

本報告は、社会開発調査部が、  
1980年10月1日現在、社会開発調査部  
の調査結果に基づき、社会開発調査部

社会開発調査部が、社会開発調査部  
の調査結果に基づき、社会開発調査部  
の調査結果に基づき、社会開発調査部

社会開発調査部が、社会開発調査部

社会開発調査部が、社会開発調査部

社会開発調査部が、社会開発調査部



JICA LIBRARY



1119976[7]

27748



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

INFORME PRINCIPAL

SEPTIEMBRE 1993

Kokusai kogyo Co., Ltd., Tokio



## Prefacio

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Nicaragua, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio sobre el Proyecto de Abastecimiento de Agua en Managua y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

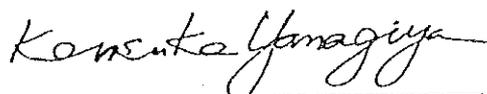
JICA envió a la República de Nicaragua una misión de estudio presidida por el Ing. Kunio Fujiwara de la Kokusai Kogyo Co.,Ltd., la cual visitó Nicaragua cuatro veces entre Diciembre de 1991 y Julio de 1993.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de la República de Nicaragua y realizó investigaciones en los lugares destinados al Estudio. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya a promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Nicaragua, por su estrecha cooperación brindada a la misión.

Septiembre 1993



---

Kensuke Yanagiya  
Presidente  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón



Tokio, Septiembre de 1993

Señor Kensuke Yanagiya  
Presidente  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón  
Tokio, Japón

CARTA DE REMISION

Tenemos el agrado de remitir a usted el informe del estudio sobre el Proyecto de Abastecimiento de Agua en Managua, República de Nicaragua. El informe contiene los resultados de los estudios sobre la evaluación de los recursos de agua subterránea en el area de captación que abarca 880 km<sup>2</sup> incluyendo la ciudad de Managua, el plan de desarrollo del agua subterránea para el abastecimiento de agua en Managua, y el plan de manejo del agua subterránea.

El informe final consiste del mapa hidrogeológico y cuatro volúmenes: Resumen, Informes Principal y Suplementario, y el Libro de Datos. El Resumen presenta en forma concisa los resultados del estudio. El Informe Principal describe los resultados de los estudios y los análisis. El Informe Suplementario contiene los métodos/especificaciones de los estudios de campo, así como también los planos de los diseños de las instalaciones de abastecimiento de agua del Proyecto. El Libro de Datos contiene los resultados de los estudios de campo, inventario de pozos y los resultados generados por computadora.

Esperamos que la implementación del plan propuesto de desarrollo del agua subterránea contribuya significativamente a mejorar las condiciones de abastecimiento de agua en la ciudad capital de la República de Nicaragua.

Deseamos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestros sinceros agradecimientos a la Agencia que usted dignamente preside y a la Embajada del Japón en Managua. Además, deseamos expresar nuestra profunda gratitud a las autoridades concernientes del Gobierno de Nicaragua por la estrecha colaboración y asistencia que nos brindaron durante el estudio.

Reiterándole las expresiones de mi mayor consideración y respeto, saludo a usted

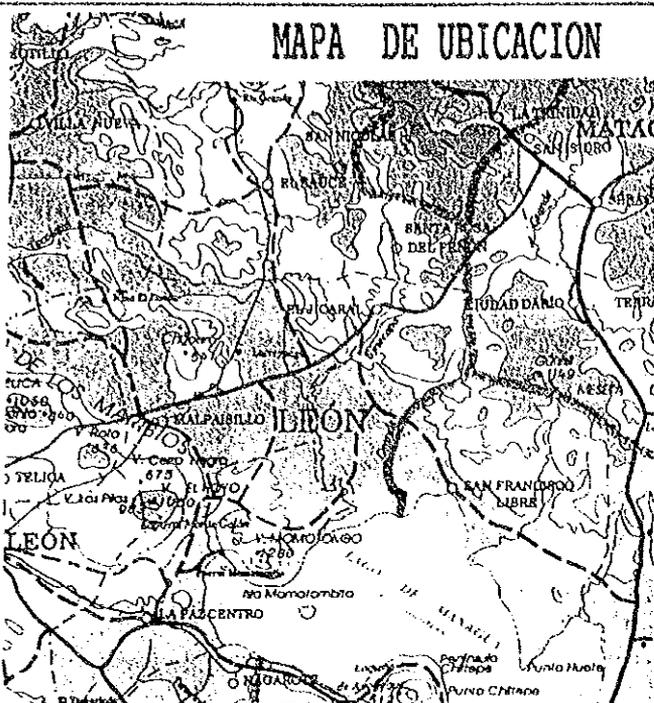
Muy atentamente,



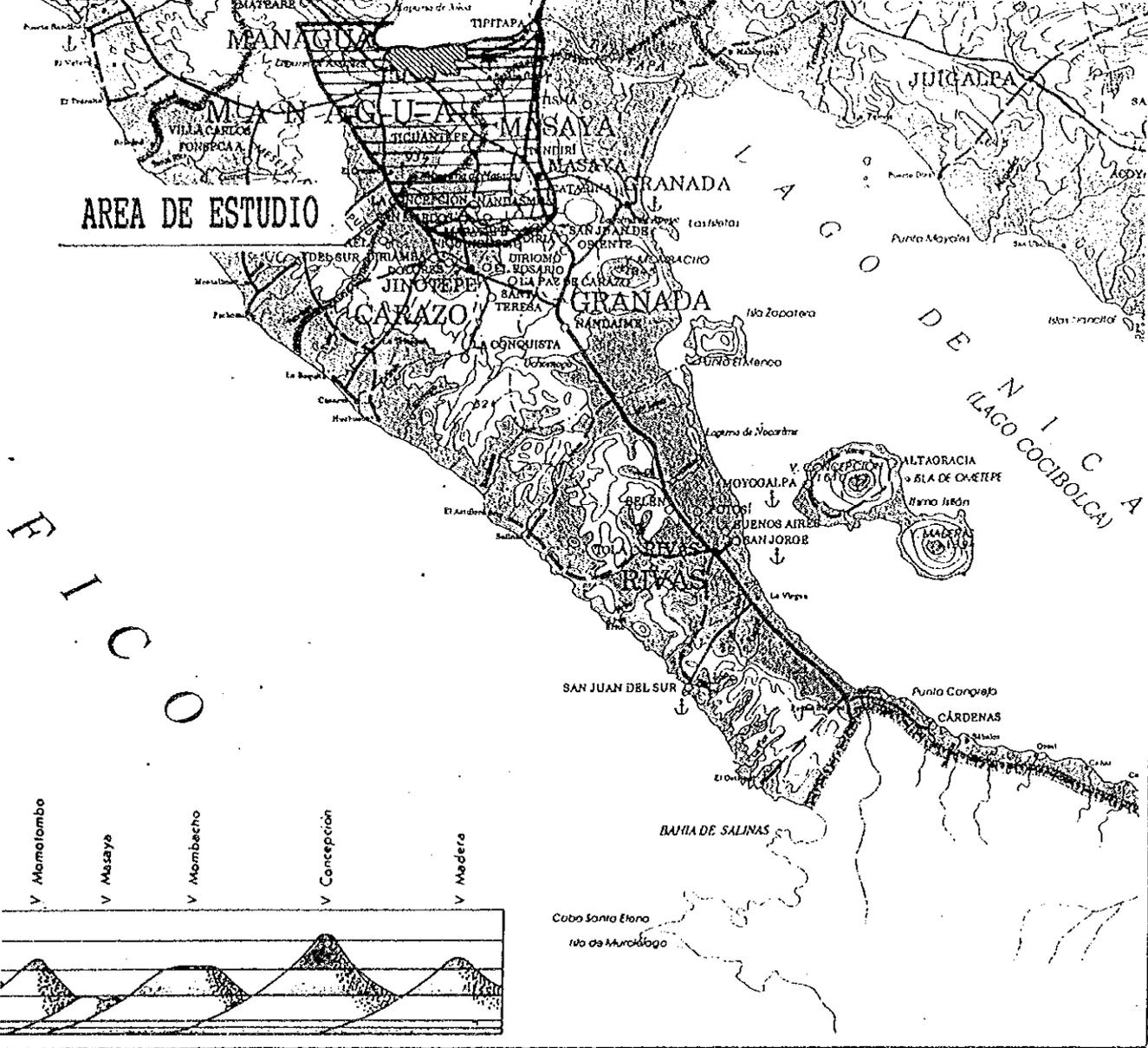
Kunio Fujiwara  
Jefe del Equipo de Estudio,  
Proyecto de Abastecimiento  
de Agua en Managua



