30 20 10 0 40 Km.

- LEYENDA**
- ROCAS SEDIMENTARIAS**
- Flanco Colinas
 - Formación Biagonza Hill
 - Grupo Las Sierritas
 - Sedimentos
 - Plioceno - Formación El Sella
 - Mioceno - Formación El Estero
 - Oligoceno - Formación Masachoa
 - Formación Patatepa y Agua Santa
 - Formación Machuca
 - Eoceno - Formación Par-Machuca
 - Formación Brita
 - Paleoceno - Grupo Valle de Angeles
 - Cenozoico - Cargas de Sargas
 - Formación Bivas
 - Formaciones Tapan y Todos Santos
- ROCAS VOLCANICAS**
- Depositos Piroclasticos
 - Flujos de lava
 - Proclasticos y lava indiferenciados
 - Proclasticos y lava diferenciados
 - Grupo Copal
 - Grupo Ismarinda
 - Grupo Metapala
- ROCAS INTRUSIVAS**
- Plugs
 - Intrusivos
 - Intrusivos Acidos
 - Intrusivos
- ROCAS METAMORFICAS**
- Placas metamórficas (diferenciación)
- FALLAS Y FRACTURAS
 BORDOS DE CALDERAS CRATERES
 POBLADOS DE INTERES
 LIMITE REGIONAL

FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA
 (unicef)
 INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
 (INAA)
 PLAN QUINQUENAL DE DESARROLLO RURAL INTEGRADO (PQRRI)
 HIDROGEOLOGIA GENERAL DE LAS REGIONES I, V y VI

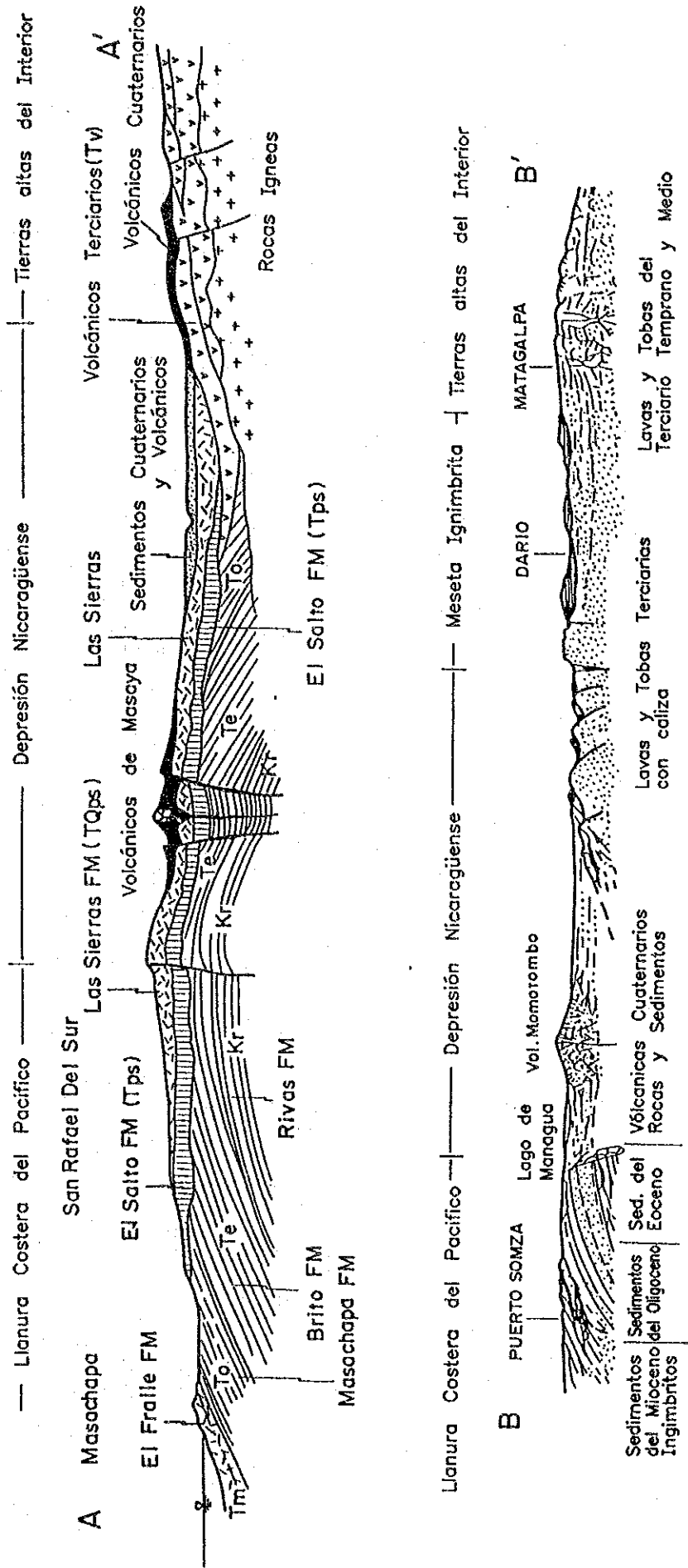


Fig. 4.1.2 Secciones transversales generales