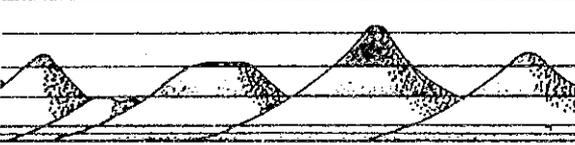
MAPA DE UBICACION



AREA DE ESTUDIO



- V. Momotombo
- V. Masaya
- V. Mombecho
- V. Concepcion
- V. Madera





## INFORME FINAL

MAPA DE UBICACION  
TABLA DE CONTENIDOS  
CUADROS  
FIGURAS  
ABREVIATURA

### TABLA DE CONTENIDOS

#### CAPITULO 1 INTRODUCCION

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 1.1   | General . . . . .                             | 1-1 |
| 1.2   | Perfil del Estudio . . . . .                  | 1-1 |
| 1.2.1 | Antecedentes del Proyecto . . . . .           | 1-1 |
| 1.2.2 | Objetivos del Estudio . . . . .               | 1-2 |
| 1.2.3 | Area de Estudio . . . . .                     | 1-2 |
| 1.2.4 | Equipo de Estudio . . . . .                   | 1-3 |
| 1.3   | Descripción del Estudio . . . . .             | 1-4 |
| 1.3.1 | Componentes y Secuencia del Estudio . . . . . | 1-4 |
| 1.3.2 | Tecnología Utilizada . . . . .                | 1-6 |

#### CAPITULO 2 ANTECEDENTES SOCIOECONOMICOS Y SECTORIALES

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 2.1   | Generalidades . . . . .                                  | 2-1  |
| 2.2   | Características Económicas . . . . .                     | 2-2  |
| 2.2.1 | Nicaragua . . . . .                                      | 2-2  |
| 2.2.2 | El Area de Estudio . . . . .                             | 2-6  |
| 2.3   | Condiciones Sociales . . . . .                           | 2-7  |
| 2.4   | Plan Nacional de Desarrollo . . . . .                    | 2-8  |
| 2.4.1 | Objetivos . . . . .                                      | 2-8  |
| 2.4.2 | Metas de Crecimiento y Estrategia General . . . . .      | 2-9  |
| 2.4.3 | Estrategia Sectorial . . . . .                           | 2-10 |
| 2.5   | Sector de Abastacimiento de Agua y Saneamiento . . . . . | 2-11 |
| 2.5.1 | Cobertura del Servicio . . . . .                         | 2-11 |
| 2.5.2 | La Institución de Servicio: INAA . . . . .               | 2-11 |
| 2.5.3 | Perspectivas Sectoriales . . . . .                       | 2-17 |

## CAPITULO 3 SUMINISTRO DE AGUA

|       |   |      |
|-------|---|------|
| 3.1   | Condiciones Generales<br>del Suministro de Agua en Managua . . . . .    | 3-1  |
| 3.2   | Condiciones Actuales del Suministro de Agua . . . . .                   | 3-2  |
| 3.2.1 | Area con Servicio y Población Abastecida . . . . .                      | 3-2  |
| 3.2.2 | Fuentes de Suministro y Cantidad Extraída . . . . .                     | 3-3  |
| 3.2.3 | Suministro por Zonas . . . . .  | 3-4  |
| 3.2.4 | Consumo Real de Agua y Pérdidas . . . . .                               | 3-5  |
| 3.2.5 | Clasificación del Consumo por Tipos de Uso . . . . .                    | 3-7  |
| 3.2.6 | Agua con Importe Cubierto<br>y Agua con Importe no Cubierto . . . . .   | 3-7  |
| 3.2.7 | Distribución e Instalaciones<br>para el Suministro . . . . .            | 3-8  |
| 3.3   | Observación del Equipo<br>de Abastecimiento de Agua Existente . . . . . | 3-9  |
| 3.3.1 | Medición de la Tasa de Extracción . . . . .                             | 3-9  |
| 3.3.2 | Observación de las principales<br>Tanques de Reservas . . . . .         | 3-9  |
| 3.4   | Operación y Mantenimiento . . . . .                                     | 3-11 |
| 3.4.1 | General . . . . .   | 3-11 |
| 3.4.2 | Programa de Rehabilitación . . . . .                                    | 3-12 |

## CAPITULO 4 AGUA SUBTERRANEA

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 4.1   | Topografía y Geología . . . . .                                | 4-1  |
| 4.1.1 | Topografía . . . . .   | 4-1  |
| 4.1.2 | Geología General . . . . .                                     | 4-6  |
| 4.1.3 | Geología Estructural e Historia Geológica . . . . .            | 4-22 |
| 4.2   | Clima . . . . .  | 4-44 |
| 4.2.1 | Estación meteorológica . . . . .                               | 4-44 |
| 4.2.2 | Temperatura, Humedad y Evaporación . . . . .                   | 4-44 |
| 4.2.3 | Pluviosidad . . . . .  | 4-45 |
| 4.2.4 | Evapotranspiración . . . . .                                   | 4-48 |
| 4.3   | Agua Superficial . . . . .                                     | 4-59 |
| 4.3.1 | Condiciones Generales . . . . .                                | 4-59 |
| 4.3.2 | Caudal . . . . .   | 4-60 |
| 4.4   | Inventario de Pozos<br>y Nivel de Aguas Subterráneas . . . . . | 4-70 |
| 4.4.1 | Inventario de Pozos . . . . .                                  | 4-70 |
| 4.4.2 | Nivel de las Aguas Subterráneas . . . . .                      | 4-71 |
| 4.5   | Usos del Agua Subterránea . . . . .                            | 4-90 |
| 4.5.1 | Consideraciones de Estudios Previos . . . . .                  | 4-90 |
| 4.5.2 | Uso del Agua de 1972 a 1991 . . . . .                          | 4-91 |

|       |   |       |
|-------|---|-------|
| 4.6   | Perforaciones y Pruebas de Bombeo Exploratorias     | 4-103 |
| 4.6.1 | Perforaciones Exploratorias                         | 4-104 |
| 4.6.2 | Pruebas de Bombeo                                   | 4-109 |
| 4.7   | Calidad del Agua                                    | 4-118 |
| 4.7.1 | Revisión de Estudios Previos                        | 4-118 |
| 4.7.2 | Componentes Generales del Agua                      | 4-119 |
| 4.7.3 | Diagrama Trilinear y Diagrama Patrón                | 4-120 |
| 4.8   | Características Hidrogeológicas del Area de Estudio | 4-130 |
| 4.8.1 | Aspectos Hidrogeológicos                            | 4-130 |
| 4.8.2 | Características Geofísicas de Hidrogeología         | 4-134 |
| 4.8.3 | Permeabilidad del Acuífero                          | 4-135 |
| 4.8.4 | Ocurrencia de Agua Subterránea                      | 4-141 |
| 4.9   | Base de Datos                                       | 4-176 |

**CAPITULO 5 EVALUACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS**

|       |   |      |
|-------|---|------|
| 5.1   | Introducción  | 5-1  |
| 5.2   | Balance Hídrico   | 5-4  |
| 5.2.1 | Distribución Areal de la Precipitación y Coeficiente de Recarga | 5-4  |
| 5.2.2 | Balance Hídrico   | 5-6  |
| 5.3   | Modelo de Aguas Subterráneas                                    | 5-10 |
| 5.3.1 | Generalidades   | 5-10 |
| 5.3.2 | Modelo de Flujo de Agua Subterránea                             | 5-11 |
| 5.3.3 | Condiciones de Frontera y Parámetros del Modelo                 | 5-14 |
| 5.3.4 | Parámetros de Acuíferos   | 5-15 |
| 5.3.5 | Calibración   | 5-17 |
| 5.3.6 | Estudio de Casos Futuros  | 5-19 |
| 5.4   | Recomendaciones   | 5-51 |

**CAPITULO 6 EL PROYECTO**

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.1   | Concepto Básico                                | 6-1 |
| 6.2   | Area Servida                                   | 6-2 |
| 6.3   | Proyección de la Demanda de Agua               | 6-3 |
| 6.4   | Plan de Desarrollo del Agua Subterránea        | 6-6 |
| 6.4.1 | Potencial de Agua Subterránea por Area         | 6-6 |
| 6.4.2 | Distribución del Agua Subterránea Desarrollada | 6-8 |

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 6.4.3 | Balance del Potencial de Agua Subterránea y Demanda        | 6-9  |
| 6.4.4 | Desarrollo de Agua Subterránea en la Sub-área Oriental     | 6-13 |
| 6.4.5 | Mitigación de la Sobreextracción en la sub-área Central    | 6-15 |
| 6.5   | Campos de Pozos Seleccionados en el Area de Estudio        | 6-16 |
| 6.6   | Plan de Implementación                                     | 6-18 |
| 6.6.1 | Esquema y Programa de Implementación del Proyecto          | 6-18 |
| 6.6.2 | Plan de Instalaciones para la Fase I y II del Proyecto     | 6-22 |
| 6.6.3 | Plan de las Instalaciones para la Fase III del Proyecto    | 6-24 |
| 6.6.4 | Estimaciones de Costos del Proyecto                        | 6-25 |
| 6.7   | Plan de Operación y Mantenimiento                          | 6-36 |
| 6.7.1 | Operación del Sistema de Bombeo y Conducción               | 6-36 |
| 6.7.2 | Estimación de Costos de Operación y Mantenimiento          | 6-36 |
| 6.8   | Evaluación del Proyecto                                    | 6-40 |
| 6.8.1 | Definición de los Supuestos para la Estimación de Ingresos | 6-40 |
| 6.8.2 | Estimación de Ingresos                                     | 6-41 |
| 6.8.3 | Cálculo del Índice de Viabilidad Financiera                | 6-43 |
| 6.8.4 | Interpretación de los Resultados                           | 6-44 |
| 6.8.5 | Evaluación General   | 6-45 |

## CAPITULO 7 PLAN DE MANEJO DEL AGUA SUBTERRANEA

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 7.1   | Política Básica  | 7-1  |
| 7.1.1 | Conceptos Relevantes   | 7-1  |
| 7.1.2 | Prioridad del Uso de Agua Subterránea                        | 7-2  |
| 7.1.3 | Ahorro de Agua   | 7-4  |
| 7.1.4 | Contaminación del Agua Subterránea y Fuentes de Agua Futuras | 7-4  |
| 7.2   | Manejo del Agua Subterránea                                  | 7-5  |
| 7.2.1 | Area Objetivo para Manejo del Agua Subterránea               | 7-5  |
| 7.2.2 | Restricciones de Extracción Tentativas                       | 7-6  |
| 7.2.3 | Programa de Monitoreo  | 7-6  |
| 7.2.4 | Sub-estudio  | 7-8  |
| 7.2.5 | Programa de Tiempo   | 7-9  |
| 7.2.6 | Organización   | 7-12 |

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 7.3 | Fuentes de Agua Alternativas . . . . . | 7-13 |
|-----|--|------|

## CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 8.1    | Conclusiones . . . . .   | 8-1 |
| 8.1.1  | Condiciones Hidrogeológicas<br>del Area de Estudio . . . . .                                       | 8-1 |
| 8.1.2  | Potencial de Desarrollo del Agua Subterránea . . . . .   | 8-1 |
| 8.1.3  | Bombeo en el Area de Estudio<br>y Balance de Agua Subterránea . . . . .                            | 8-2 |
| 8.1.4  | Producción de Agua por Categoría de Uso<br>en 1991 y Demanda de Agua en el Año 2000 . . . . .      | 8-2 |
| 8.1.5  | Balance entre el Potencial de Desarrollo<br>y Demanda Estimada en Managua en el Año 2000 . . . . . | 8-3 |
| 8.1.6  | Rendimiento Permisible en el Area de Estudio . . . . .   | 8-4 |
| 8.1.7  | Plan de Abastecimiento<br>de Agua a los Districtos 2-6 . . . . .                                   | 8-4 |
| 8.1.8  | Costos Estimados del Proyecto . . . . .  | 8-5 |
| 8.1.9  | Costos de Operación y Mantenimiento<br>correspondientes a las Fases 1 y 2 . . . . .                | 8-5 |
| 8.1.10 | Evaluación del Proyecto . . . . .  | 8-6 |
| 8.2    | Recomendaciones . . . . .  | 8-7 |
| 8.2.1  | Generalidades . . . . .  | 8-7 |
| 8.2.2  | Monitoreo y Otro Estudios . . . . .  | 8-7 |
| 8.2.3  | Abastecimiento de Agua . . . . .   | 8-9 |

## CUADROS Y FIGURAS

### CUADROS

|        |   |      |
|--------|---|------|
| 2.2.1  | Indicadores Económicos Seleccionados . . . . .  | 2-21 |
| 2.2.2  | Población y Empleo . . . . .  | 2-21 |
| 2.2.3  | Producción Agrícola . . . . .   | 2-22 |
| 2.2.4  | Producción Pesquera . . . . .   | 2-23 |
| 2.2.5  | Manufactura : Estructura basada<br>en valores de producción(%) . . . . .                  | 2-23 |
| 2.2.6  | Principales Productos de Exportación . . . . .  | 2-24 |
| 2.2.7  | Principales Productos de Importación . . . . .  | 2-24 |
| 2.2.8  | Deuda Externa Pendiente . . . . .   | 2-25 |
| 2.2.9  | Finanzas del Gobierno Central . . . . .   | 2-26 |
| 2.2.10 | Ingresos del Gobierno Central . . . . .   | 2-27 |
| 2.3.1  | Vivienda y Servicios(Básicos) en 1985 . . . . .   | 2-28 |
| 2.5.1  | Población con Servicio de Agua<br>por Macro-Región en 1989 . . . . .                      | 2-29 |
| 2.5.2  | Población con Servicio de Agua<br>y Alcantarillado Sanitario por Región en 1987 . . . . . | 2-30 |
| 2.5.3  | Balance General de INAA: Activo . . . . .   | 2-31 |
| 2.5.4  | Balance General de INAA: Pasivo . . . . .   | 2-32 |
| 2.5.5  | Estado de Ingresos de INAA . . . . .  | 2-33 |
|        |   |      |
| 3.1    | Población estimada<br>de los datos del CSE para el año 1991 . . . . .                     | 3-13 |
| 3.2    | Producción media de cada fuente para 1991 . . . . .                                       | 3-14 |
| 3.3    | Producción y consumo mensual de agua<br>para la ciudad de Managua en 1991 . . . . .       | 3-15 |
| 3.4    | Resumen de las medidas<br>de consumo para Julio de 1992 . . . . .                         | 3-16 |
| 3.5    | Producción de agua y tasa de consumo para 1991 . . . . .                                  | 3-15 |
| 3.6    | Población para los años 1991, 1995 y 2000 . . . . .                                       | 3-17 |
| 3.7    | Demanda de agua para los años 1991, 1995 y 2000 . . . . .                                 | 3-17 |
| 3.8    | Programa de rehabilitación de pozos para 1992 . . . . .                                   | 3-18 |
|        |   |      |
| 4.1.1  | Datos recopilados sobre<br>Topografía, Geología e Hidrología . . . . .                    | 4-28 |
| 4.1.2  | Relaciones Estratigráficas<br>de Nicaragua y Regiones Adyacentes . . . . .                | 4-30 |
| 4.1.3  | Estratigrafía del Area de Estudio . . . . .   | 4-31 |
| 4.2.1  | Estaciones Meteorológicas . . . . .   | 4-49 |
| 4.2.2  | Perfil de las Condiciones Climatológicas . . . . .  | 4-50 |
| 4.2.3  | Precipitación Mensual . . . . .   | 4-51 |
| 4.2.4  | Precipitación Probable . . . . .  | 4-52 |
| 4.3.1  | Descarga Estimada del Río Mocuana . . . . .   | 4-64 |
| 4.3.2  | Descarga Estimada del Río Sapamaspa . . . . .   | 4-66 |
| 4.4.1  | Lista de Pozos Monitorados(1)-(3) . . . . .   | 4-76 |
| 4.4.2  | Nivel de Agua de los Pozos de Producción de INAA . . . . .                                | 4-79 |

|          |  |       |
|----------|--|-------|
| 4.5.1    | Descarga por Bombeo Anual de Mangua . . . . .            | 4-96  |
| 4.5.2    | Uso de Agua . . . . .                                    |       |
|          | de los Pozos de INAA por Departamentos . . . . .         | 4-97  |
| 4.5.3    | Uso Industrial en 1982 & 1992(1)-(2) . . . . .           | 4-98  |
| 4.6.1    | Características Generales . . . . .                      |       |
|          | de 7 Pozos Exploratorios . . . . .                       | 4-112 |
| 4.6.2    | Resultados de Pruebas de Bombeo . . . . .                | 4-113 |
| 4.7.1    | Resultados del Análisis . . . . .                        |       |
|          | de Calidad de Agua(1)-(2) . . . . .                      | 4-121 |
| 4.7.2    | Normas de Calidad de Agua . . . . .                      | 4-123 |
| 4.8.1    | Registro de Pozos Existentes(1)-(12) . . . . .           | 4-149 |
| 4.8.2    | Características del Acuífero actual . . . . .            |       |
|          | en el Grupo Medio Las Sierras . . . . .                  | 4-161 |
| 4.8.3    | Correlación entre Resistividad . . . . .                 |       |
|          | y Litofacies en el Area de Estudio . . . . .             | 4-162 |
| 4.8.4    | Resultados de la Prospección Eléctrica(1)-(2) . . . . .  | 4-163 |
| 4.8.5    | Comparación de las Condiciones Originales . . . . .      |       |
|          | y Actuales en el Campo de Pozos . . . . .                |       |
|          | Carlos Fonseca Amador . . . . .                          | 4-165 |
| 4.8.6    | Radio de Influencia(r) de Campo . . . . .                |       |
|          | de Pozos Carlos Fonseca . . . . .                        | 4-166 |
| 4.8.7    | Concentraciones de Tritio . . . . .                      | 4-167 |
| 6.3.1(1) | Población Estimada en 1991, 1995 y 2000 . . . . .        | 6-5   |
| 6.3.1(2) | Demanda de Agua Estimada en 1991,1995 y 2000 . . . . .   | 6-5   |
| 6.4.1    | Distribución del Agua Subterránea Desarrollada . . . . . |       |
|          | en las sub-áreas Central y Oriental . . . . .            | 6-9   |
| 6.4.2    | Balance del Potencial de Agua Subterránea . . . . .      |       |
|          | y de la Demanda Total en la sub-area . . . . .           |       |
|          | Central y Oriental . . . . .                             | 6-10  |
| 6.5.1    | Características de los Campos de Pozos . . . . .         |       |
|          | Seleccionados . . . . .                                  | 6-16  |
| 6.6.1    | Costo Estimado para la Fase I, II, . . . . .             |       |
|          | del Proyecto . . . . .                                   | 6-28  |
| 6.6.2    | Costo de Construcción para la Fase I . . . . .           |       |
|          | del Proyecto . . . . .                                   | 6-29  |
| 6.6.3    | Costo de Construcción para la Fase II . . . . .          |       |
|          | del Proyecto . . . . .                                   | 6-30  |
| 6.6.4    | Comparación de Costos de Operación . . . . .             |       |
|          | Mantenimiento entre la Situación Existente . . . . .     |       |
|          | en 1992 y el Proyecto . . . . .                          | 6-38  |
| 6.8.1    | Producción Incremental Bruta y Neta de Agua . . . . .    | 6-46  |
| 6.8.2    | Tarifa de Consumo de Agua, Efectiva . . . . .            |       |
|          | Enero 1993 . . . . .                                     | 6-47  |
| 6.8.3    | Características Supuestas de Consumo y . . . . .         |       |
|          | Pago de Agua . . . . .                                   | 6-48  |
| 6.8.4    | Ingreso Potencial Asumiendo el 100% de . . . . .         |       |
|          | Recaudación . . . . .                                    | 6-49  |
| 6.8.5    | Ingreso Estimado con el 85% de . . . . .                 |       |
|          | Recaudación . . . . .                                    | 6-50  |
| 6.8.6    | Ingreso Estimado con el 75% de . . . . .                 |       |
|          | Recaudación . . . . .                                    | 6-51  |

|       |   |      |
|-------|---|------|
| 6.8.7 | Costos Estimados . . . . .                              | 6-52 |
| 6.8.8 | Flujo de Caja Asumiendo 85% de<br>Recaudación . . . . . | 6-53 |
| 6.8.9 | Flujo de Caja Asumiendo 75% de<br>Recaudación . . . . . | 6-54 |

## FIGURAS

|        |  |      |
|--------|--|------|
| 1.3.1  | Flujo de Acitividades . . . . .  | 1-9  |
| 1.3.2  | Programa de Trabajo . . . . .  | 1-10 |
|        |  |      |
| 3.1    | División del Area de Suministro<br>por Distritos y Zonas . . . . .                       | 3-19 |
| 3.2    | Mapa de Localización de los Pozos Existentes . . .                                       | 3-20 |
| 3.3    | Sistema Existente de Suministro de Agua . . . . .  | 3-21 |
| 3.4    | Media del Uso de Agua por Hora . . . . .   | 3-22 |
| 3.5    | Medición Semanal de Presión en la Estación<br>de Bombeo San Antonio . . . . .            | 3-23 |
| 3.6    | Relación entre Presión y Bombeo en la Estación<br>de Bombeo San Antonio . . . . .        | 3-24 |
| 3.7    | Variación del Nivel de Agua<br>en los Tanques Reservorios . . . . .                      | 3-25 |
|        |  |      |
| 4.1.1  | Mapa Geológico General de Nicaragua . . . . .  | 4-32 |
| 4.1.2  | Secciones Transversales Generales . . . . .  | 4-33 |
| 4.1.3  | Mapa Geohidrológico . . . . .  | 4-34 |
| 4.1.4  | Volcanes de la Cordillera de los Marrabios . . . .                                       | 4-35 |
| 4.1.5  | Volcanes Situados entre<br>en Lago de Managua y el Lago de Nicaragua . . .               | 4-35 |
| 4.1.6  | Volcanes del Lago de Nicaragua . . . . .   | 4-35 |
| 4.1.7  | Mapa Hidrogeológico . . . . .  | 4-36 |
| 4.1.8  | Perfil Hidrogeológico A-B-C . . . . .  | 4-37 |
| 4.1.9  | Perfil Hidrogeológico D-E-F-G . . . . .  | 4-37 |
| 4.1.10 | Perfil Hidrogeológico H-I-J . . . . .  | 4-38 |
| 4.1.11 | Perfil Hidrogeológico K-L-M . . . . .  | 4-38 |
| 4.1.12 | Perfil Hidrogeológico K-L-M . . . . .  | 4-38 |
| 4.1.13 | Estatigrafía Volcánica para Tefra . . . . .  | 4-39 |
| 4.1.14 | Mapa Paleográfico (Inicio del Plioceno) . . . . .  | 4-40 |
| 4.1.15 | Mapa Paleográfico (Plioceno Tardío) . . . . .  | 4-41 |
| 4.1.16 | Mapa Paleográfico (Mediados del Plioceno) . . . .  | 4-42 |
| 4.1.17 | Mapa Paleográfico<br>(Pleistoceno Tardío al-Reciente) . . . . .                          | 4-43 |
| 4.2.1  | Localización de las Estaciones Meteorológicas . .  | 4-53 |
| 4.2.2  | Precipitación Mensual . . . . .  | 4-54 |
| 4.2.3  | Elevación y Precipitación por Año . . . . .  | 4-55 |
| 4.2.4  | Precipitación Anual de Largo Plazo . . . . .   | 4-56 |
| 4.2.5  | Precipitación Probable (1)-(2) . . . . .   | 4-57 |
| 4.3.1  | Sistema de Drenaje . . . . .   | 4-67 |
| 4.3.2  | Curva de Altura Limnimétrica-Gasto . . . . .   | 4-68 |
| 4.3.3  | Puntos de Mediciones de Descarga . . . . .   | 4-69 |
| 4.4.1  | Nivel del Agua Subterránea alrededor<br>de la Laguna de Asosoca en 1963, 1970 y 1978 . . | 4-80 |
| 4.4.2  | Niveles Mensuales de Agua del Lago Managua<br>y de la Laguna de Asosoca . . . . .        | 4-81 |
| 4.4.3  | Nivel de Agua del Lago Managua . . . . .   | 4-82 |
| 4.4.4  | Nivel de Agua de la Laguna de Asosoca . . . . .  | 4-83 |

|        |  |       |
|--------|--|-------|
| 4.4.5  | Nivel Observado del Agua Subterránea(1)-(3)  | 4-84  |
| 4.4.6  | Mapa de Curva de Nivel Freático al Final de la Estación Seca del Año 1992                                  | 4-87  |
| 4.4.7  | Nivel del Agua Subterránea alrededor de la Laguna Asososca, 1992   | 4-88  |
| 4.4.8  | Observaciones del Nivel de Agua y Extracción de Agua de la laguna de Asososca                              | 4-89  |
| 4.5.1  | Descarga Anual por Bombeo en 1972-1991   | 4-100 |
| 4.5.2  | Historia de la Descarga Anual por Bombeo en 1km x 1km  | 4-101 |
| 4.5.3  | Ubicación de los Pozos de Uso Industrial   | 4-102 |
| 4.6.1  | Sección Geológica Esquemática(1)   | 4-114 |
| 4.6.2  | Sección Geológica Esquemática(2)   | 4-115 |
| 4.6.3  | Sección Geológica Esquemática (J1-3)   | 4-116 |
| 4.6.4  | Pruebas de Bombeo a Descarga variable  | 4-117 |
| 4.7.1  | Diagrama Trilineal (1)-(4)   | 4-124 |
| 4.7.2  | Diagrama Patrón de Stiff   | 4-128 |
| 4.7.3  | Diagrama Patrón de Stiff de las Muestras de las Perforaciones Exploratorias                                | 4-129 |
| 4.8.1  | Curvas de Nivel Freático al Final de la Estación Seca de 1992  | 4-168 |
| 4.8.2  | Mapa de Elevación del Techo de la Capa Hidrogeológica Impermeable Subyacente al Grupo Las Sierras          | 4-169 |
| 4.8.3  | Mapa Isovalores de Capacidad Específica  | 4-170 |
| 4.8.4  | Capacidad Específica-Pozos perforados Aprovechando la Zona Saturada presente en el Grupo Las Sierras Medio | 4-171 |
| 4.8.5  | Fluctuaciones de Niveles de Aguas Subterráneas   | 4-172 |
| 4.8.6  | Mecanismo de Flujo de Aguas Subterráneas   | 4-173 |
| 4.8.7  | Campo de Pozos Carlos Fonseca  | 4-174 |
| 4.8.8  | Precipitaciones de Madison, Wisconsin  | 4-175 |
| 4.8.9  | Historia de la Unidad Tritio   | 4-176 |
| 5.2.1  | Bloque de Precipitación  | 5-8   |
| 5.2.2  | Bloque de Recarga  | 5-9   |
| 5.3.1  | Sección Esquemática del Modelo Tridimensional Q3P  | 5-26  |
| 5.3.2  | Procedimiento Convencional del Modelo  | 5-27  |
| 5.3.3  | Elemento Finito del Modelo   | 5-28  |
| 5.3.4  | Condición Límite   | 5-29  |
| 5.3.5  | Rango General de Rendimiento Específico y Conductividad Hidráulica   | 5-30  |
| 5.3.6  | Puntos de Observación  | 5-31  |
| 5.3.7  | Coefficiente de Almacenaje   | 5-32  |
| 5.3.8  | Transmisibilidad   | 5-33  |
| 5.3.9  | Nivel Simulado del Agua Subterránea (en Estado de Equilibrio)  | 5-34  |
| 5.3.10 | Nivel Simulado del Agua Subterránea (Calibración)  | 5-35  |
| 5.3.11 | Mapa de Descarga por Bombeo (1)  | 5-36  |

|          |   |      |
|----------|---|------|
| 5.3.12   | Precipitación Anual Utilizada para Calibración . . . . .  | 5-37 |
| 5.3.13   | Niveles Observados y Simulados<br>del Agua de la laguna de Asososca . . . . .   | 5-38 |
| 5.3.14   | Mapa de Descarga por Bombeo (1)-(2) . . . . .   | 5-39 |
| 5.3.15   | Resultados Simulados (1)-(10) . . . . .   | 5-41 |
|          |   |      |
| 6.4.1    | Relación entre la Demanda de Agua y<br>el Potencial de Desarrollo en las sub-<br>áreas Central y Oriental . . . . .                         | 6-11 |
| 6.4.2    | Relación entre la Demanda y el Potencial<br>de Desarrollo para el Abastecimiento de Managua . . . . .                                       | 6-12 |
| 6.5.1    | Comparación de la Eficiencia de Costo<br>entre Ticuantepe y Sabana Grande para la<br>Transmisión hacia el Almacenamiento del km 8 . . . . . | 6-17 |
| 6.6.1    | Demanda y Producción de Agua en Relación<br>a los Fases de Implementación del Proyecto . . . . .  | 6-19 |
| 6.6.2    | Relación entre el Potencial de Agua<br>Subterránea, Demanda de Agua y Producción . . . . .  | 6-20 |
| 6.6.3    | Mapa de Localización y Perfil . . . . .   | 6-31 |
| 6.6.4    | Plan sobre las Instalaciones . . . . .  | 6-32 |
| 6.6.5(1) | Sistema de Distribución General en 1991 . . . . .   | 6-33 |
| 6.6.5(2) | Sistema de Distribución General después<br>de la Fase I del Proyecto . . . . .  | 6-34 |
| 6.6.5(3) | Sistema de Distribución General después<br>de la Fase II del Proyecto . . . . .   | 6-35 |
| 6.7.1    | Sistemas de Control de Operación General . . . . .  | 6-39 |
|          |   |      |
| 7.2.1    | Red de Monitoreo Propuesta . . . . .  | 7-14 |

## ABREVIATURA

- ALMA : Alcaldía de Managua  
(City Office of Managua)  
DGU : Dirección General de Urbanismo  
(Urban Planning Division)
- BAVINIC : Banco de la Vivienda Nicaraguense  
(Nicaraguan Housing Bank)
- CSE : Consejo Supremo Electoral  
(Electoral Supreme Council)
- INAA : Instituto Nicaraguense de Acueductos y  
Alcantarillados (Nicaraguan Institute of  
Waterworks and Sewerage)
- INEC : Instituto Nacional de Estadísticas y Censos  
(National Institute of Statistics and  
Census)
- IRENA : Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente  
(Institute of Natural Resources and the Environment)
- INETER : Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales  
(Nicaraguan Institute of Territorial Studies)
- INRA : Instituto Nicaraguense de Reforma Agraria  
(Nicaraguan Institute of Agrarian Reform)
- MAG : Ministerio de Agricultura y Ganadería  
(Ministry of Agriculture and Livestock)
- MCT : Ministerio de Construcción y Transporte  
(Ministry of Construcción and Transport)
- MPP : Ministerio de Planificación y Presupuesto  
(Ministry of Planning and Budget)
- BID : Banco Interamericano de Desarrollo  
(Inter-American Development Bank)
- UNICEF : (United Nations Childreñs Fund)
- UN : United Nations

## CAPITULO 1 INTRODUCCION



## **CAPITULO I INTRODUCCION**

### **1.1 General**

Este Informe Final 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 (casi 880 km<sup>2</sup>), de cuya superficie, casi 200 km<sup>2</sup> está ocupada en su parte norte por el área urbana de la ciudad capital "Managua".

### **1.2 Perfil de 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 inició la construcción del sistema de abastecimiento de agua para beneficio de miles de personas, se ha requerido de mejoramiento o expansión frecuentes del sistema para responder con la creciente demanda de agua que ha hecho que el mantenimiento de las instalaciones de agua sea difícil.

Además debido a que 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 trayendo como consecuencia la baja del nivel de agua, lo que ocasionaría el deterioro de la calidad afectándose directamente por las aguas contaminadas del lago de Managua.

Por lo tanto, la drástica rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua, así como también la creación de una fuente se han convertido en temas de mucha importancia en Managua.

Para hacer frente a la situación antes mencionada, se formuló, en 1989 un programa de abastecimiento de agua cuya finalización sería en 1994, a través del estudio de diseños detallados del WB y 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 área 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 área de estudio se amplió de 530 km<sup>2</sup> hasta aproximadamente 880 km<sup>2</sup> 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 del 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 especialistas en hidrología. Los integrantes del equipo de JICA y los miembros de la contraparte se muestran en la Fig. 1.2.1 y se describen a continuación:

##### Equipo de Estudio de JICA

| Nombre             | Especialidad                      |
|--------------------|-----------------------------------|
| 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

|                     |  |
|---------------------|--|
| Gustavo Martínez    | 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                                       |
| MARTINES Santos     | Supervisor de perforaciones                                |
| VARGAS Fernando     | Estadística y Socio-economía                               |
| VALLE Juan C.       | Geofísico  |
| UGARTE S. Donald R. | Ingeniero Asistente  |

INETER

FERNANDEZ William      Hidrogeólogo  
RUIZ      Luis      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 : 5 meses y medio desde Mayo 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 : 9 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.

Incorporando los comentarios realizados por el INAA al borrador del Informe Final se Preparó este Informe Final en Septiembre de 1993.

Fig. 1 representa 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.

- 1.1- 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.
- 1.2- Estimación de costo para las construcciones arriba mencionadas

Fig. 1.3.1 FLUJO DE ACTIVIDADES

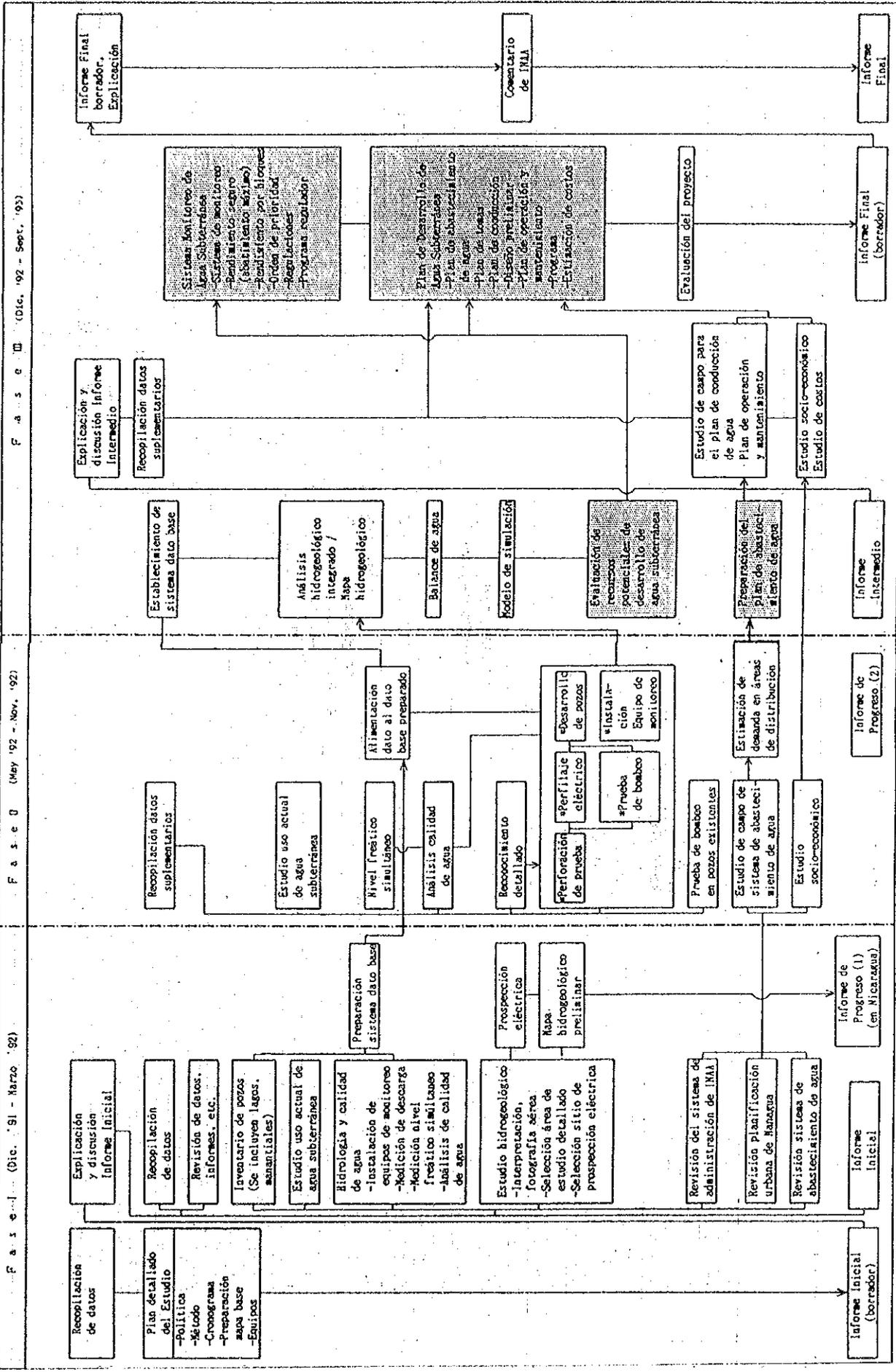


Fig - 1.3.2 Programa de Trabajo

|   | F a s e I  |                                   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | F a s e II |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | F a s e III |    |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|----|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
|   | 1  | 2                                 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12         | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23          | 24 |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I   | Presentación y Explicación Informe Inicial                   | ■                                 |   |   |   |   |   |   |   |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |             |    |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Recolección y Análisis de Datos Hidrogeológicos              | ■                                 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Interpretación de Fotografías Aéreas                         | ■                                 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Reconocimiento Hidrogeológico de Campo                       | ■                                 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Estudio Geofísico  | ■                                 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Análisis de Calidad de Agua, Estudio Hidrogeológico          | ■                                 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Preparación Dato de Base                                     | ■                                 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Mapa Hidrogeológico Preliminar                               | ■                                 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Estudio de Abastecimiento de Agua                            | ■                                 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Estudio Socio-económico                                      | ■                                 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | II   | Presentación Informe Progreso (1) |   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Recopilación de Datos                               |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Reconocimiento Hidrogeológico (Detalle)             |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Perforación de Puesta y Prueba de Bombeo            |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nivelación de Agua Subterránea                      |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Análisis de Calidad de Agua                         |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Alimentación Dato de Base                           |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Uso de Agua Subterránea                             |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  | ■ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estudio Sistema de Abastecimiento de Agua           |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  | ■ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Operación, Mantenimiento y Análisis de Presupuestos |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  | ■ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presentación Informe de Progreso (2)                |  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| III   | Actualización Mapa Hidrogeológico Preliminar                 |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Análisis Calidad de Agua                                     |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Ordenamiento Estudio Sistema Abastecimiento de Agua          |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Análisis de Condiciones Socio-económicas                     |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Borrador Mapa Hidrogeológico                                 |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Análisis Balance Agua, Evaluación Recursos Agua              |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Evaluación Calidad de Agua                                   |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Establecimiento Sistema Dato de Base                         |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Plan Desarrollo de Agua Subterránea, Evaluación de Proyecto  |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  | ■ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Diseño Preliminar de Instalaciones de Abastecimiento de Agua |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  | ■ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Estimación Costos y Evaluación de Proyecto                   |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  | ■ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| IV  | Preparación Informe Intermedio, Borrador Informe Final       |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Presentación Informe Intermedio, Borrador Informe Final      |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Estudio Abastecimiento de Agua                               |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Informes   |                                   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■          | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■           | ■  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |

■ 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 km<sup>2</sup>, de los cuales 10.333 km<sup>2</sup> 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 area 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,<br>textiles     |
| 4. Cuesta Héroes y Mártires | Industria química,<br>petróleo     |
| 5. Carretera Nueva a León   | Metal mecánica,<br>alimentos       |
| 6. Carretera a Masaya       | Industria química,<br>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\$0) 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\$0 y 1C\$0=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 m<sup>3</sup> en 1990 y 76.151.000 m<sup>3</sup> 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 Sostenimiento 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 Económicos 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 Población y Empleo

| Conceptos           | Unidad    | 1988    | 1989    | 1990    |
|---------------------|-----------|---------|---------|---------|
| Poblacion Total     | Mil Pers. | 3,621.6 | 3,746.5 | 3,858.9 |
| Pob. 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 Producción Agrícola

| Tipo de Producto       | Area(1,000 Mz) |       |       | Produccion(1,000 qq) |          |          |
|------------------------|----------------|-------|-------|----------------------|----------|----------|
|                        | 1988           | 1989  | 1990  | 1988                 | 1989     | 1990     |
| Mercado de Exportación | 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  | 567.1                | 490.0    | 641.0    |
| Fibra                  |                |       |       | 935.7                | 808.5    | 899.0    |
| Semilla                |                |       |       | 71.9                 | 315.0    | 456.1    |
| Ajonjoli               | 13.8           | 45.0  | 51.2  |                      |          |          |
| 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 Producción Pesquera

| Producto         | Unidades   | 1988    | 1989     | 1990    |
|------------------|------------|---------|----------|---------|
| <b>Camarones</b> |            |         |          |         |
| 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 |
| <b>Langosta</b>  |            |         |          |         |
| 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 |
| <b>Pescado</b>   |            |         |          |         |
| 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   |
| <b>Total</b>     |            |         |          |         |
| 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 Valores  
Unidad : % del Valor de la Producción de Producción

| Actividad<br>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               |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>DEUDORES</b>              |                    |                    |                    |
| 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          |
| <b>Total</b>                 | <b>7,220,129.9</b> | <b>8,068,595.9</b> | <b>8,652,705.2</b> |
| <b>ACREEDORES</b>            |                    |                    |                    |
| 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          |
| <b>Total</b>                 | <b>7,220,129.9</b> | <b>8,068,595.9</b> | <b>8,652,705.2</b> |

Fuente : Informe Anual 1990 , BCN , Managua , 1991

Cuadro 2.2.9 Finanzas 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 |
| 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  | 80.80  | 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 : ESDENIC 85 , Vol , IV , UN/INEC , Managua , 1989

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

| Pais<br>y<br>Macro<br>Regiones | Regiones<br>(2) | Poblacion<br>(3) | Poblacion con Servicio de Agua |            |                               |            |                            |            |
|--------------------------------|-----------------|------------------|--------------------------------|------------|-------------------------------|------------|----------------------------|------------|
|                                |                 |                  | Total<br>(4)                   | %<br>(4/3) | Conexion<br>Domicil.<br>(5/3) | %<br>(5/3) | Puesto<br>Publico<br>(6/3) | %<br>(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/OMS, 1990

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

| Pais y<br>Regiones                   | Total<br>(2) | %   | Urbana<br>(3) | %   | Rural<br>(4) | %   |
|--------------------------------------|--------------|-----|---------------|-----|--------------|-----|
| <b>Poblacion<br/>Total</b>           |              |     |               |     |              |     |
| 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 |
| <b>Con Servicio<br/>de Agua</b>      |              |     |               |     |              |     |
| 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  |
| <b>Con Servicio de<br/>Alcantar.</b> |              |     |               |     |              |     |
| 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              |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|
| <b>PROPIEDADES Y EQUIPOS</b>          |                    |                   |
| 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         |
| <b>TOTAL DE EQUIPOS Y PROPIEDADES</b> | <b>143,022,757</b> | <b>4,236,643</b>  |
| <b>ACTIVO CIRCULANTE</b>              |                    |                   |
| 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         |
| <b>TOTAL DE ACTIVO CIRCULANTE</b>     | <b>105,543,746</b> | <b>18,090,306</b> |
| <b>OTROS ACTIVOS</b>                  | <b>363,253</b>     | <b>2,863,411</b>  |
| <b>TOTAL ACTIVO</b>                   | <b>248,929,756</b> | <b>25,190,360</b> |

Fuente : Informes Financieros Anuales de INAA 1990 y 1991

Cuadro 2.5.4 Balance General de INAA : Pasivo

| PASIVO                                       | 1991               | 1990              |
|--|--------------------|-------------------|
| <b>CAPITAL</b>                               |                    |                   |
| Aportes del Gobierno                         |                    |                   |
| Capital Inicial                              | 10,256,770         | 2,772,100         |
| Subvenciones                                 | 136,369,680        | 2,156,697         |
| Superavit por Revalorización                 | 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         |
| <b>PASIVO CIRCULANTE</b>                     |                    |                   |
| 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        |
| <b>Total Pasivo</b>                          | <b>248,929,756</b> | <b>25,190,360</b> |

Fuente : Informes Financieros Anuales de INAA 1990 y 1991

Cuadro 2.5.5 Estado de Ingresos 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                                | -                   | -                   |
| <b>INGRESOS TOTALES</b>                       | <b>142,263,872</b>  | <b>27,549,478</b>   |
| <b>GASTOS OPERATIVOS Y GENERALES</b>          |                     |                     |
| <b>Operacion</b>                              |                     |                     |
| O & M   | 44,653,004          | 4,985,300           |
| Depreciacion                                  | 2,874,083           | 282,181             |
| <b>Generales</b>                              |                     |                     |
| 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             |
| <b>TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS Y GENERALES</b> | <b>22,036,426</b>   | <b>3,337,412</b>    |
| Utilidad antes de los Intereses s/Deuda       | 69,563,513          | 8,604,893           |
| <b>INTERESES SOBRE DEUDA A LARGO PLAZO</b>    | <b>9,407,841</b>    | <b>716,351</b>      |
| Utilidad de Operacion                         | 63,292,518          | 18,228,234          |
| <b>OTROS GASTOS</b>                           | <b>898,619</b>      | <b>-</b>            |
| Utilidad antes de Correccion Monetaria        | 62,393,899          | -                   |
| <b>CORRECCION MONETARIA</b>                   | <b>(60,145,633)</b> | <b>(23,254,873)</b> |
| <b>Utilidad Neta</b>                          | <b>2,248,266</b>    | <b>(5,026,639)</b>  |

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 Km<sup>2</sup> y una población total estimada de 1,2 millones de habitantes, tuvo una producción de agua aproximada de 268.000 m<sup>3</sup>/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.

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%) corresponda a agua cuyo importe no es cubierto.

## 3.2 Condiciones Actuales del Suministro de Agua

### 3.2.1 Area con Servicio y Población Abastecida

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 de 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.

La distribución de los "Distritos" y las "Zonas" aparece en la Fig. 3.1, y su perfil es:

- a) Zona Baja: Es el área con menor altura, ésta varía de 35 a 85 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra situada a lo largo de la costa sur del lago Managua y comprende la zona antigua de la ciudad y la zona comercial e industrial. Su población aproximada es de 359.000 habitantes.
- b) Zona Media: La altura en esta área varía de 85 a 135 metros y su población aproximada es de 363.000 habitantes. Se considera a ésta como el centro de la nueva ciudad de Managua.
- c) Zona Media-Alta: La elevación de este área varía de 135 a 195 metros. Está catalogada principalmente como área residencial. Su población es aproximadamente de 191.000 habitantes.
- d) Zona Alta: La elevación de esta área oscila entre 195 y 350 metros. Su población es de clase alta y se está incrementando en número en la parte oriental.
- e) Zona Independiente: Constituida por la zona situada al final del lado oeste de la ciudad de Managua, el Distrito 1 es el mayor área con sistema de suministro independiente de agua y su población aproximada es de 71.000 habitantes. Existen otras tres áreas con sistemas independientes situadas en las Zonas Media-Alta y Media.

La población para cada distrito ha sido estimada tomando el último censo del C.S.E. (Consejo Supremo Electoral) de la ciudad de Managua cuyos datos fueron preparados en el año 1991. El CSE proporciona el número de votantes mayores de 16 años para cada subdistrito electoral, (en cada distrito se encuentran englobados aproximadamente 800 subdistritos) y la población de cada subdistrito ha sido calculada multiplicando el número de votantes por el coeficiente 3,022. El Cuadro 3.1 representa la suma total de la población para cada Distrito/Zona.

### 3.2.2 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.

La laguna de Asososca se encuentra en la parte noroeste de la ciudad y tiene una profundidad aproximada de 75 metros y un área de 0,7 Km<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta que la laguna no tiene flujos de entrada ni sistemas de drenaje, se la puede considerar como un pozo de gran tamaño.

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 m<sup>3</sup>/día (17,36 MGD). La tasa de bombeo se ha estado reduciendo a menos de 10 MGD desde mayo de 1992. La calidad del agua es razonablemente buena, por tanto, se suministra sin ningún tipo de tratamiento exceptuando la coloración, al igual que ocurre con el agua de los pozos perforados.

La producción total de los 65 pozos en Managua en 1991 fue como media 202.800 m<sup>3</sup>/día (53,577 MGD).

La producción media de un pozo es aproximadamente 3.170 m<sup>3</sup>/día (837.000 g/día), sin embargo, la capacidad de producción de cada pozo varía desde 570 a casi 8.500 m<sup>3</sup>/día (0,15 - 2,244 MGD) dependiendo de las condiciones hidrogeológicas del área donde está emplazado el pozo y de la edad de éste. La Fig. 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 para todas las fuentes en Managua para 1991 fue de 268.525 m<sup>3</sup>/día (70,973 MGD). La

producción para cada fuente se encuentra tabulada en la Tabla 3.2.

### 3.2.3 Suministro por Zonas

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

El Cuadro 3.2 resume la cantidad distribuida para cada zona sobre el total producido de 268.500 m<sup>3</sup>/día (70,973 MGD).

|                       |   |
|-----------------------|---|
| * Zona Baja:          | 103.095 m <sup>3</sup> /día (27,235 MGD) 287 l/c/d. |
| * Zona Media:         | 84.668 m <sup>3</sup> /día (22,367 MGD) 233 l/c/d.  |
| * Zona Media-Alta:    | 65.306 m <sup>3</sup> /día (17,252 MGD) 184 l/c/d.  |
| * Zona Independiente: | 15.456 m <sup>3</sup> /día ( 4,083 MGD) 178 l/c/d.  |

La cantidad para cada zona también se muestra en la Fig. 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.

Como se describirá posteriormente, la tasa de consumo doméstico de agua es menos del 70% del suministro, sin embargo, es remarcable la escasez de suministro. Como consecuencia del rápido crecimiento de la población de Managua en los últimos años, el suministro total no ha alcanzado a la demanda. El equilibrio se está gestionando mediante la suspensión del suministro dos días a la semana en todas las zonas.

### 3.2.4 Consumo Real de Agua y Pérdidas

#### 3.2.4.1 Estimación

El suministro total comprende el agua utilizada y las pérdidas (agua no efectiva). El consumo efectivo del suministro de agua desde el punto de vista operativo/administrativo se divide en agua con importe cubierto y agua con importe no cubierto como es el caso de las fugas, el agua no registrada por los contadores.

La cantidad real consumida se puede calcular mediante dos métodos: (1) si se da el coeficiente de fugas y (2) si el coeficiente de la porción impagada respecto al global consumido es insignificante. En el caso del suministro de agua para Managua, las pérdidas de agua no se ha examinado de manera profunda, y considerando que la cantidad no pagada es tan elevada, probablemente por causa de numerosas conexiones ilegales, el consumo actual de agua debería de estimarse mediante el recuento de los datos existentes sobre agua pagada, aunque de alguna manera estamos incluyendo una premisa que no es muy razonable.

El consumo real de agua se obtiene al multiplicar el coeficiente de efectividad por la cantidad suministrada. El coeficiente de efectividad se estimó mediante la utilización de los datos de descarga que se presentan a continuación:

- a. Número de viviendas (lugares)  
en las cuales se pagó el agua  
en el año 1991 ..... 99.843 casas.
- b. Media de personas  
en cada vivienda ..... 7,386.
- c. Población total que pagó:

$$99.843 \times 7,386 = 737.440 \text{ personas.}$$

- d. Cantidad de agua que se consume diariamente y abonado:  
32,961 MGD. En este apartado no se incluye solamente agua para uso doméstico sino también otras categorías como agua para uso gubernamental, comercial e industrial (Cuadro 3.3).

e. Consumo diario abonado por habitante:

$$32,961 \text{ MGD} / 737.440 = 44,69 \text{ g/c/d.}$$

f. Considerando que el suministro diario de agua por habitante es de 60,94 g/c/d como se indica en los Cuadros 3.1 y 3.9 el coeficiente de efectividad será:

$$44,69/60,94 = 73,3 \%$$

Además el consumo real de agua (agua efectiva) se estima en 51,8 MGD (70,937 MGD x 0,733).

Por tanto, la fuga de agua (agua no efectiva) se estima en 19,14 MGD (70,973-51,8 MGD), un 27,0% del suministro total.

## 2) Medición del Consumo Real

Para investigar la tasa real de consumo, se llevó a cabo al comienzo de la segunda fase del estudio la investigación de una muestra (de consumo de agua). Se obtuvieron muestras de 4 casas de cada uno de los 7 distritos en 3 zonas distintas leyéndose el contador cada hora durante 3 días. Los datos de las mediciones se adjuntan en el Informe de datos y un resumen se muestra en el Cuadro 3.4 y en la Fig. 3.4.

Se seleccionaron varios tipos de casas (pequeñas, medianas, grandes y muy grandes) en la muestra sometida a investigación y el consumo medio per cápita para cada tipo de casa fue:

| <u>Tipo de Casa</u> | <u>Consumo diario per cápita</u> |
|---------------------|----------------------------------|
| Pequeña             | 63 l/c/d (16,8 g/c/d)            |
| Mediana             | 174 l/c/d (45,9 g/c/d)           |
| Grande              | 321 l/c/d (85,0 g/c/d)           |
| Muy Grande          | 596 l/c/d (157,5 g/c/d)          |

Teniendo en cuenta que la casa tipo medio es la más popular se considera el valor 174 l/c/d (45,9 g/c/d) como el consumo medio diario per cápita representativo para la ciudad de Managua. Este valor es similar a la tasa de consumo 170 l/c/d (44,72

g/c/d) mencionada anteriormente en los datos sobre agua con importe cubierto.

### 3.2.5 Clasificación del Consumo por Tipos de Uso

De acuerdo con los datos sobre agua con importe cubierto que se muestran en el Cuadro 3.5, los usos dados al agua se pueden clasificar en 4 grupos:

1. Uso Doméstico (Conexiones en el hogar 80,0%) 82,9%  
(Grifos Comunales 2,9%)
2. Uso Gubernamental o Municipal ..... 10,9%
3. Uso Comercial ..... 5,8%
4. Uso Industrial ..... 0,5%

### 3.2.6 Agua con Importe Cubierto y agua con Importe no Cubierto

El Cuadro 3.5 indica que el total de agua pagada es aproximadamente 12.000 MGY (46,3%) de una producción total en Managua de 25.900 MGY y la cantidad de agua de importe no cubierto es de 13.860, 13.900 MGY (53,7%). En más de la mitad del suministro no se producen ingresos y este puede ser uno de los problemas financieros más importantes del INAA. Como se describió en el apartado 3.2.4, la efectividad del consumo de agua se calcula en un 73,3% de la producción total (un 26,4% son fugas). De este 73,3% de consumo efectivo cerca del 37% (46,3% del total del suministro) no se paga, considerándose que la mayoría se debe a conexiones ilegales. La reducción de este porcentaje es uno de los temas más importantes en el abastecimiento de agua en Managua.

La proporción de consumo efectivo y no efectivo de agua y el agua con importe cubierto y sin cubrir se muestra a continuación de una manera esquemática:

|                                    |                            |   |                   |
|------------------------------------|----------------------------|---|-------------------|
| Total de la producción: 100%       |                            |   |                   |
| Uso efectivo del agua: 73%         |                            | Uso inefectivo del agua: 26.7%          |                   |
| Agua con importe cubierto<br>46.6% |                            | Agua con importe no cubierto<br>53.5%   |                   |
| Agua de uso doméstico 37.2%        | 0-<br>tros<br>usos<br>9.2% | Uso efectivo<br>pero no pagada<br>27.1% | Pérdidas<br>26.4% |
| 10%                                | 20%                        | 30%                                     | 40%               |
| 50%                                | 60%                        | 70%                                     | 80%               |
| 90%                                | 100%                       |   |                   |

### 3.2.7 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 m<sup>3</sup> (22,38 MG).

Las tuberías de distribución son de hierro fundido (de 11.6 o más pulgadas de diámetro), cemento de abesto (de 2 a 12 pulgadas de diámetro) y PVC (de 2 a 8 pulgadas de diámetro).

Aproximadamente 5.000 válvulas de control 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.

### 3.3 Observación del Equipo de Abastecimiento de Agua Existente

#### 3.3.1 Medición de la Tasa de Extracción

Con el objetivo de confirmar la tasa de extracción de los pozos se realizó la medición de la tasa de flujo de 24 pozos artesianos, ésta se realizó durante una semana consecutiva en cada pozo. La Fig. 3.5 representa un registro de muestra del pozo San Antonio situado en la zona baja. Se midió la presión y se convirtió a velocidad y tasa de flujo. Esta figura muestra que durante la noche la presión es mayor que durante el día, por ejemplo, la tasa de extracción (velocidad de flujo) es mayor durante el día que durante la noche, aunque la bomba esté operando constantemente. Lo que demuestra que la eficiencia de la bomba es menor durante la noche debido a la alta contrapresión en la tubería de transmisión/distribución, lo que produce un costo de operación mayor.

En la estación de bombeo San Antonio se llevó a cabo una observación durante 24 horas y se midió la presión cada 30 minutos, para comparar los resultados con los datos semanales, como se muestra en la Fig. 3.6. La relación entre la presión medida y la tasa de extracción (tasa de flujo) se muestran en la misma figura.

Debido a que la fecha de realización de la medición es diferente, el bombeo total durante 24 horas, no es el mismo en estas dos figuras. Sin embargo, es obvia la diferencia de la tasa de flujo durante el día y durante la noche.

#### 3.3.2 Observación en los Principales Tanques de Reserva

En el sistema de abastecimiento de agua el tanque de reserva debe tener la función de controlar el máximo diario y el máximo horario de la demanda de agua. Sin embargo, durante la Fase I del Estudio se observó durante 24 horas el nivel de agua en los tanques, la cual reveló que los principales tanques de reserva no continúan funcionando como controladores del máximo, debido a que el sistema de distribución es extremadamente complicado.

Con el objetivo de analizar el flujo de entrada y de salida de los tanques de reserva, se tomaron datos de una semana consecutiva de los registros mensuales del nivel de los tanques y fueron graficados, los tanques de reserva de Altamira

(capacidad 5 MG), San Cristobal (5 MG), y Las Américas 4 (3 MG) (registro de junio 8-16, 1992) como se muestra en la Fig. 3.7.

En la gráfica del nivel de agua del tanque de reserva de Altamira es difícil analizar el flujo de entrada y de salida, porque el sistema de distribución es muy complicado tanto para zona media como para la zona media alta debido a la frecuente operación de las válvulas. Los días de corte de agua en la zona media alta son martes y viernes y en la zona alta son miércoles y sábado. El efecto de la suspensión de agua no está representado en el gráfico. Se puede deducir que este tanque ha perdido su función esencial de reserva.

Por otro lado, el tanque de San Cristobal mantiene su función de depósito de agua, aunque el balance de entrada y salida de flujo se cubre muy escasamente por la suspensión del abastecimiento los días martes y jueves. Teniendo en cuenta que el flujo de entrada se limita a la producción de 2 pozos, y al contra flujo de salida durante la noche, después de tres días de abastecimiento consecutivo el tanque queda casi vacío. La alternativa de solución para este tanque sería el aumento del flujo de entrada.

El nivel de agua en las Américas 4 se mantuvo constante, durante una semana sin mostrar ninguna variación durante el día y la noche. Lo que significa aparentemente que el tanque ha perdido su función esencial de controlar la hora pico.

El registro del nivel de agua tomado en 1993 (una semana en febrero de 1993, durante la Fase III del Estudio), mostró un aspecto muy diferente de los tanques de reserva arriba mencionados. Los gráficos de la variación del nivel de agua se muestran en la Fig. 3.7, y representan la comparación entre los registros de 1992 y 1993.

La variación del nivel de agua en 1993 es más marcado que en 1992 en los tanques de reserva de Altamira y San Cristobal, el gráfico de las Américas 4 en 1993 muestra la recuperación de la función esencial de un tanque de reserva. Sin embargo, el nivel de agua cero encontrado en San Cristobal y en Las Américas 4 sugiere la falta de la capacidad absoluta de reserva de agua.

La razón de la recuperación de la función de los tanques sin ninguna variación de operación en particular no se ha investigado. Se presume que la causa esté relacionada indirectamente con la reducción de la extracción en la laguna de

Asososca. El volumen de agua extraído de Asososca ha sido drásticamente reducido a aproximadamente 7,3 MGD desde mayo de 1992, pero se descubrió que el nivel de servicio no bajó del todo. Se presume que la producción de los pozos aumentó (sin operación artificial) naturalmente y como resultado la producción total de 1992 fue casi igual a la de 1991. El aumento natural en la producción de los pozos ocurrió probablemente debido a la reducción de presión en las tuberías de transmisión originada por la reducción de la producción de Asososca.

La variación del nivel de agua en los depósitos de agua se realizó por medio de la operación de la válvula porque un cambio ligero en la operación puede causar una gran diferencia en el nivel de agua. La descripción arriba mencionada es sólo una suposición, consecuentemente, la investigación de la razón verdadera es uno de los temas principales para el programa de mejoramiento futuro de las instalaciones de distribución.

### 3.4 Operación y Mantenimiento

#### 3.4.1 General

La división de Operación y Mantenimiento de INAA cuenta con 18 ingenieros especialistas, 800 operarios, y 4 talleres para el mantenimiento, además de 1 laboratorio para el control de la calidad del agua.

El costo total de operación y mantenimiento de 1992 fue de 38,771,000 córdobas (aproximadamente 6,46 millones US Dólares), de los cuales el pago de electricidad es particularmente alto, como se muestra en el siguiente desglose:

|                          |                     |       |
|--------------------------|---------------------|-------|
| Electricidad             | 21.600.000 Córdobas | 56 %  |
| Mantenimiento/reparación | 11.238.000          | 28 %  |
| Salaño/Sueldo            | 4.944.000           | 12 %  |
| Combustible/lubricante   | 476.000             | 2 %   |
| Cloro                    | 508.000             | 2 %   |
| Total                    | 38.771.000          | 100 % |

El costo del agua por metro cúbico fue de 0.4 córdobas en 1992. (38.771.000 Córdobas/ Producción total 97.909.000 m<sup>3</sup> = 0,4)